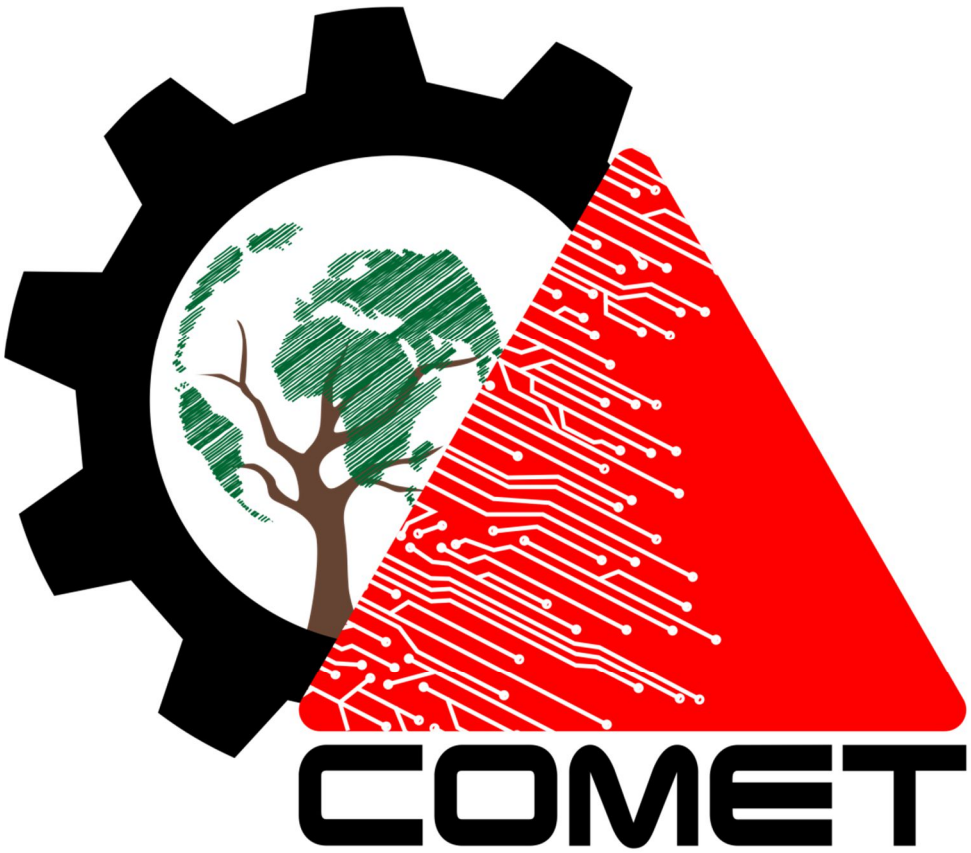


I CONGRESSO MINEIRO
DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA

"Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional"

ANAIS

Editores: Ednilton Tavares de Andrade
Marcelo de Carvalho Alves

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

ANAIS I COMET

I CONGRESSO MINEIRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA

1ª Edição

Editores:
EDNILTON TAVARES DE ANDRADE
MARCELO DE CARVALHO ALVES

Lavras – MG
2015



Ficha catalográfica preparada pela Coordenadoria de Processos Técnicos da Biblioteca da UFLA

Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia (1. *: 2015 : Lavras, MG*)

Anais do I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia: engenharia e tecnologia para o desenvolvimento nacional, Lavras, MG, 23 a 27 de novembro de 2015 / editores: Ednilton Tavares de Andrade, Marcelo de Carvalho Alves – Lavras : UFLA, 2015.

1313 p. : il.

Bibliografias.

ISBN: 978-85-69341-00-0

1. Engenharia - Congressos. 2. Tecnologia - Congressos. 3. Minas Gerais. I. Andrade, Ednilton Tavares de. II. Alves, Marcelo de Carvalho. III. Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia. III. Título.

CDD – 620

PROMOÇÃO

- Universidade Federal de Lavras (UFLA)

REALIZAÇÃO

- Departamento de Engenharia (DEG)

APOIO

- Universidade Federal de Lavras (UFLA)
- Departamento de Engenharia (DEG)
- Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFLA (PPGEA)
- Núcleos de Estudo e entidades de Extensão
- Centros Acadêmicos de Engenharia Agrícola, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Ambiental e Sanitária e ABI (CAs)
- Diretório Acadêmico de Engenharia Agrícola (DEAGRI)
- Programa de Ensino Tutorial da Engenharia Agrícola (PET Agrícola)
- Empresa Jr ENAGRI.
- Laboratórios.

PATROCÍNIO

- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
- Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG)
- Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé Ltda (COOXUPÉ)

COMISSÃO ORGANIZADORA

Presidente

- Ednilton Tavares de Andrade
-

Vice-Presidente

- Carlos Eduardo Silva Volpato
- Mirléia Aparecida de Carvalho

COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO

- Alessandro Torres Campos
- André Luiz Zangiacomo
- Daniel Augusto Pereira
- Danton Diego Ferreira
- Flávio Meira Borém
- Gabriel Araújo e Silva Ferraz
- Gilberto Coelho
- Giovanni Francisco Rabelo
- Jaqueline de Oliveira Castro
- Juliano Elvis de Oliveira
- Luiz Antonio Lima
- Luiz Gonsaga de Carvalho
- Marcelo de Carvalho Alves
- Mirléia Aparecida de Carvalho
- Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz
- Ricardo Rodrigues Magalhães
- Ronaldo Fia

Todos os autores se responsabilizam pela autenticidade, aspectos técnicos, forma de escrita e direitos autorais dos artigos apresentados e constantes desse livro, insentando os membros responsáveis pela organização do I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia de qualquer responsabilidade de tal natureza.

PALAVRAS DO PRESIDENTE DO I CONGRESSO MINEIRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA

Prezados professores, técnicos administrativos e alunos,

Neste ano foi realizado pelo Departamento de Engenharia da UFLA, o **I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia**, nos dias 23 a 27 de Novembro de 2015. Este evento surgiu a partir da necessidade de um evento que agregasse e reunisse as engenharias com suas especificidades, unindo os alunos, profissionais e comunidade em geral.

A proposta do **I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia** foi de integrar e apresentar ao público a interdisciplinaridade envolvida no desenvolvimento tecnológico, por meio dos mais novos estudos realizados pelas empresas públicas e privadas. Por isso, ele contempla as áreas de Engenharia Agrícola, Engenharia de Sanitária e Ambiental, Engenharia de Automação e Controle, Engenharia de Materiais, Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Engenharia Elétrica, Engenharia de Telecomunicações, Engenharia de Produção, Agronomia, Engenharia de Alimentos, Engenharia Florestal, Engenharia de Petróleo, Desenho Industrial, Engenharia de Agronegócios, Engenharia Metalúrgica, Arquitetura, Ciência da Computação, Geociências (Geografia, Geofísica, Ciência Ambiental), Física, Química, Farmácia, Nutrição, Matemática, Estatística, Segurança do Trabalho e Meio Ambiente.

O **I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia** foi criado com o objetivo de se tornar um evento de referência capaz de reunir os mais recentes estudos de inovação nas áreas de Engenharia e Tecnologia do Estado de Minas Gerais e demais regiões do país.

Ednilton Tavares de Andrade
Departamento de Engenharia (DEG)
Universidade Federal de Lavras (UFLA)

ARTIGOS – SESSÃO ORAL (I COMET)

* **AGRONOMIA (24/11/2015 16:30 às 17:30) – SESSÃO I**
AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO PROJETO MATOPIBA EM SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE PEDRO AFONSO – TO POR TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO COM CLASSIFICAÇÃO SEMIAUTOMÁTICA

* **ARQUITETURA (24/11/2015 16:30 às 17:30) – SESSÃO I**
CONFORTO E SUSTENTABILIDADE: ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

* **SEGURANÇA DO TRABALHO E MEIO AMBIENTE (24/11/2015 16:30 às 17:30) – SESSÃO I**
DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ÂMBITO DA UFLA

* **CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (24/11/2015 16:30 às 17:30) – SESSÃO II**
CORREÇÃO DIGITAL DAS DISTORÇÕES EM IMAGENS PROVENIENTES DE DIGITALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL
INJEÇÃO ELETRÔNICA MICROCONTROLADA DE BAIXO CUSTO PARA VEICULOS AUTOMOTORES ANTIGOS COM ENFASE NA REDUÇÃO DE GASES POLUENTES
MÉTODO DE CLASSIFICAÇÃO NÃO SUPERVISIONADA BASEADO EM CURVAS PRINCIPAIS

* **ENGENHARIA AGRÍCOLA (24/11/2015 16:30 às 17:45) – SESSÃO III**
ANÁLISE DE FLEXÃO ESTÁTICA EM MADEIRA A PARTIR DO MÉTODO DA VELOCIMETRIA POR IMAGEM DE PARTÍCULAS (PIV) UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE PARTÍCULAS
AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDO CAUSADO POR UM TRATOR AGRÍCOLA ACOPLADO A UMA COLHEDORA DE MILHO
DIFERENCIAÇÃO SUPERFICIAL DO SOLO POR MEIO DE TÉCNICAS ÓPTICAS
EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE BAMBU (Bambusa vulgaris)
AVALIAÇÃO DE UM MECANISMO FLUTUANTE PARA COLHEITA DE PLANTAS DE FEIJÃO (Phaseolus vulgaris L.)

* **ENGENHARIA AGRÍCOLA (25/11/2015 16:30 às 17:45) – SESSÃO IV**
IDENTIFICAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE FUNGOS EM LARANJAS A PARTIR DE IMAGENS DIGITAIS
LOGÍSTICA REVERSA NA DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS DE ÓLEO LUBRIFICANTE
MODELAGEM DE UMA HASTE EMPREGADA EM COLHEDORAS DE CAFÉ PELO MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS
TÉCNICA DE PULSO ULTRASSÔNICO PARA AVALIAÇÃO DE DANOS MECÂNICOS EM GRÃOS DE CAFÉ BENEFICIADOS
USO DE MODELAGEM FUZZY PARA PREDIÇÃO DA EFICIÊNCIA DE AQUECEDORES SOLARES EM SISTEMAS DE PISOS TÉRMICOS

* **ENGENHARIA CIVIL (25/11/2015 16:30 às 17:30) – SESSÃO V**
A UTILIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA UTILIZANDO O TIPO DE SONDAGEM SPT
A APLICABILIDADE DA GESTÃO DA QUALIDADE NA ENGENHARIA DE TRÁFEGO E A REDUÇÃO DOS CUSTOS DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO
AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO COM RESÍDUO DA BORRACHA DE PNEU EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO MIÚDO

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE UMA NOVA TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE CONCRETO A PARTIR DO REAPROVEITAMENTO DE EFLUENTES AQUOSOS DO SEGMENTO TÊXTIL

* **ENGENHARIA DE ALIMENTOS (25/11/2015 16:30 às 17:30) – SESSÃO VI**
EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE REVESTIMENTO NA QUALIDADE INTERNA DE OVOS DE CODORNA ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO
SULFATO DE FERRO E ÁCIDO ASCÓRBICO EM FILMES COMESTÍVEIS DE AMIDO

* **ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE (26/11/2015 16:30 às 17:45) – SESSÃO VII**
ANÁLISE DA TÉCNICA DE CORRELAÇÃO DIGITAL DE IMAGENS PARA MEDIÇÕES DE DESLOCAMENTO EM VIGAS EM BALANÇO
AUTOMAÇÃO DE UMA MÁQUINA DE TORREFAÇÃO DE CAFÉ UTILIZADA POR PEQUENOS PRODUTORES RURAIS
DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UMA CÓRNEA UTILIZANDO OTIMIZAÇÃO
MÉTODO DE COMPACTAÇÃO DE DISTÚRBIOS DE QUALIDADE DE ENERGIA EM REDES INTELIGENTES
MODELAGEM DE UM MÍSSIL BALÍSTICO PARA APLICAÇÃO DE UM CONTROLADOR RSLQR

* **ENGENHARIA DE MATERIAIS (26/11/2015 16:30 às 17:45) – SESSÃO VIII**
ANÁLISE DA RIGIDEZ DE FIBROCIMENTOS EXTRUDADOS REFORÇADOS COM NANOFIBRILAS CELULÓSICAS
AVALIAÇÃO NÃO DESTRUTIVA DE PAINÉIS OSB COM INCLUSÃO LAMINAR
DESENVOLVIMENTO DE FILMES COMESTÍVEIS A BASE DE QUITOSANA PARA REVESTIMENTO DE HORTALIÇAS
DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BLENDAS BIODEGRADAVEIS DE TPS/QUITOSANA/CLORAMINA T POR EXTRUSÃO
INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE ARGILA EM FILMES COMESTÍVEIS À BASE DE QUITOSANA

* **ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (26/11/2015 16:30 às 17:30) – SESSÃO IX**
ANÁLISE PRÁTICA POR MEIO DE SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS EM UMA INDÚSTRIA DE MÓVEIS
COOPERAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA: O DESAFIO DE TRANSFORMAR PESQUISA EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

* **ENGENHARIA ELÉTRICA - (26/11/2015 16:30 às 17:30) – SESSÃO IX**
MODELAMENTO TÉRMICO DE TRANSFORMADORES ELÉTRICOS A SECO
ESTIMATIVA E VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL DAS PERDAS SUPLEMENTARES OU ADICIONAIS EM MOTORES DE INDUÇÃO TRIFÁSICOS

* **ENGENHARIA FLORESTAL (26/11/2015 16:30 às 17:30) – SESSÃO IX**
TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO E CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE VISMIA BRASILIENSIS

* **ENGENHARIA MECÂNICA (27/11/2015 16:30 às 17:30) – SESSÃO X**
AVALIAÇÃO DOS MODOS DE VIBRAÇÃO E FREQUÊNCIAS NATURAIS DE UM TANQUE DE CONCENTRADO DE MINÉRIO DE FERRO
ESTUDO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE CÓRNEAS VIA SIMULAÇÕES NUMÉRICAS

* GEOCIÊNCIAS (GEOGRAFIA, GEOFÍSICA, CIÊNCIA AMBIENTAL) (27/11/2015 16:30 às 17:30) – SESSÃO X
VIABILIDADE DO USO DE IMAGENS MULTI-SENSOR: GRAU DE CONCORDÂNCIA ENTRE OS SENSORES RAPIDEYE, LANDSAT/TM E MODIS

* ENGENHARIA QUÍMICA E QUÍMICA (27/11/2015 16:30 às 17:30) – SESSÃO XI
INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO PROCESSO DE PIRÓLISE RÁPIDA DA TORTA DE MAMONA EM REATOR DE LEITO FLUIDIZADO
PRODUÇÃO DE BIODIESEL UTILIZANDO ÓXIDO DE CÉRIO COMO CATALISADOR
AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E QUALIDADE DE ÓLEO DE CAFÉS DE BAIXA QUALIDADE
PARÂMETROS DE RELAXAÇÃO DAS MOLECULAS DE ÁGUA COORDENADAS COM O δ-FeOOH(100) E $[MnH_3buea(OH)]^{-2}$: NOVOS AGENTES DE CONTRASTE PARA RMI

* ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (27/11/2015 16:30 às 17:30) – SESSÃO XII
ESTUDO DA VULNERABILIDADE E RISCOS DA PAISAGEM ADVINDOS DA POLUIÇÃO DIFUSA E PONTUAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CERCADINHO, LOCALIZADA EM BELO HORIZONTE – MG
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL POLUIDOR DO PERCOLADO GERADO EM LISÍMETROS DE GRANDES DIMENSÕES
INFLUÊNCIA DA MATÉRIA ORGÂNICA NO POTENCIAL POLUIDOR DO LIXIVIADO

ARTIGOS – SESSÃO POSTER (I COMET)

SESSÃO POSTER I (24/11/2015 10:30 às 11:00)
AVALIAÇÃO DO TEOR DE ÓLEO POR EXTRAÇÃO MECÂNICA EM SEMENTES DE NABO FORRAGEIRO
REAPROVEITAMENTO DE PNEUS NA CONSTRUÇÃO DE UM MURO DE ARRIMO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTROLE DE VERSÕES DE ARQUIVOS
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL APLICADO AO SETOR DE RECURSOS HUMANOS DO IFES - CAMPUS DE ALEGRE
AVALIAÇÃO E TESTES DE SOFTWARES DE APOIO AO TESTADOR
DATA WAREHOUSE: FERRAMENTA QUE ALIA NOVAS TÉCNICAS DE COMBINAÇÃO DE BASES DE DADOS E GEOPROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES SOBRE IMPACTOS E INTERFERÊNCIAS SOCIOAMBIENTAIS
SYSALMOX – UMA PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ALMOXARIFADO PARA O IFES – CAMPUS DE ALEGRE
ESTUDO DO FENÔMENO DE HIGROSCOPICIDADE DO CAFÉ DESPOLPADO
ESTUDO DO FENÔMENO DE HIGROSCOPICIDADE DO ENDOCARPO DO FRUTO DO CAFÉ
ANÁLISE DA RESISTÊNCIA MECÂNICA À COMPRESSÃO DE ARGAMASSA DE GESSO COM INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE SERRAGEM
ANÁLISE DE DEMPENHO DE UM PROTÓTIPO DE AQUECEDOR DE ÁGUA SOLAR PARA AQUECIMENTO DE PISO USANDO MATERIAIS ALTERNATIVOS
ENTROPIA E ENERGIA LIVRE DE GIBBS DA CASCA E POLPA DO ABACAXI
INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE RESÍDUOS NATURAIS DE CAFÉ EM CONCRETOS
INFLUÊNCIA DA DENSIDADE NA QUALIDADE E TEOR DE ÓLEO EM SEMENTES DE GIRASSOL
MECANIZAÇÃO DA COLHEITA EM LAVOURAS CAFEEIRAS NO MUNÍCIPIO DE CARMO DE MINAS, MG
AVALIAÇÃO DA EXATIDÃO E DA PRECISÃO DE MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DE IMAGEM LANDSAT 8 NA IDENTIFICAÇÃO DO USO DO SOLO
PROJETO E CONSTRUÇÃO DE CONJUNTO DE SILOS METÁLICOS EXPERIMENTAIS PARA ARMAZENAGEM DE GRÃOS OLEAGINOSOS
PROJETO E CONSTRUÇÃO DE MÁQUINA PARA COMPOSTAGEM
PROJETO E CONSTRUÇÃO DE SISTEMA DINAMOMÉTRICO PARA ENSAIO EM MOTOR MOVIDO A DIESEL E OU BIODIESEL
INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO BORRA DE TINTA PROVENIENTE DO POLO MOVELEIRO DE UBÁ – MG EM TIJOLOS ECOLÓGICOS
INFLUÊNCIA DOS AGREGADOS NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS
APRENDIZAGEM ATIVA E DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS DOCENTES NO ENSINO DE PROJETO ARQUITETÔNICO: UM ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
ESTUDO DE CASO: ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE UMA EDIFICAÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL E EM CONCRETO ARMADO
MUDANÇAS DA COBERTURA DA TERRA NA FLORESTA ESTADUAL ARARAS ENTRE 1996 E 2015: IMPLICAÇÕES PARA O USO SUSTENTÁVEL DE SEUS RECURSOS NATURAIS
MÁQUINA PARA PRODUÇÃO DE SABÃO A PARTIR DE ÓLEO RESIDUAL
CONTAMINAÇÃO POR COLIFORMES NO PERCOLADO DO SOLO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE EFLUENTES DA BOVINOCULTURA
A RÁPIDA DEGRADAÇÃO DA QUALIDADE HÍDRICA DE UM TRECHO DO CÓRREGO CERCADINHO NO MUNÍCIPIO DE BELO HORIZONTE - MG
ESTUDO DA VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NO LABORATÓRIO DE

ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
ANÁLISE QUALITATIVA DA BACIA DO CÓRREGO CERCADINHO, BELO HORIZONTE - MG
ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM CURSOS D`ÁGUA E NASCENTES NA SERRA DA MANTIQUEIRA UTILIZANDO GEOTECNOLOGIAS
ANÁLISE DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS - MINAS GERAIS, COM O USO DE GEOTECNOLOGIAS
ANÁLISE DE PRECISÃO DAS ESTIMATIVAS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIAL DERIVADAS DO SENSOR ORBITAL TRMM PARA LAVRAS, MG
AVALIAÇÃO E RECOMENDAÇÕES DE INTERVENÇÃO EM EDIFICAÇÕES POPULARES NA CIDADE DE SÃO JOÃO DEL-REI: O CASO DO ASSENTAMENTO DOM LUCAS
AVALIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA NO RIO VERDE - MG
DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES REGIONAIS APLICAVEIS A AVALIAÇÃO DO REGIME DE VAZÃO PARA RIO JAGUARI

SESSÃO POSTER II (25/11/2015 10:30 às 11:00)
AVALIAÇÃO DO EFEITO DE TÉCNICAS DE AERAÇÃO EM COMPOSTEIRAS
ESTUDO DO FENÔMENO DE HIGROSCOPICIDADE DO EXOCARPO DO FRUTO DO CAFÉ
ESTUDO DO FENÔMENO DE HIGROSCOPICIDADE DO ENDOSPERMA DO FRUTO DO CAFÉ
ANÁLISE DE FLEXÃO ESTÁTICA EM MADEIRA A PARTIR DO MÉTODO DA VELOCIMETRIA POR IMAGEM DE PARTÍCULAS (PIV) UTILIZANDO PONTOS DEFINIDOS COMO PARTÍCULAS
ANÁLISE DO MOMENTO DE RUPTURA DAS FIBRAS DE MADEIRA DE PINUS EM ENSAIO DE FLEXÃO ESTÁTICA OBSERVADOS PELO MÉTODO DA VELOCIMETRIA POR IMAGEM DE PARTÍCULAS E PELA MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAIOS
TEMPERATURA SUPERFICIAL DE CODORNAS JAPONESAS SUBMETIDAS A TEMPERATURAS ENTRE 20°C E 26°C
USO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NDVI E EVI NA AVALIAÇÃO DE MUDANÇAS EM ECOSSISTEMAS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO
AVALIAÇÃO DA DUREZA SUPERFICIAL DO CONCRETO PELO ESCLERÔMETRO DE REFLEXÃO (ESCLERÔMETRIA)
AVALIAÇÃO DA RESITÊNCIA NA PRIMEIRA SEMANA DA ARGAMASSA FEITA COM RESÍDUOS DA INDUSTRIA DE QUARTIZITO
CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DRYWALL, COMPARADO A OUTROS MÉTODOS SEMELHANTES
CONCRETO AUTOADENSÁVEL
CONCRETO PROTENDIDO
CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL
GESTÃO DE PROJETOS RESIDENCIAIS EM CONDOMÍNIO FECHADO
AS VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING
AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS GRÃOS CRUS DE COFFEA ARABICA L. DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE MINAS GERAIS
AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PATÊ DE CARNE DE CAPRINO E SORO DE QUEIJO
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE AMOSTRAS DE LEITE IN NATURA COMERCIALIZADOS NO MUNICÍPIO DE SALGUEIRO-PE
MONITORAMENTO DA PERDA DE MASSA E TEOR DE UMIDADE EM TOMATES REVESTIDOS COM PECTINA
MÁQUINA DE PURIFICAÇÃO DE GLICERINA
AVALIAÇÃO AMBIENTAL EM INSTALAÇÕES PARA CRIAÇÃO DE SUÍNOS COM DIFERENTES SISTEMAS DE CAMA SOBREPOSTA
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO SANTA CRUZ EM RELAÇÃO AO LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO DO CANIL DE LAVRAS, MG

AVALIAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA NO PERCOLADO DO SOLO APÓS A APLICAÇÃO DE EFLUENTES DA BOVINOCULTURA
ESTIMATIVA DA DOSAGEM IDEAL DE CLORETO FÉRRICO ATRAVÉS DE JAR TEST PARA TRATAMENTO DE ÁGUA
INFLUÊNCIA DA MATÉRIA ORGÂNICA NA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
RECICLA-ÓLEO: SISTEMA DE COLETA, TRATAMENTO E USO DE ÓLEOS E GORDURAS RESIDUAIS
AVALIAÇÃO DO USO DE ÓLEOS RESIDUAIS NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL
AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E O IMPACTO NA TRANSMISSÃO DA INFORMAÇÃO
ANÁLISE HISTÓRICA DOS DESLIZAMENTOS DE TERRA NA CIDADE DE UBÁ MG
COMPARATIVO ENTRE AS LAJES MACIÇAS E LAJES TRELIÇADAS UNIDIRECIONAIS
A IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
ARMAZENAMENTO DE TOMATES REVESTIDOS COM PECTINA: EVOLUÇÃO DA ACIDEZ E PH

SESSÃO POSTER III (26/11/2015 10:30 às 11:00)
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE EREMANTHUS ERYTHROPAPPUS1 INOCULADAS COM AZOSPIRILLUM BRASILENSE
INFLUÊNCIA DO MÓDULO DE FINURA DA AREIA NATURAL NAS PROPRIEDADES DO CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND
ESTUDO DO FENÔMENO DE HIGROSCOPICIDADE DO MESOCARPO DO FRUTO DO CAFÉ
AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE COMPÓSITO DE GESSO COM ADIÇÃO DE FIBRA DE COCO
AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE BLOCOS DE CONCRETO COM 48 HORAS DE CURA
ESTUDO DE DEFORMAÇÃO EM PILARES UTILIZANDO A TÉCNICA DE VELOCIMETRIA POR IMAGEM DE PARTÍCULAS (PIV)
ESTUDO DE VAZÕES MÁXIMAS NO RIO SÃO FRANCISCO A JUSANTE DA HIDROELÉTRICA DE XINGÓ
UTILIZAÇÃO DE IMAGENS LANDSAT PARA O ESTUDO DA DINÂMICA DO USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE OLIVEIRA, MG, NOS ANOS DE 2003 E 2013.
DESAFIO ESTRUTURAL: O CANTEIRO DE OBRAS COMO SALA DE AULA
EMPREGO DE GESSO NA CONSTRUCAO CIVIL E A GESTAO DOS RESÍDUOS GERADOS
ESTUDO DE LAJES NERVURADAS: APLICAÇÃO E ASPECTOS ECONÔMICOS
ESTUDOS DOS FATORES RESPONSÁVEIS PELOS ACIDENTES DE TRÂNSITO NA CIDADE DE UBÁ/MG
FATORES QUE INFLUENCIAM NO CUSTO DE OBRAS
APLICAÇÕES DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MEIO RURAL: UMA REVISÃO
AVALIAÇÃO DE DISTÚRBIOS DE QUALIDADE DA ENERGIA EM FORNOS A ARCO
CONTROLE AUTOMATIZADO DE BAIXO CUSTO EM FORNOS PARA TRATAMENTOS TÉRMICOS EM AÇOS
A MANUTENÇÃO COMO FATOR IMPORTANTE NA PRODUTIVIDADE DA INDÚSTRIA
ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DO PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA SORVETERIA NO CENTRO OESTE DE MINAS GERAIS
UTILIZAÇÃO DO MAPA DE FLUXO DE VALOR EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA
MÁQUINA DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO RESIDUAL
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTE LÍQUIDO DO CANIL DE LAVRAS, MG
AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS NITROGENADOS NO PERCOLADO DO SOLO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE EFLUENTES DA BOVINOCULTURA

AVALIÇÃO DO SISTEMA DE DESAGUAMENTO DOS RESÍDUOS GERADOS NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA UFLA
ANÁLISE ESPACIAL DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO MUNICÍPIO DE NAZARENO, MG
ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CARRANCAS, MINAS GERAIS
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE DIFERENTES CLASSIFICADORES A PARTIR DE IMAGENS RAPIDEYE
AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA DO RESERVATÓRIO DE FURNAS NOS ANOS DE 2013 E 2015, UTILIZANDO IMAGENS LANDSAT 8
CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA BACIA DO CÓRREGO CERCADINHO, BELO HORIZONTE – MG
CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL DOS USOS DO ENTORNO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS URBANOS EM LAVRAS-MG
GEOLOGIA DA SERRA DO CARAÇA – MG: PERFIS REAIS
SISTEMA DE CONTENÇÃO DE TALUDES: TÉCNICA APLICADA A ASSOCIAÇÃO DE PLANTAS DISTINTAS EM UM TALUDE NO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BELO HORIZONTE - UNIBH
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA SIMPLIFICADO PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL
A NORMALIZAÇÃO DO TURISMO DE AVENTURA NO BRASIL: FOCO NA SEGURANÇA

SESSÃO POSTER IV (27/11/2015 10:30 às 11:00)
PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UMA ESTRUTURA PARA ENSAIO COM COMPOSTAGEM
BEM-ESTAR DE GALINHAS POEDEIRAS CRIADAS SOB DIFERENTES TIPOS DE TELHAS DE ARGAMASSA
CLASSIFICAÇÃO NÃO SUPERVISIONADA DE IMAGEM LANDSAT-5 POR MEIO DE DIFERENTES INTERAÇÕES ENTRE CLASSES NO MAPEAMENTO DE USO DO SOLO EM SEROPÉDICA - RJ
CONSTRUÇÃO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO VISANDO AGRICULTURA DE PRECISÃO
ESTUDO DA DISSIPAÇÃO DE CALOR EM FRANGOS DE CORTE DURANTE AS DUAS PRIMEIRAS SEMANAS DE VIDA
ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS, MECÂNICAS E TÉRMICAS DE TELHAS DE CONCRETO FABRICADAS COM ADIÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS ISOLANTES
FISSURAS E TRINCAS NAS ALVENARIAS EM OBRAS DE CONCRETO ARMADO
GERENCIAMENTO DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL
MÉTODO DE EXECUÇÃO DE OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO
O SISTEMA PRODUTIVO E A PAVIMENTAÇÃO COM BLOCOS INTERTRAVADOS
PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E MEDIDAS DE RECUPERACAO
PREVENÇÃO DOS RISCOS DE ACIDENTES EM OBRAS DE FUNDAÇÕES DO TIPO TUBULÃO
ESTUDO COMPARATIVO DE AÇÕES DE UM CONTROLE LIGA/DESLIGA E UM CONTROLADOR PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO (PID)
USO DA PLATAFORMA ARDUINO NA INTERDISCIPLINARIDADE DO ENSINO FUNDAMENTAL EM ESCOLAS PÚBLICAS
USO DO KIT LEGO NA INTERDISCIPLINARIDADE DO ENSINO FUNDAMENTAL EM ESCOLAS PÚBLICAS
AVALIAÇÃO NÃO DESTRUTIVA DE PAINÉIS OSB PRODUZIDOS COM INCORPORAÇÃO DE MARAVALHA DE PINUS
PROPRIEDADES DE PAINÉIS OSB PRODUZIDOS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE MARAVALHAS
TESTES E CERTIFICAÇÃO DE CABOS DE REDE UTP CAT5E COM O EQUIPAMENTO FLUKE NETWORKS DTX-1800
TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO E CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE

DALBERGIA MISCOLOBIUM
CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS GERADOS NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA UFLA
COMPARAÇÃO DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DE ÁGUA E CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS NO RIO VERDE, A JUSANTE DE SOLEDADE DE MINAS - MG
DESEMPENHO DA COMPOSTAGEM DE DEJETOS DO CANIL DE LAVRAS, MG
DESTINAÇÃO DE COPRODUTOS DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NA NUTRIÇÃO VEGETAL
RECUPERAÇÃO ARBÓREA DE UM TRECHO DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (NASCENTE) DOMINADA PELO CAPIM-ELEFANTE (PENNISETUM PURPUREUM, SCHUM.) NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE - MG
UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO COMO INOCULANTE PARA ACELERAÇÃO DA COMPOSTAGEM
VULNERABILIDADE DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO VERMELHO
POTENCIAL DA BORRA DO CAFÉ – APLICAÇÕES SUSTENTÁVEIS
DIAGNÓSTICO DAS INFRAÇÕES AMBIENTAIS OCORRIDAS NA ÁREA DO 1º GRUPO DE POLÍCIA MILITAR DO MEIO AMBIENTE LAVRAS/MG NO ANO DE 2009
ESTUDO DO FENÔMENO DE HIGROSCOPICIDADE DOS FRUTOS DO CAFÉ
ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE EREMANTHUS ERYTHROPAPPUS EM DIFERENTES SUBSTRATOS
ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE DIFERENTES CLONES DE EREMANTHUS ERYTHROPAPPUS

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A IMPORTÂNCIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

THAÍS RIBEIRO DA SILVEIRA[1], FLAVIA TEIXEIRA OLIVEIRA[2], RENATA CARDOSO LEITÃO[3], ISRAEL IASBIK[4], JOSÉ DAMATO NETO[5]

[1] Graduanda em Engenharia de Produção, Fundação Presidente Antônio Carlos, (32)8440-8206, thaissilveira.r@gmail.com
[2] Bacharel em Engenharia Civil, Fundação Presidente Antônio Carlos,
[3] Graduanda em Engenharia de Produção, Fundação Presidente Antônio Carlos
[4] Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, israeliasbik@gmail.com,
[5] Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamato@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A impermeabilização é o processo da construção civil onde é minimizada a ocorrência da umidade. Embora seja muito importante para a edificação, vem sendo relegada, na maioria das vezes por contenção de custos e desinformação, resultando no aparecimento de patologias relacionadas à umidade. O objetivo deste trabalho é apresentar a elaboração do projeto, a influência da escolha correta do sistema impermeabilizante, apresentar os principais tipos de materiais usados atualmente, dando ênfase nos cuidados que se devem ter na execução dos detalhes construtivos. A realização da impermeabilização durante a construção minimiza os custos, quando é feita só após aparecerem as patologias os custos ficam mais elevados, pois nos locais onde possuem necessidade de impermeabilizar sempre recebem revestimentos.
PALAVRAS–CHAVE: Impermeabilização, Custos, Umidade.

THE WATERPROOFING IMPORTANCE OF CONSTRUCTION

ABSTRACT: Waterproofing is the process of construction in which the presence of moisture is eliminated. It is a very important step for the building, but it has been relegated, mostly for cost containment and misinformation, resulting in the appearance of pathologies. The objective this work is elaboration of the project was presented, the correct choice of the moisturizing system, as well as the main types of materials used nowadays and placing emphasis on the main precautions which should be taken in the execution of construction details. The realization of waterproofing during construction minimizes costs. When is made only after appearing the pathologies costs are higher because in places where it has need of waterproof always receive coatings.
KEYWORDS: Waterproofing, Cost, Moisture.

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade já era possível observar alguns danos presentes nas construções provenientes de chuvas, vapores e da água que ascendia do solo. Com intuito de sanar estas anomalias que poderiam causar eventuais infiltrações, surgiram então os primeiros

produtos que teriam a finalidade de atuarem como impermeabilizantes. Com a evolução da engenharia, foram aprimorados os materiais e os métodos utilizados para proteger as construções de fatores relacionados à umidade. De acordo com Pozzoli (1991) os asfaltos e alcatrões devido as suas características de estanqueidade foram os materiais que mais se destacaram.

No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI, 1999), os primeiros sistemas de impermeabilização utilizavam óleo de baleia na mistura das argamassas, para o assentamento de tijolos e revestimentos das paredes das obras que necessitavam desta proteção. As primeiras normas brasileiras de impermeabilização na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) só ganharam impulso com as obras do Metrô da cidade de São Paulo, no ano de 1968.

Apesar do surgimento de novas tecnologias e do aprimoramento de seus métodos de aplicação tornando a sua utilização mais simples, a impermeabilização não está presente em todas as obras, por não ter função estrutural e pelas obras sempre receberem algum tipo de revestimento tornando a impermeabilização invisível. Sendo assim os construtores não utilizam os sistemas impermeabilizantes para minimizar os custos e acaba passando despercebido pelos compradores.

Mesmo sabendo que a impermeabilização protege a construção de patologias indesejáveis, a maioria dos construtores opta por não fazê-la. De acordo com o presidente do Comitê de Habitação da Ordem dos Advogados do Brasil (OAB) de São Paulo, Tapi (2014), um site de reclamações na internet mostra que nos três primeiros meses deste ano, o número de relatos sobre problemas de infraestrutura em prédios recém-entregues subiu 36 % em relação ao mesmo período do ano passado, sendo a principal das reclamações a falta de impermeabilização.

O objetivo do presente trabalho é apresentar de uma forma geral sobre a impermeabilização na construção civil, devido a sua grande importância frente aos inúmeros problemas provocados pela água em seus diferentes estados físicos que poderiam ser evitados e será descrito os tipos de impermeabilização mais usuais atualmente. Bem como expor os detalhes construtivo que devem ser fiscalizados pelo engenheiro, projetista e encarregado durante a aplicação da impermeabilização em uma edificação.

MATERIAL E MÉTODOS

A impermeabilização conforme Trauzzola (1998) é considerada uma barreira física, com a finalidade de evitar a percolação da água indesejável, ou de dirigi-la para os pontos de escoamento fora da área que se deseja proteger. Não há dúvidas de que a umidade é a responsável por muitas das patologias que aparecem nas edificações ao longo de sua utilização, e que contribui de modo a afetar negativamente não só as estruturas da construção, como a saúde dos usuários. A umidade pode causar corrosão na armadura, degradação do concreto e argamassa, eflorescência, mofos, bolhas nas tintas e curtos circuitos. Destacando assim a grande importância da impermeabilização.

Segundo Porcello (1998) quando a impermeabilização é deixada de lado e só é feita após aparecerem os problemas, suas despesas podem chegar a um gasto de reparo na ordem de 5 % a 10 % do custo total da obra. Este valor pode aumentar significativamente, pois os locais que necessitam da impermeabilização podem possuir revestimentos de alto valor.

Muitos problemas associados às impermeabilizações podem ser encontrados e eliminados ao se planejar já nos primeiros estágios do desenvolvimento da construção, onde já se sabe de todos os pontos críticos destas e onde deve ter maior cuidado ao se construir.
Para se obter um bom resultado na impermeabilização de fundações e de lajes há alguns fatores que devem ser realizados como por exemplo: fazer projetos de impermeabilização adequados, contratar mão de obra especializada e qualificada, exigir materiais que sigam a normatização, selecionar o sistema impermeabilizante adequado a ser utilizado na construção e fazer os detalhes construtivos de caimento, regularização, entre outros exigidos na norma. Se esses fatores não forem levados em consideração podem ocasionar diversos problemas patológicos na edificação. Devido à importância desses fatores, para um bom desempenho na impermeabilização, serão discutidos no decorrer desse trabalho.

Projetos
O projeto de impermeabilização para as edificações, não é apenas uma questão de cumprimento de norma técnica, mas uma necessidade que possibilita o bom planejamento, execução, fiscalização e facilidade caso necessite de manutenção dos sistemas impermeabilizantes. Garantindo um melhor desempenho na construção, além de maior margem de lucro e maior satisfação dos usuários. A inexistência do projeto tem gerado insucesso na estanqueidade da obra.
Faria (2009) relata que a formação técnica específica em impermeabilização ainda é permeada por obstáculos. A pouca preocupação do mercado com os projetos de impermeabilização reflete na falta de oferta de pós-graduações no segmento, os cursos mais comuns encontrados são os oferecidos pelos fabricantes.
Além de entregar os projetos, o projetista também auxilia o construtor na escolha da empresa fornecedora dos produtos, na contratação e fiscalização dos trabalhadores da empresa aplicadora. A falta de responsabilidade ou preparo de alguns aplicadores podem colocar em risco o desempenho do sistema de impermeabilização, com prejuízo futuro para a obra. Como ocorre em outros sistemas da edificação, quanto mais detalhado o projeto, menores os riscos de improvisos e problemas durante a execução do serviço.
Segundo Mattos (2010) o primeiro passo do roteiro do planejamento de um projeto consiste em identificar as atividades que serão levadas em consideração pelo projetista e que irão compor o cronograma geral. Essa etapa de identificação das atividades requer especial atenção, porque é onde apresenta o objetivo do projeto em unidades de trabalho mais simples e de manuseio mais fácil. A identificação das atividades não deve ser trabalho de uma única pessoa, é preciso que haja a contribuição e a participação de todos os envolvidos no projeto. A omissão de uma atividade ou de uma série delas é um problema que pode assumir proporções gigantescas no futuro. Se uma parte do cronograma não for contemplada, a obra poderá ter atraso e aumento de custo. Desmembrar o projeto em atividades não é trabalho dos mais simples, invariavelmente, exige leitura cuidadosa de desenhos, plantas e entendimento da metodologia construtiva a ser empregada.
A seleção e o projeto de impermeabilização para as edificações e construções em geral são definidos, no Brasil, com base na NBR 9575 (ABNT, 2003), que tem como objetivo estabelecer as exigências e recomendações para atendimento das condições mínimas de proteção da construção contra a passagem de fluidos, bem como a salubridade, segurança e conforto do proprietário, garantindo a estanqueidade das partes construtivas que as requeiram. Todos os elementos gráficos e descritivos do projeto devem ser elaborados por um profissional que possua qualificação para exercer esta responsabilidade técnica, deve ser

legalmente habilitado pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) ou pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) e emitir a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2003) o projeto de impermeabilização deve ser desenvolvido em conjunto e compatibilizado com os demais projetos de construção, tais como arquitetura, estrutural, hidráulico-sanitário, águas pluviais, gás, elétrico, revestimento, paisagismo e outros, de modo, a serem previstas as correspondentes especificações de dimensões, cargas, ensaios e detalhes construtivos. A integração entre esses projetos é essencial para que se tenha um bom resultado no produto final.

O projeto de impermeabilização define integralmente as características de todos os sistemas empregados em uma dada construção, de forma a orientar claramente a produção deles. A elaboração do projeto de impermeabilização é constituída por duas fases de projetos que se complementam, o projeto básico e o projeto executivo.

O projeto básico, segundo a própria indicação do nome, se resume a definir as áreas que serão impermeabilizadas, as especificações dos sistemas utilizados, assim como os detalhamentos gerais. Deve conter no projeto básico um conjunto de informações gráficas e descritivas que definem as soluções de impermeabilização a serem adotadas, como: memorial descritivo dos tipos de impermeabilização selecionados para os diversos locais, plantas de localização, identificação das impermeabilizações e dos locais de detalhamento construtivo.

O projeto executivo aprofunda ainda mais nos sistemas de impermeabilização adotados nos projetos básicos, com detalhes e especificações de todos os métodos construtivos.

A norma NBR 9575 (ABNT, 2003), descreve que o projeto executivo pode ser feito após o projeto legal de arquitetura, mas deve estar concluído antes da execução da fundação da edificação. Deve conter: memoriais descritivos de materiais, camadas de impermeabilização, procedimentos de execução, procedimentos de segurança do trabalho, planilhas de quantitativos de materiais, descrição de ensaios de campo, descrição de ensaios tecnológicos, plantas de localização, plantas de identificação das impermeabilizações, definido os locais de detalhamento construtivo, detalhes genéricos e específicos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização projetadas.

Escolha da impermeabilização

De acordo com Martins (2013) um dos erros recorrentes em projetos é usar sistemas impermeabilizantes inadequados para a área. O sistema a ser usado deve ser escolhido conforme circunstancias em que serão selecionadas para a edificação, por isso a importância do projetista analisar caso a caso, pois cada construção terá uma solicitação diferente. Durante a concepção do projeto de impermeabilização é possível alcançar uma maior eficiência a partir da escolha dos materiais e sistemas que serão aplicados de acordo com as características dos projetos a serem executados. Quando é realizada a escolha da impermeabilização se depara com os fatores técnicos e econômicos a serem levados em consideração.

Souza e Melhado (1998) afirmam que os principais fatores econômicos que devem ser analisados são: atender aos requisitos de desempenho, a máxima racionalização construtiva, a adequação do sistema de impermeabilização aos demais subsistemas, elementos e componentes do edifício, custo compatível com o empreendimento, durabilidade do sistema, facilidade de execução, produtividade e método construtivo.

Sabbatini (*et al.,* 2006) descreve que os principais fatores técnicos que devem ser analisados na escolha são: pressão hidrostática, frequência de umidade, exposição ao sol, exposição a cargas, movimentação da base e extensão da aplicação. De acordo com a NBR 9575 (ABNT,

2003) outro fator técnico a ser analisado e de grande importância na hora da escolha do produto impermeabilizante a ser usado, é a solicitação imposta pelos fluidos nas partes construtivas que requeiram estanqueidade, ela pode ocorrer de quatro formas distintas, conforme a seguir: imposta pela água de percolação, pela água de condensação, pela umidade do solo e pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

Tipos de sistemas impermeabilizantes

Os sistemas impermeabilizantes podem ser divididos em rígidos e flexíveis, a seguir estes sistemas serão descritos, também serão apresentados os principais tipos de impermeabilizantes utilizados atualmente nas edificações.

Impermeabilização rígida

A NBR 9575 (ABNT, 2003) define a impermeabilização rígida como o conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas não sujeita à fissuração.

Os sistemas rígidos não são utilizados em estruturas sujeitas à movimentação, pois não trabalham junto com a estrutura. Seu emprego se dá principalmente em elementos enterrados, mais estáveis, como proteção contra a umidade proveniente do solo. É utilizado em reservatórios, piscinas, caixas d'água enterradas, fundações, cortina de contenção, cisternas, rodapé, subsolos, pisos, paredes de encosta e além de áreas frias, como banheiros, lavabos, cozinhas, áreas de serviço, entre outros.

Esses impermeabilizantes são considerados como sendo de fácil aplicação. São comercializados como produtos bicomponente, uma parte em pó e outra líquida, ou em forma de pintura, incorporam-se à estrutura protegida e, com uma cura adequada, apresentam baixa porosidade e grande estanqueidade.

Segundo Ferreira (2012) os impermeabilizantes rígidos mais utilizados nas edificações são: argamassa impermeável com aditivo hidrófugo, argamassa polimérica, cimento cristalizante para pressão negativa e cimento modificado com polímero.

Impermeabilização flexível

A NBR 9575 (ABNT, 2003) define a impermeabilização flexível como um conjunto de materiais ou produtos apropriados para serem utilizados nas partes construtivas sujeitas à fissuração.

Os sistemas flexíveis são utilizados em estruturas sujeita à movimentação, pois trabalham junto com a estrutura. Aplica-se muito em terraços expostos ou não ao sol, também são utilizados em: juntas de dilatação, banheiros, cozinhas, reservatório elevado, entre outros locais. Esse sistema pode ser ou não estruturado. Os estruturantes têm função de resistir aos esforços de tração, que é a força aplicada perpendicularmente ao local a ser impermeabilizado. Como principais estruturantes utilizam-se: a tela de poliéster termo estabilizada, o véu de fibra de vidro e o não tecido de poliéster. O tipo de estruturante é definido conforme as solicitações do dimensionamento do projeto.

Segundo Ferreira (2012) para poder melhor entender os sistemas impermeabilizantes flexíveis, é preciso separar em três tipos de qualidades diferentes: mantas asfálticas, membrana moldada no local e membranas sintéticas. Suas características e aplicações serão discutidas a seguir.

Mantas asfálticas

No Brasil, é a norma NBR 9952 (ABNT, 1998), que estabelece os requisitos e os métodos de ensaios a serem realizados para manta asfáltica com armadura para impermeabilização. Essa norma descreve que as mantas devem possuir as seguintes características: apresentar compatibilidade entre seus constituintes e que sejam bem distribuídos, suportar os esforços atuantes, apresentar superfície plana com espessura uniforme, ser impermeáveis, resistente à umidade, sem apresentar alteração de seu volume quando em contato com a água e resistir ao envelhecimento.

As mantas asfálticas atualmente são um dos materiais mais utilizados na impermeabilização. A manta é pré-fabricada, sendo formada por um elemento estruturante central, podendo ser de filme de polietileno, véu de fibra de vidro, não tecido de poliéster e tela de poliéster, que conferem ao produto grande resistência mecânica, que é a capacidade de suportar as solicitações externas sem sofrer deformações plásticas, e sendo recoberto em ambas as faces por produtos derivados do cimento asfáltico de petróleo (CAP). O CAP é obtido através da destilação de petróleo, de acordo com Bauer (2010) os cimentos asfálticos de petróleo são aglomerantes termoplásticos, que variam a sua consistência de firme a duro, em temperaturas normais, e que devem ser aquecidos até atingir a condição de fluidos, conveniente ao seu emprego. A NBR 9952 (ABNT, 1998) define os tipos de asfaltos que podem ser utilizados na fabricação das mantas, que são: os asfaltos elastoméricos, que são modificados através de polímeros naturais ou sintéticos que se caracterizam por apresentar deformação elástica proporcional à tração aplicada, os asfaltos plastoméricos, que são modificados através de polímeros naturais ou sintéticos que se caracteriza por apresentar deformação residual quando submetido a tensões que ultrapassam seu limite elástico, e os asfaltos oxidados, que são obtidos pela passagem de uma corrente de ar através de uma massa de asfalto destilado de petróleo em temperatura adequada.

A utilização da manta é indicada para estruturas sujeitas a movimentação, fissuras e com dimensões superiores a 50 metros quadrados. De acordo com Ferreira (2012) muitos profissionais a utilizam em espaços menores, mas quanto menor a área para aplicá-la, maior a possibilidade de falha de execução, devido à necessidade de recortes e emendas, sendo que são neles onde ocorre o maior número de falhas na execução. A NBR 9952 (ABNT, 1998) descreve que as emendas devem ter uma sobreposição mínima de 100 mm nos sentidos longitudinal e transversal.

O método de aplicação desse sistema impermeabilizante é realizado após a preparação da superfície, com a camada regulamentadora com a inclinação de acordo com a norma, é aplicada uma camada de primer, que é utilizado para promover a aderência entre o sistema de impermeabilização com a superfície a ser impermeabilizada, após aguardar o tempo de secagem do primer é aplicada a manta, sendo executada com auxílio da chama de maçarico a gás, é importante que na aplicação da manta os funcionários estejam utilizando os Equipamentos de Segurança Individual (EPI) devido ao manuseio do fogo. Após sua aplicação deverá ser feito o teste de estanqueidade, deve mandar uma lâmina de água sobre a superfície por 72 horas para verificar possíveis infiltrações.

As principais vantagens das mantas asfálticas são: espessura constante, fácil controle e fiscalização, aplicação do sistema de uma única vez, menor tempo de aplicação e não é necessário aguardar a secagem. De acordo com Corsini (2011), o consumo da manta asfáltica estima-se uma média de 1,15 m² de manta para cada metro quadrado, devido a sobreposições e arremates.

Membranas moldadas no local

A impermeabilização moldada no local é obtida pela aplicação, a frio ou a quente, de sucessivas demãos de um impermeabilizante líquido na superfície a ser tratada que, depois de seco, se converte numa membrana flexível. De acordo com Ferreira (2012) os produtos desse sistema impermeabilizante variam em relação à flexibilidade, à resistência aos raios solares e aos procedimentos de aplicação, entre outros aspectos. O sistema moldado no local é indicado para espaços menores ou de difícil acesso.

A principal vantagem das membranas em relação às mantas é que as membranas não apresentam emendas, onde há mais erros na execução, e a principal desvantagem de acordo com Cichinelli (2004), é que as membranas exigem um rígido controle da espessura e, consequentemente, da quantidade de produto a ser aplicado por metro quadrado, sendo está uma falha difícil de visualizar. Para obter um bom resultado deve-se utilizar produtos normatizados e mão de obra especializada.

Este sistema impermeabilizante é regido pela norma NBR 13724 (ABNT, 2008), que determina as características e requisitos necessários para garantir o desempenho do sistema. Tais sistemas podem ser classificados quanto à forma de aplicação, a quente ou a frio. Após a aplicação da membrana tanto a frio quanto a quente deve-se ser feito o teste de estanqueidade, aplicando uma lamina d'água durante 72 horas para verificar possíveis vazamentos.

As membranas asfálticas moldadas a frio são sistemas asfálticos aplicados em forma de pintura, emulsão ou solução, com o produto na temperatura ambiente, dispensando o uso de equipamentos de aquecimento, assim minimizando os riscos de queimaduras. Já as membranas asfálticas moldadas a quente se caracteriza pela aplicação em alta temperatura dos produtos e a necessidade de utilização de equipamentos para derretê-los e aplicá-los. Tanto as membranas moldadas a frio e a quente podem ser utilizadas na impermeabilização de áreas como: lajes horizontais externas, banheiros, cozinhas, áreas de serviço, terraços, sacadas, etc. De acordo com a Viapol (2012) o consumo deste produto gira em torno de 4,0 Kg/m².

Manta sintética

As mantas sintéticas são pré-fabricadas à base de diferentes tipos de materiais sintéticos, como por exemplo: polietileno de alta densidade (PEAD), policloreto de polivinila (PVC), etileno propileno terpolímero (EPDM), entre outros. Esses sistemas impermeabilizantes adaptam-se com facilidade a locais sujeitos a movimentações e vibrações, também são resistentes aos raios ultravioleta e a ataques químicos.

As mantas sintéticas com os materiais de EPDM e PEAD são mais indicadas para obras de maior porte, como lagos artificial, aterros sanitários e tanques. Já as mantas que possuem os materiais de PVC são bastante usadas em obras de edificações.

Além de proteger as estruturas, a impermeabilização com os materiais sintéticos também tem o intuito de preservar o meio ambiente, criando uma barreira física que evita a contaminação do solo e dos lençóis freáticos. Alguns materiais são fabricados na cor branca para poder ajudar na reflexão dos raios solares, assim, diminuindo a temperatura no interior da edificação e em seu entorno. Atualmente estes sistemas são bastante procurados em função da certificação para edifícios sustentáveis. Sistema de uma única vez, menor tempo de aplicação e não é necessário aguardar a secagem. De acordo com Corsini (2011) o consumo da manta sintética tem a mesma estimava média da manta asfáltica, de 1,15 m² de manta para cada metro quadrado, devido a sobreposições e arremates.

Custos dos sistemas impermeabilizantes

A TABELA 1 apresenta os custos dos sistemas impermeabilizantes discutidos no trabalho.

Tabela 1Apresentação dos custos dos sistemas impermeabilizante

Tipo de Impermeabilizante	Comércio	Und.	Custo (R$)	Comércio	Und.	Custo (R$)
Argamassa Impermeável com Aditivo Hidrófugo	A	18 Litros	49,90	B	18 Litros	51,30
Argamassa Polimérica		18 Quilos	34,99		18 Quilos	44,90
Cimento Cristalizante para Pressão Negativa		18 Quilos	38,90		18 Quilos	45,99
Cimento Modificado com Polímero		18 Quilos	142,90		18 Quilos	150,00
Mantas Asfálticas		10 Metros	171,00		10 Metros	189,00
Membrana Moldada no Local		3,90 Quilos	32,90		3,90 Quilos	32,90
Manta Sintética		Não foi encontrado			Não foi encontrado	

Para a confecção da TABELA 1 foi realizada uma comparação de preços entre dois comércios, o comércio A e a B, situados em Ubá. A comparação foi realizada com o preço dos produtos sem levar em consideração a aplicação. O sistema impermeabilizante membrana sintética, por ser um produto novo no mercado, ainda não é comercializado nas lojas pesquisadas.

Utilizando as informações da TABELA 1, foi feito uma comparação dos sistemas impermeabilizantes mais vendidos na cidade, que são: a argamassa polimérica como impermeabilizante rígido, tendo um custo médio de R$ 39,95 e a manta asfáltica como impermeabilizante flexível, tendo um custo médio de R$ 180,00.

Como nessas duas empresas não foi encontrado o valor da manta sintética, foi realizada uma nova pesquisa de preço utilizando a internet. Foi encontrado um valor médio de R$479,39, sendo comercializada em rolo com 6 m² de manta.

CONCLUSÕES

Mesmo devida a sua grande importância a impermeabilização ainda não se encontra presente em todas as obras, com isso surgindo as patológicas ocasionadas pela umidade, que pode gerar gastos elevados na recuperação e desconforto ao consumidor.

As construtoras não têm a obrigação de se realizar o projeto de impermeabilização, mas a norma NBR 15575 (ABNT, 2013) de desempenho leva em consideração a estanqueidade da obra devida a água, sendo de suma importância para evitar processos deletérios dos materiais e componentes, mas sobretudo para evitar a proliferação de fungos e doenças respiratórias.

Para a realização do projeto de impermeabilização é importante que o projetista se tenha um bom conhecimento do local onde será impermeabilizado, do material impermeabilizante a ser utilizado e dos métodos de aplicação. Deve-se analisar cada local separadamente, pois cada um terá uma solicitação diferente, com está analise é possível alcançar uma maior

eficiência e diminuição dos custos. Os locais onde deve-se impermeabilizar são: lajes, caixa d'água, piscina, fundações, subsolos, banheiro, cozinha, varanda e área de serviço.

Durante o processo da execução da impermeabilização é importante ter um bom conhecimento dos detalhes construtivos para se realizar a fiscalização. Após a execução da impermeabilização o passo seguinte é observar sua estanqueidade, é o processo onde se analise se houve algum vazamento.

A impermeabilização é uma importante etapa de uma obra e não pode ser relegada a um segundo plano e deve ser executada por bons profissionais, caso isso não aconteça, será mais oneroso executar a impermeabilização e os possíveis reparos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 13724**. Membrana asfáltica para impermeabilização com estrutura aplicada a quente, Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 15575**. Edificações habitacionais: Desempenho, rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 9952**. Manta asfáltica para impermeabilização, Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR. 9575**. Impermeabilização: Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2003.

CICHINELLI, Gisele. **A evolução das membranas moldadas in loco**. **Téchne**, São Paulo, n. 87, jun. 2004. Disponível em: <http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/a-evolucao-das-membranas-moldadas-in-loco-79668-1.aspx> Acesso em: 15 out. 2014.

CORSINI, Rodnei. **Impermeabilização com manta asfáltica. Construção**, São Paulo, n. 122, set. 2011. Disponível em: <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/122/artigo298911-1.aspx> Acesso em: 27 nov. 2014.

FARIA, Renato. **Projetista de impermeabilização.** Téchne, São Paulo, n. 146, maio 2009. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/146/carreira-projetista-de-impermeabilizacao-287655-1.aspx> Acesso em: 17 out. 2014.

FERREIRA, Romário. Conhecendo os impermeabilizantes. **Equipe de obra**, São Paulo, n. 44, fev. 2012. Disponível em: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/44/conhecendo-os-impermeabilizantes-veja-quais-sao-os-sistemas-de-245388-1.aspx> Acesso em: 15 out. 2014.

IBI. **Instituto Brasileiro de Impermeabilização**. São Paulo, 1999. Disponível em:<http://www.ibibrasil.org.br>. Acesso em: 25 ago. 2014.

MARTINS, Juliana. **Desempenho no projeto.**Téchne, São Paulo, n. 194, maio 2013. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/194/desempenho-no-projeto-saiba-como-elaborar-um-projeto-de-294082-1.aspx> Acesso em: 15 out. 2014.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de obras**. 1.ed. São Paulo: PINI, 2010. 420 p.

PORCELLO, Ernani Camargo. **Impermeabilização**. Porto Alegre, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Escola Técnica de Engenharia Civil, 1998.

POZZOLI, Og. **Impermeabilização - Relatório Especial: As primeiras obras de impermeabilização.** Informe técnico, O Empreiteiro, São Paulo, ago. 1991.

SABBATINI, F.H. *et al.***Impermeabilização: Sistemas e execução**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2006. 20p. Disponível em: <http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto4/Muros%20Arrimo/Imperm%20Sistemas.pdf>. Acesso em: 12/10/2014.

SOUZA, J.C.S.; MELHADO, S.B. **Considerações gerais sobre os sistemas de impermeabilização dos pisos do pavimento tipo de edifícios.** 1998. 31f. Dissertação (Boletim Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

TAPI, Marcelo. **Moradores de apartamentos novos convivem com irregularidades na obra**. Rio de Janeiro: Fantástico, 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/fantastico/noticia/2014/05/moradores-de-apartamentos-novos-convivem-com-irregularidades-na-obra.html>. Acesso em: 28 ago. 2014.

TRAUZZOLA, Neusa Maria. **A patologia nas edificações ocasionadas por infiltrações: Estudo de caso**. 1998. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Instituto Mackenzie, São Paulo, 1998.

VIAPOL. **Manual de segurança em serviços de impermeabilização na construção civil**, Rio de Janeiro, 1ed. 2012. Disponível em: <http://www.viapol.com.br/arquivo/45706b3307d51b5fe1287c4bd3a51523.pdf> Acesso em: 13 out. 2014.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A NORMALIZAÇÃO DO TURISMO DE AVENTURA NO BRASIL: FOCO NA SEGURANÇA

FERDINANDO FILETTO[1]

[1] Doutor, Universidade Federal de Mato Grosso, 65-9245-1250. ffiletto@hotmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O objetivo deste trabalho é apresentar a normalização do turismo de aventura no Brasil. Utilizou-se da revisão de literatura como método para coleta de dados. A normalização é uma maneira de organizar as atividades pela criação de regras ou normas técnicas, visando contribuir para o desenvolvimento econômico e social de uma região, um país ou um segmento. O objetivo da normalização em turismo de aventura é desenvolver um sistema de normas técnicas que possibilite o desenvolvimento deste segmento com qualidade e segurança. Essas normas são criadas no âmbito da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o fórum nacional de normalização, com ampla participação de todos os interessados, incluindo empresas, organizações, profissionais, consumidores, institutos de pesquisa e universidades, além do governo. Por meio da criação de 27 normas técnicas, o Projeto contribui para a profissionalização da operação do turismo de aventura no Brasil, criando um ambiente propício para a sua inserção no mercado internacional e atraindo um fluxo relevante de turistas estrangeiros para o país. Do ponto de vista das operadoras de turismo, a segurança é garantida pela obediência às normas de funcionamento (presentes no termo de adesão assinado com a Embratur) e por meio do termo de responsabilidade assinado pelo usuário.

PALAVRAS CHAVES: Engenharia de Segurança, Prevenção, Normas ABNT

NORMALIZATION OF ADVENTURE TOURISM IN BRAZIL: focus on security

ABSTRACT: The objective of this paper is to present the adventure tourism standardization in Brazil. We used the literature review as a method of data collection. Normalization is a way to organize activities for the creation of rules and technical standards in order to contribute to economic and social development of a region, a country or a segment. The purpose of standardization in adventure tourism is to develop a system of technical standards enabling the development of this segment with quality and safety. These standards are established under the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT), the national standardization forum with broad participation of all stakeholders, including businesses, organizations, professionals, consumers, research institutes and universities, and government. Through the establishment of 27 technical standards, the project contributes to the professionalization of adventure tourism operations in Brazil, creating an enabling environment for its insertion in the international market and attracting a significant flow of foreign tourists to the country. From the point of view of tour operators, security is guaranteed by compliance with operating rules (present in the accession agreement signed with Embratur) and through user-signed liability waiver.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

KEYWORDS: Safety Engineering, Prevention, ABNT Norms.

INTRODUÇÃO

O turismo de aventura é um dos segmentos que mais cresce atualmente em todo o mundo e particularmente no Brasil, cujas belezas naturais e grandiosidade permitem a realização de uma infinidade de atividades em diversos destinos turísticos. Estima-se que hoje existem no país mais de 2.700 organizações relacionadas ao setor. Por estar, na maior parte das vezes, relacionado a atividades na natureza, o turismo de aventura é constantemente associado a situações de risco, que podem levar a acidentes.

Seguindo as tendências internacionais, onde o desenvolvimento de normas técnicas tem sido utilizado como ferramenta de organização e desenvolvimento do setor de turismo, o Ministério do Turismo criou o Projeto de Normalização em Turismo de Aventura.

O conjunto de normas tem foco na segurança, possibilitando que operadoras e condutores de turismo de aventura, bem como responsáveis por Parques Nacionais (Unidades de Conservação), possam obter informações importantes para aprimorar os serviços oferecidos aos clientes.

Os impactos econômicos desse segmento não se limitam aos destinos turísticos. Diversos envolvidos, que de modo geral não estão sediados nos núcleos receptores, são diretamente impulsionados: fornecedores de equipamentos, seguradoras, outros produtos e atividades associadas. Diante disso e considerando as especificidades desse segmento, principalmente quanto ao quesito segurança, verificou-se a necessidade de delimitar a sua abrangência em relação a outros tipos de turismo, tanto para embasar a formulação e execução de políticas públicas como também subsidiar os interessados quanto as características e questões legais que podem implicar nas relações de mercado.

O conceito estabelecido de turismo de aventura fundamenta-se em aspectos que se referem à atividade turística e ao território em relação à motivação do turista, que pressupõem o respeito nas relações institucionais, de mercado, entre os praticantes e com o ambiente. Nesse contexto, define-se que "Turismo de Aventura compreende os movimentos turísticos decorrentes da prática de atividades de aventura de caráter recreativo e não competitivo".

A normalização é uma maneira de organizar as atividades pela criação de regras ou normas técnicas, visando contribuir para o desenvolvimento econômico e social de uma região, um país ou um segmento.

O objetivo da normalização em turismo de aventura é desenvolver um sistema de normas técnicas que possibilite o desenvolvimento deste segmento com qualidade e segurança. Essas normas são criadas no âmbito da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o fórum nacional de normalização, com ampla participação de todos os interessados, incluindo empresas, organizações, profissionais, consumidores, institutos de pesquisa e universidades, além do governo.

Por meio da criação de 27 normas técnicas, o Projeto contribui para a profissionalização da operação do turismo de aventura no Brasil, criando um ambiente propício para a sua inserção no mercado internacional e atraindo um fluxo relevante de turistas estrangeiros para o país.

O objetivo deste trabalho é apresentar a normalização do turismo de aventura no Brasil, com foco na segurança.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

METODOLOGIA E MÉTODOS

Metodologia e método referem-se a diferentes níveis de aquisição de conhecimento. Metodologia diz respeito ao processo de produção do conhecimento; é a estratégia que o pesquisador formula para a condução de sua pesquisa. Método é a ferramenta específica de aquisição de conhecimento, também conhecido como técnica de pesquisa (ALENCAR, 2004).

Esta monografia foi realizada com base na revisão da literatura.

A revisão de literatura tem papel fundamental no trabalho acadêmico, pois é através dela que você situa um trabalho dentro da grande área de pesquisa da qual faz parte, contextualizando-o (SANTOS, 2006).

Ainda, segundo Santos (2006), situar o trabalho é muito importante tanto para o autor quanto para o leitor seu texto: para quem escreve, porque precisará definir os autores pertinentes para fundamentar o trabalho, o que demandará uma leitura vasta, constante e repetida; e para quem lê, porque pode identificar a linha teórica em que o trabalho se insere com base nos autores selecionados para a revisão de literatura.

A revisão de literatura serve:

- Reconhecer e dar crédito à criação intelectual de outros autores. É uma questão de ética acadêmica.
- Indicar que se qualifica como membro de uma determinada cultura disciplinar através da familiaridade com a produção de conhecimento previa na área; ou
- Abrir um espaço para evidenciar que seu campo de conhecimento já está estabelecido, mas pode e deve receber novas pesquisas; ou ainda,
- Emprestar ao texto uma voz de autoridade intelectual.

Através da revisão de literatura, pode-se avaliar o conhecimento produzido em pesquisas prévias, destacando conceitos, procedimentos, resultados, discussões e conclusões relevantes para seu trabalho.

Os dados desta pesquisa também foram obtidos em consultas a teses defendidas, livros e anais de congressos. O Levantamento de Literatura é a localização e obtenção de documentos para avaliar a disponibilidade de material que subsidiará o tema do trabalho de pesquisa. Este levantamento foi realizado junto às bibliotecas, acervo particular ou serviços de informações na *internet*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente entendido como uma atividade associada ao Ecoturismo, o Turismo de Aventura, atualmente, possui características estruturais e consistência mercadológica próprias. Consequentemente, seu crescimento vem adquirindo um novo leque de ofertas, possibilidades e questionamentos, que precisam ser compreendidos para a viabilização e qualificação do segmento.

No que tange ao turismo de aventura, este se encontra em pleno desenvolvimento no Brasil, atingindo um *status* de alternativa viável para diversas regiões do país. Entretanto, segundo Farah (*apud* Uvinha, 2005, p.29), as "atividades relacionadas ao turismo de aventura oferecidas no Brasil, bem como seu entendimento, ainda não estão bem definidas. Isso se justifica, provavelmente, pelo fato de cada região brasileira ter sua realidade específica".

O conceito de Turismo de Aventura fundamenta-se em aspectos que se referem à atividade turística e ao território em relação à motivação do turista, pressupondo o respeito

nas relações institucionais, de mercado, entre os praticantes e com o ambiente. Nesse contexto, define-se que:

"Turismo de Aventura compreende os movimentos turísticos decorrentes da prática de atividades de aventura de caráter recreativo e não competitivo (Brasil, 2006)".

É importante ressaltar que as atividades de turismo de aventura podem ser desenvolvidas (conduzidas) em ambientes naturais, rurais e urbanos.

Em outros países, segundo Brasil (2005), os conceitos *Adventure recreation* são amplamente difundidos e divulgados, sendo objeto de vários estudos e pesquisas, estando normalmente associado a existência de riscos e perigos e na maioria das vezes também relacionados ao termo *Wilderness Experience*.

As atividades de aventura aqui abordadas como os atrativos principais que identifica o segmento de turismo de aventura podem ocorrer em qualquer espaço: natural, construído, rural, urbano, estabelecidos como área protegida ou não. Também podem ser abordadas sob diferentes enfoques:

- Como de responsabilidade individual do turista quando ocorre sem a interferência dos prestadores de serviços turísticos no que se refere especificamente à prática da atividade de aventura.
- Como de responsabilidade solidária quando conduzida, organizada, intermediada via prestadores de serviços de operação de agências de turismo que depende de orientação de profissionais qualificados para a função e de equipamentos e técnicas que proporcionem, além da prática adequada, a segurança dos profissionais e dos turistas.

Assim, as atividades de aventura pressupõem determinado esforço e riscos até certo ponto controláveis, e que podem variar de intensidade conforme a exigência de cada atividade e a capacidade física e psicológica do praticante. Isso requer que o turismo de aventura seja tratado de modo particular, especialmente quanto aos aspectos relacionados à segurança. Devem ser trabalhadas, portanto, diretrizes, estratégias, normas, regulamentos, processos de certificação e outros instrumentos e marcos específicos.

As atividades denominadas esportivas sejam ou não de aventura, quando entendidas como competições, denominam-se modalidades esportivas e são tratadas no âmbito do segmento Turismo de Esportes (CONFEF, 2006).

O surgimento do turismo de aventura no Brasil

O turismo de aventura no Brasil é um fenômeno relativamente recente, pois começa a despontar como atividade potencialmente viável nos anos de 1990. Isso reflete-se em sua primeira definição oficial no país, que surgiu na oficina para elaboração do Plano Nacional de Desenvolvimento Sustentável do Turismo de Aventura, realizado em Caeté (MG), em abril de 2001:

> "Segmento do mercado turístico que promove a prática de atividades de aventura e esporte recreacional, em ambientes naturais e espaços urbanos ao ar livre, que envolvam riscos controlados exigindo o uso técnico e equipamentos específicos, adoção de procedimentos para garantir a segurança pessoal e de terceiros e o respeito ao patrimônio ambiental e sócio cultural" (Brasil, 2005).

Em que pese sua conceituação oficial, tem-se o conhecimento de que o turismo de aventura é praticado no Brasil em sua maioria em áreas naturais (Giaretta, 2003), apesar do mesmo não se limitar a este ambiente, apresentando meios alternativos para a sua execução.

De acordo com Brasil (2005), a primeira abordagem do setor público para o tema foi realizada nas oficinas de planejamento da EMBRATUR, conforme a seguir:

a) Oficina para elaboração do Plano Nacional de Desenvolvimento Sustentável do Turismo de Aventura – 16 a 12 de abril de 2001,

b) Oficina Estadual do Turismo de Aventura do Rio Grande do Sul – 05 a 08 de novembro de 2001,

c) Subsídios para o Plano de Desenvolvimento do Turismo de Aventura no Estado de São Paulo – 21 a 23 de janeiro de 2002,

d) Oficina de Desenvolvimento Sustentável do Turismo de Aventura "Terra" – 02 e 03 de abril de 2003,

e) Oficina de Planejamento do Turismo de Aventura modalidade "Água" – 08 e 09 de abril de 2003,

f) Oficina de Planejamento do Turismo de Aventura modalidade "Ar" – 10 e 11 de abril de 2003.

O turismo de aventura é relacionado a elementos específicos e pessoais, como a participação, a experiência e os riscos que a atividade envolve:

"O turismo de aventura é a soma dos fenômenos e relacionamentos derivados das interações de atividades turísticas de aventura com o mundo natural longe do local de residência habitual do participante e contendo componentes de risco, nos quais os resultados são influenciados pela participação, pelo ambiente e pela experiência da operadora da viagem " (Sung, 1997 *apud* Swarbrooke, 2003).

A certificação do turismo de aventura no Brasil

A certificação do turismo de aventura no Brasil constitui-se em um processo em franca evolução. Considerado um segmento prioritário, este processo exige a participação dos órgãos públicos e privados envolvidos com a temática, nas suas distintas esferas, para garantir sua credibilidade e, ao mesmo tempo, preconizar as diretrizes para seu desenvolvimento:

O Governo brasileiro, por meio do Ministério do Turismo, fez suas apostas no segmento em 2003, viabilizando um projeto que previa a criação de 27 Normas Técnicas específicas para atividades de turismo de aventura. Visando a operação segura e responsável, o Ministério do Turismo foi além, criando o Programa Aventura Segura, uma iniciativa reconhecida internacionalmente e que conta com a participação do Sebrae Nacional. O Programa vem sendo implementado desde dezembro de 2005 pela Associação Brasileira das Empresas de Turismo de Aventura – ABETA (Abeta, 2007).

Estas normas serão utilizadas como instrumento de definição de políticas públicas, além de servirem como referência para a certificação da conformidade de pessoas e organizações. As normas, segundo Abreu e Timo (*apud* Uvinha, 2005) tanto podem ser aplicadas em produtos, serviços, processos, sistemas de gestão ou pessoas, estabelecer requisitos de qualidade, desempenho, segurança, como fornecer procedimentos, formas ou dimensões, classificações, terminologias, medição ou determinação de características.

Nesta etapa do processo de certificação foram desenvolvidas dezenove normas, que abordaram assuntos como competências mínimas para condutores das diversas atividades de turismo de aventura, especificações dos produtos utilizados nessas atividades, gestão da segurança e informações mínimas que o cliente deve receber antes de iniciar a prática de uma atividade de turismo de aventura (Abeta, 2007). Entretanto, deve-se frisar que o processo de

certificação do turismo de aventura no Brasil é voluntário, apesar dos riscos e perigos envolvidos no seu desenvolvimento.

O processo de certificação do turismo de aventura no Brasil começou a ser discutido em 2001, sendo que em 2003 iniciou-se sua implantação por iniciativa do Ministério do Turismo (MTur), que tem como entidade executora o Instituto de Hospitalidade (IH) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio do seu Comitê Brasileiro do Turismo (ABNT/CB-54) como parceira.

Segundo Farah (2005), as modalidades de turismo de aventura que são oferecidas no Brasil, de acordo com os elementos a eles relacionados, são as seguintes:

Terra: arvorismo, *bungee jumping,* cicloturismo, caminhada, cavalgada, canionismo, escalada, espeleoturismo, fora-de-estrada, *motocross, rapel,* tirolesa;
Água: *boiacross*, canoagem, *duck, kite-surf*, mergulho, *parasail, rafting*, surfe;
Ar: asa-delta, balonismo, parapente, pára-quedismo, ultraleve.

Abaixo (Quadro 1) relacionam-se informações referentes às normas já publicadas pela ABNT:
Quadro 1: Normas publicadas com data.

NORMA		DRESCRIÇÃO	DATA
ABNT 15285	NBR	Turismo de Aventura – Condutores – Competência de pessoal	Publicada em 31/Out/2005
ABNT 15286	NBR	Turismo de Aventura – Informações mínimas preliminares a clientes	Publicada em 31/Out/2005
ABNT 15331	NBR	– Turismo de Aventura – Sistema de Gestão da Segurança – Requisitos	Publicada em 30/Dez/2005
ABNT 15334	NBR	Turismo de Aventura – Sistema de Gestão da Segurança – Requisitos de competência para auditores	Publicada em 30/Abr/2006
ABNT 15370	NBR	Turismo de Aventura – Condutores de rafting – Competências de pessoal	Publicada em 31/Mai/2006
ABNT 15383	NBR	Turismo de Aventura – Condutores de turismo fora-de-estrada em veículos 4x4 ou bugues – Competências de pessoal	Publicada em 24/Jul/2006
ABNT 15397	NBR	Turismo de Aventura – Condutores de montanhismo e de escalada – Competências de pessoal	Publicada em 25/Set/2006
ABNT 15398	NBR	Turismo de Aventura – Condutores de caminhada de longo curso – Competências de pessoal	Publicada em 25/Set/2006
ABNT 15399	NBR	Turismo de Aventura – Condutores de espeleoturismo de aventura – Competências de pessoal	Publicada em 30/Out/2006
ABNT 15400	NBR	Turismo de Aventura – Condutores de canionismo e cachoeirismo – Competências de pessoal	Publicada em 11/Dez/2006
ABNT 15453	NBR	– Turismo de Aventura – Turismo fora-de-estrada em veículos 4x4 ou bugues – Requisitos para produto	Publicada em 29/Dez/2006
ABNT 15500	NBR	Turismo de Aventura – Terminologia	Publicada em 10/Set/2007
ABNT 15503	NBR	Turismo de Aventura – Espeleoturismo de aventura – Requisitos para produto	Publicada em 16/Jun/2008

ABNT NBR 15505-1	Turismo com atividades de caminhada – Parte 1: Requisitos para produto	Publicada em 18/Fev/2008
ABNT NBR 15505-2	Turismo com atividades de caminhada – Parte 2: Classificação de percursos	Publicada em 18/Fev/2008
ABNT NBR 15507-1	Turismo equestre – Parte 1: Requisitos para produto	Publicada em 09/Jun/2008
ABNT NBR 15507-2	Turismo equestre – Parte 2: Classificação de percursos	Publicada em 09/Jun/2008
ABNT NBR 15509-1	Cicloturismo – Parte 1: Requisitos para produto	Publicada 13/ago/2007
ABNT NBR ISO 24801-1	Serviços de mergulho recreativo – Requisitos mínimos relativos à segurança para o treinamento de instrutores de mergulho autônomo – Parte 1: Nível 1	Publicada 28/Jan/2008
ABNT NBR ISO 24802-2	Serviços de mergulho recreativo-Requisitos mínimos relativos à segurança para o treinamento de instrutores de mergulho autônomo - Parte2: Nível 2	Publicada 28/Jan/2008
ABNT NBR ISO 24802-3	Serviços de mergulho recreativo – Requisitos mínimos relativos à segurança para o treinamento de mergulhadores autônomos – Parte 3: Nível3 – Condutor de mergulho –	Publicada 28/Jan/2008
ABNT NBR ISO 24803	Serviço de mergulho recreativo – Requisitos para prestadores de serviços de mergulho autônomo recreativo	Publicada 28/Jan/2008

Fonte: http://www.abntcatalogo.com.br/mtur/ssl/pesquisaresultado.aspx

As normas de caráter geral são:

• ABNT NBR 15286 – norma de informações mínimas a serem fornecidas ao mercado (aos clientes ou aos potenciais clientes, antes de se ter realizado a venda do produto turístico).
• ABNT NBR 15285 – norma que estabelece as competências mínimas dos condutores de Turismo de Aventura (as competências necessárias a qualquer condutor, independentemente da modalidade em que é especializado. Um condutor com esta competência é apto a conduzir grupos de turistas em atividades simples de um dia de duração, como caminhadas. Os condutores especializados devem atender às normas específicas, além de obrigatoriamente terem que atender a esta norma).
• ABNT NBR 15331 – norma que estabelece os requisitos de um sistema de gestão da segurança do Turismo de Aventura, que é o objeto deste nosso Manual.

Além dessas três normas, foi ainda publicada outra que estabelece as competências necessárias para os auditores que atuarão nesses sistemas de gestão e está ainda prevista uma norma de diretrizes para a implementação e desenvolvimento do sistema de gestão da segurança.

Além destas normas, que já possuem número de sua respectiva NBR, outras onze estão em fase de desenvolvimento e audiência pública, sob coordenação de Comissões de Estudo (CE), enumeradas a seguir:
CE-54:003.09 Turismo com Atividades com uso de Técnicas Verticais
CE-54:003.11 Turismo com Atividades de Arvorismo
Fonte: ABNT (http://www.abnt.org.br/cb54/)

Todas as normas relacionadas, publicadas ou não, visam facilitar o processo de identificação dos aspectos críticos da operação do turismo de aventura no Brasil, já que este se encontra em franca evolução em diversas regiões brasileiras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É na complexa relação entre o risco percebido e o risco objetivo que se inserem as atuais estratégias de governança do turismo de aventura. Certamente, o crescimento do turismo de aventura e seu potencial econômico vêm despertando a atenção de órgãos governamentais reguladores do turismo gerir por meio do ordenamento, classificação e regulação das atividades, incluindo-se aí a exigência de seguros de responsabilidade civil e seguros de vida para os clientes.

No conjunto de atividades no qual o risco é parte integrante do serviço prestado, o gerenciamento dos riscos passou a ser um problema, sobretudo no que concerne à partilha das responsabilidades quanto à garantia de segurança. A partilha se dá entre usuários, operadoras de turismo e Embratur num contexto no qual gerenciar riscos significa garantir a ética e a qualidade do serviço prestado, a segurança das práticas e a proteção da vida dos usuários.

Do ponto de vista das operadoras de turismo, a segurança é garantida pela obediência às normas de funcionamento (presentes no termo de adesão assinado com a Embratur) e por meio do termo de responsabilidade assinado pelo usuário.

Para aqueles que praticam atividades desportivas, por sua vez, a garantia de segurança repousa, sobretudo, nas informações sobre a experiência e treinamento da equipe de monitores, na qualidade do serviço e na proteção da vida decorrente de seguros.

Se, de um lado, regulamentam-se as possíveis condições de segurança, de outro, é necessário garantir a percepção do risco possível. As sensações associadas ao risco constituem característica fundamental da aventura; negá-lo, na atual configuração, seria ignorar que suor, arranhões e diamantes possam conviver. Na medida em que o risco-aventura sai do âmbito das vontades singulares e das relações interindividuais e se torna uma oferta de mercadoria num mercado crescente, sofisticam-se as demandas por estratégias de gestão de caráter coletivo. Saímos das relações interpessoais envolvendo poucos, para o nível das populações. Cria-se, assim, um cenário de ambivalências entre a positividade dos riscos vistos na esfera das posições de pessoa disponíveis na modernidade tardia e a responsabilidade estatal por seu controle.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, E. ***Metodologia*** **científica e elaboração de monografia**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 131p.

ABETA Associação Brasileira de Turismo de Aventura. **Diagnóstico do Turismo de Aventura no Brasil**. Disponível em: http://www.abeta.com.br/pt-br/pgn.asp?id_pg=65&nivel=2. Acesso em: 3 nov. 2007.

BRASIL. Ministério do Turismo (MTur). Secretaria Nacional de Políticas de Turismo. **Turismo de aventura: orientações básicas**. Ministério do Turismo:Brasília, 2006. 48p.

CONFEF, Conselho Federal de Educação Física. **Turismo de aventura: a posição do CONFEF**. RevistaWEB CONFEF, n19, março de 2006. Extraído de URL: http://www.confef.org.br em 07 de agosto de 2010.

FARAH, S.D. Políticas de incentivo ao turismo de aventura no Brasil: o papel do Ministério do Turismo. In: UVINHA, Ricardo Ricci. **Turismo de Aventura**: reflexões e tendências. São Paulo: Aleph, 2005.

GIARETTA, M. J. **Turismo da juventude**. Barueri: Manole, 2003.

Santos, L.F.A dos. **Apostila metodologia da pesquisa cientifica II**. Itapeva:FMI, 2006.11p. Disponível em URL: http://www.metodista.br/itapeva/teia/leitura/material-didatico/apostila_metologia_ii.doc&rct=j&q=pesquisa%20por%20revis%C3%A3o%20de%20literatura&ei=PFP8TPaYJoT7lweso7mMBQ&usg=AFQjCNEH449YUdOclVucqHB0lZrjiXl0cw&cad=rja

SWARBROOKE, J. et al. **Turismo de aventura**: conceitos e estudos de casos. Trad. Marise Philbois Toledo. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A APLICABILIDADE DA GESTÃO DA QUALIDADE NA ENGENHARIA DE TRÁFEGO E A REDUÇÃO DOS CUSTOS DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO

MIRELLA ANDRADE[1], GEORGE MARIANI[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO[4]

[1]Bacharelanda em Engenharia de Produção, FUPAC, (32)91645460, mgjlimaa@gmail.com
[2]Bacharel em Engenharia Civil, FUPAC, (32)85074894, georgem.mariani@gmail.com
[3]Mestre em Engenharia Civil, UFV, (32)35315580, israeliasbik@gmail.com
[4]Mestre em Fitotecnia, UFV, (32)35315580, josedamatoneto@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho tem por finalidade analisar a aplicabilidade e a eficácia da gestão da qualidade na engenharia de tráfego, responsável pela segurança e fluidez do trânsito. Dados do IPEA e DENATRAN apontam que no Brasil, somente em 2005, os acidentes de trânsito ocorridos em todas as rodovias geraram custos superiores a 22 bilhões de reais. Para redução de acidentes e dos seus custos, a engenharia de tráfego utiliza de ferramentas destinadas à prevenção e fiscalização. Com base nisso, foram analisados dados do Segundo Pelotão de Polícia Rodoviária referentes aos acidentes de trânsito ocorridos nas rodovias MG-447 e MGC-265, corredor rodoviário de maior incidência de sinistro e principal canal que liga Ubá e região à Capital do Estado e demais grandes cidades mineiras. Quantificou-se o número de acidentes ocorridos anterior e posteriormente às instalações dos Medidores Eletrônicos de Velocidade, multiplicando-o aos valores dos custos unitários dos acidentes de trânsito calculados pelo IPEA e DENATRAN em 2006. Os custos dos acidentes de trânsito ocorridos no corredor rodoviário analisado foram comparados aos custos do programa de prevenção de acidentes do DER/MG, Controle e Fiscalização de Velocidade, constatando o bom investimento em Medidores Eletrônicos de Velocidade. Dessa forma conclui-se que investir na qualidade da engenharia de tráfego propicia benefícios valorosos na redução de custos com acidentes de trânsito e preservação da vida humana.

PALAVRAS–CHAVE: Acidentes de trânsito, Custos dos acidentes, Medidores de Velocidade.

THE APPLICABILITY OF THE QUALITY MANAGEMENT ON TRAFFIC ENGINEERING AND COST REDUCTION OF TRAFFIC ACCIDENTS

ABSTRACT: This study aims to analyze the applicability and effectiveness of quality management in engineering, responsible for traffic safety and traffic flow. Data from IPEA and DENATRAN pointed out that in Brazil, only in 2005, the traffic accidents occurred in all the highways have generated costs in excess of 22 billion reais. To reduce accidents and their costs, traffic engineering uses of tools for the prevention and monitoring. Based on this, we analyzed data from the second platoon of traffic police for the traffic accidents occurred on highways MG-447 and MGC-265, Road Runner of higher incidence of sinister and main channel that connects Ubá and region to the State Capital and other major cities. Quantified the number of accidents which have occurred before and afterward at the premises of the electronic meters, speed by multiplying it by the values of the unit costs of traffic accidents calculated by IPEA and DENATRAN in 2006. The costs of traffic accidents occurring in the

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Road Runner reviewed were compared to the costs of the accident prevention program of DERMG, control and monitoring of speed, noting the good investment in electronic meters. Thus concludes that investing in the quality of traffic engineering provides valuable benefits in cost reduction with traffic accidents and preserving human life.
KEYWORDS: Traffic accidents, Accident costs, Speed Meters.

I NTRODUÇÃO

"Compelido pela necessidade de se movimentar, o homem criou máquinas capazes de desenvolver velocidades fantásticas, as quais produzem naqueles que as manejam as mais variadas e excitantes sensações". (PANITZ, 2006, p. 37). O mesmo autor afirma: "a velocidade que emociona é a mesma que mata".

Hoje, essas máquinas criadas para a movimentação do homem são ferramentas indiscutivelmente necessárias, não apenas para o seu conforto e comodidade, mas também para a economia de qualquer nação. No entanto, o crescimento avassalador da frota de veículos em circulação, traz paralelamente um problema de âmbito mundial, considerado por muitos como uma epidemia, os acidentes de trânsito e suas muitas vítimas que crescem desenfreadamente.

Para tanto, os governos, através de seus órgãos de segurança e saúde, utilizam de técnicas de Engenharia e psicologia para entendimento deste fenômeno avassalador de vidas, buscando suas causas e possíveis ferramentas de prevenção.

Considera-se a gestão da qualidade na Engenharia de Tráfego a implementação de ferramentas que garantam a trafegabilidade e a segurança no trânsito, como por exemplo, manutenção adequada das vias e dispositivos eficazes de fiscalização e prevenção de acidentes. Em se tratando de custos de retrabalho e perda de tempo, pode-se compará-los aos custos gerados nos acidentes de trânsito, ou seja, os custos associados às pessoas, veículos, vias e meio ambiente, danos à propriedade, dentre vários outros. Estes custos podem ser evitados ou reduzidos. Aplicando esses valores na gestão da qualidade, busca-se evitar mortes e garantir a boa imagem da instituição governamental.

O objetivo geral deste trabalho é apresentar os benefícios da aplicabilidade da gestão da qualidade na Engenharia de Tráfego, demonstrando suas vantagens e seus resultados, principalmente na redução de custos.

Na medida em que os custos são avaliados, indicativos de melhoria, qualidade e demais operações da produção vão sendo criados e aperfeiçoados. Estes indicativos auxiliam na gestão da produção, seja de produtos ou serviços, com ou sem fins lucrativos. Batalha *et al.*(2008, p.80) destaca que "conhecer os seus vários custos é vital para que uma empresa possa avaliar os seus investimentos." Assim, chega-se ao consenso de que projetos referentes à gestão da qualidade implicada na Engenharia de Tráfego possibilitam redução, senão a minimização dos danos gerados pelos acidentes de trânsito.

REFERENCIAL TEÓRICO

Realizou-se revisão bibliográfica de trabalhos referentes aos custos gerados pelos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras, destacando o Relatório Executivo "Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Brasileiras" elaborado pelo

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e pelo Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) no ano de 2006, que quantifica os custos gerados pelos acidentes de trânsito nas rodovias federais, estaduais e municipais do Brasil.

Foram utilizados dados referentes aos anos de 2009 a 2012 do Sistema de Informação de Meio Ambiente e Trânsito Rodoviário (SIMAT), banco de dados da Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG). Através destes dados, mensurou-se relevância das rodovias estaduais MG-447 e MGC-265 no que tange o número de sinistros ocorridos e quantificou-se o número de acidentes ocorridos anterior e posteriormente às instalações de Medidores Eletrônicos de Velocidade (MEV). As rodovias analisadas são denominadas por Corredor de Maior Incidência de acidentes de trânsito (CMI).

Os números relativos aos acidentes e vítimas ocorridos no CMI foram separados entre os anos de 2009 a 2012 e multiplicados aos valores dos custos dos acidentes de trânsito apresentados pelo IPEA e DENATRAN (2006), sem reajuste econômico dos valores. Os resultados da multiplicação foram comparados ao investimento do Departamento de Estrada e Rodagem de Minas Gerais (DER) no programa de controle e fiscalização de velocidade, responsável pelas instalações dos MEV nas rodovias analisadas.

Segundo Batalha *et al.* (2008, p. 55), "qualidade é um conceito complexo e de difícil consenso, podendo assumir diversos significados, dependendo das idiossincrasias de cada indivíduo". Dessa forma, o conceito de qualidade nas rodovias refere-se a ferramentas que garantem a trafegabilidade dos veículos e a segurança dos usuários, aplicando-o não somente nas melhores condições das pistas, mas também nas sinalizações, nos equipamentos tecnológicos, na fiscalização e em campanhas educativas e de conscientização.

Slack, Chambers e Johnston (2007, p. 70) acrescentam que "não é surpresa que todas as operações consideram qualidade um objetivo particularmente importante; em alguns casos, a qualidade é a parte mais visível de uma operação". Destaca-se ainda o fato incontestável de que a qualidade reduz custos.

Aplicando este conceito à gestão de tráfego, a qualidade nas rodovias implicaria principalmente na redução de custos gerados pelos acidentes de trânsito. No entanto, a qualidade não implicaria apenas na redução de custos. Slack, Chambers e Johnston (2007, p. 71) apontam que o "desempenho da qualidade envolve um aspecto externo que lida com a satisfação do consumidor e um aspecto interno que lida com a estabilidade e a eficiência da organização".

Vistos os conceitos e definições de qualidade, sua aplicabilidade e seus benefícios, não se contesta o quão é necessária esta ferramenta em organizações, seja com fins lucrativos ou não.

Slack, Chambers e Johnston (2007, p. 80) apontam que "operações de alta qualidade não desperdiçam tempo ou esforço de retrabalho". Quanto ao que se refere na adaptação de métodos da administração da produção para sua utilização em organizações sem fins lucrativos, sugere-se que, na gestão das rodovias, "desperdiço de tempo ou esforço de retrabalho", seriam os atendimentos aos acidentes de trânsito e correções nos danos gerados nas ocorrências.

Quanto ao esforço de retrabalho, fica clara a necessidade de reformar locais onde aconteceram acidentes de trânsito, em suas diversas ferramentas danificadas, como sinalizações verticais, bem como os danos gerados aos patrimônios públicos e privados.

Quantificar os custos com acidentes de trânsito é uma ferramenta favorável para o gerenciamento das rodovias, principalmente no que tange o acompanhamento de resultados e benefícios gerados pela implementação das medidas de Segurança de Trânsito na sociedade.

Para tanto, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em união ao Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) elaborou um Relatório Executivo no ano de 2006, onde foram definidos os custos relevantes gerados pelos acidentes de trânsito. Sendo assim, a metodologia utilizada pelo IPEA e DENATRAN (2006, p. 26) se concentrou "nos aspectos anatômicos, buscando diretamente a identificação dos custos associados a cada parte do acidente, para obter o valor de seu todo por adição". Como estrutura básica no cálculo dos custos dos acidentes de trânsito e seu impacto econômico, o IPEA e DENATRAN (2006, p. 26) formulou uma função nos seguintes parâmetros relacionando os aos seus respectivos custos.

$$CUSTOACIDENTE = CUSTOPESSOAS + CUSTOVEÍCULOS + CUSTOVIA/AMBIENTE + CUSTOINSTITUCIONAIS$$

De acordo com o IPEA e DENATRAN (2006) os custos associados às pessoas se dividem em: custo do atendimento pré-hospitalar; custo do atendimento hospitalar; custo pós-hospitalar; custo da perda de produção; custo de remoção/translado; gasto previdenciário.

Os custos associados aos veículos, são divididos em: custos dos danos materiais aos veículos; custo de perda de carga; custo de remoção/pátio; custo de reposição. (IPEA; DENATRAN, 2006). IPEA e DENATRAN (2006) apontam como custos associados à via e ao ambiente do local de acidente: custo dos danos à propriedade pública; custo dos danos à propriedade privada. Quanto aos custos institucionais, a divisão será entre: custo de processos judiciais; custo do atendimento policial seja de âmbito federal, estadual ou municipal. (IPEA; DENATRAN, 2006). Existem custos que são impossíveis de mensurar, como aqueles associados à vida humana e ao meio ambiente, pois são bens com posição acima de qualquer valor monetário e quando existem superam incontestavelmente os demais. (IPEA; DENATRAN, 2006). Assim, os custos tidos como imensuráveis não fizeram parte da função descrita acima, no entanto não se deixa de lado o fato de que os valores encontrados serão sempre inferiores aos reais custos incorridos, sugerem IPEA e DENATRAN (2006).

Os dados pesquisados pelo IPEA serão demonstrados posteriormente com o intuito de compará-los com a realidade atual da região que cerca o município de Ubá, Zona da Mata de Minas Gerais. Para tanto, eis o relato quanto da metodologia utilizada na pesquisa:

> A metodologia foi norteada pela busca de identificação e mensuração dos impactos causados pelos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras, com vistas a oferecer subsídio para a formulação e avaliação de políticas públicas. Essa metodologia passou pela construção de um referencial metodológico que amadureceu na interação com as atividades de identificação e exploração dos bancos de dados existentes e de coleta de dados em campo, na pesquisa piloto. (IPEA; DENATRAN, 2006, p. 40).

Para coleta dos dados, o IPEA e DENATRAN (2006) utilizaram os Bancos de Dados da Polícia Rodoviária Federal e das Polícias Militares Estaduais, revisaram os boletins de ocorrência referentes aos acidentes, entrevistaram os envolvidos nos acidentes e efetuaram pesquisa de mercado. Por fim, "procedeu-se ao cálculo dos custos médios amostrais de cada componente elementar de custo e dos custos médios padrão dos acidentes. Ambos

alimentaram o processo de expansão e extrapolação dos custos para o universo disponível". (IPEA; DENATRAN, 2006, p. 40). Importante salientar que foi adotado "o princípio de que os acidentes em rodovias estaduais são estruturalmente semelhantes aos das rodovias federais no que se refere aos custos por componente", independentemente da titularidade da rodovia, federal ou estadual. (IPEA; DENATRAN, 2006, p. 44).

A pesquisa realizada pelo IPEA e DENATRAN (2006), tendo em vista as dificuldades encontradas nos diversos estados quanto da coleta de dados, ficou separada em rodovias federais, estaduais do Grupo um (G1), estaduais do Grupo dois (G2) e rodovias municipais. Os dados para pesquisa nas rodovias federais foram adquiridos através do banco de dados da Polícia Rodoviária Federal (PRF); os dados referentes aos estados do G1 foram adquiridos pelos bancos de dados das Polícias Rodoviárias Militares dos Estados pesquisados; os dados referentes aos estados do G2 foram mensurados através de estimativa junto aos dados coletados no Banco de Dados de Morbimortabilidade do Ministério da Saúde, dados PRF e dados das Polícias Rodoviárias Militares dos Estados pesquisados, isso devido a precariedade dos dados coletados nos estados do G2; os dados referentes às rodovias municipais foram mensurados através da mesma técnica utilizada para coleta de dados dos estados do G2, porém com estimativas globais com margem de erro maior.

O total de custos dos acidentes nas rodovias brasileiras pesquisados pelo IPEA e DENATRAN (2006) é apresentado na tabela 1:

Tabela 1 – Custos totais de acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras (R$ dez/2005)

Rodovias	**Custo totais de acidentes**
Municipais	1.404.463.306
Estaduais G1	6.136.556.909
Estaduais G2	7.973.500.465
Federais	6.512.085.050
Total	22.026.605.730

Fonte: IPEA e DENATRAN (2006)

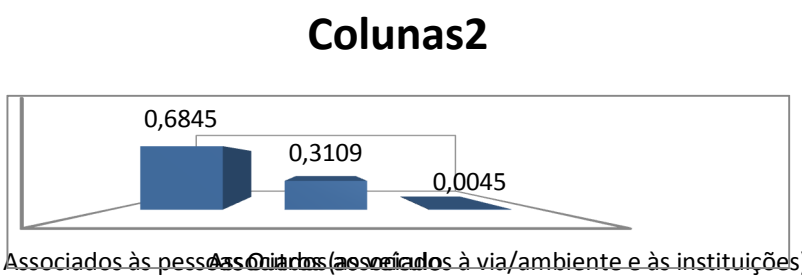
Os custos totais de acidentes de trânsito apresentados na TABELA 1, acima de 22 bilhões de reais, refletem apenas os custos relativos às pessoas, aos veículos, à via/ambiente do trânsito e aos custos institucionais. Os demais custos, como o tempo perdido com congestionamento, custos judiciais, limpezas de pistas, etc. não fizeram parte dos cálculos apresentados, devido às limitações e recursos financeiros do pesquisador. (IPEA; DENATRAN, 2006).

Dividindo o custo total pelo número de acidentes, separando-os quanto a sua gravidade, constatou que do resultado final dos custos, 17% são de acidentes sem vítimas, 48,8% de acidentes com feridos e 33,5% de acidentes com fatalidade. (IPEA; DENATRAN, 2006).

Os acidentes sem vítima, em sua unidade, geram custos médios de R$16.840,00, enquanto os acidentes com feridos e com fatalidade, apresentam valores aproximadamente cinco vezes e 25 vezes maior, respectivamente. (IPEA; DENATRAN, 2006).

De acordo com a pesquisa do IPEA e DENATRAN (2006), os custos relativos às pessoas foram superiores aos demais custos verificados, conforme demonstra o Gráfico 1 a seguir:

Gráfico 1 – Custo total dos acidentes por componente (%)



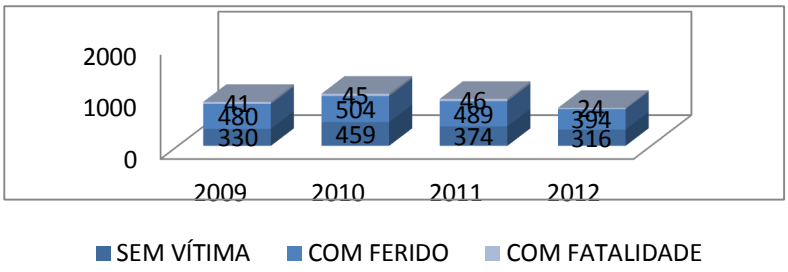
Fonte: IPEA e DENATRAN (2006)

Como dito anteriormente, os custos relativos às pessoas envolvidas nos acidentes de trânsito apresentam valores superiores aos demais custos, como os associados aos veículos, à via/ambiente e às instituições. Entre os custos associados às pessoas, 0,14% são relativos os custos com remoção/translado; 35,63% relativos ao custo total com cuidados em saúde; 64,22% relativos aos custos com a perda de produção.

Assim, confirma-se que os custos com as pessoas envolvidas em acidentes de trânsito são os mais elevados, o que destaca a necessidade de, não só buscar meios de reduzir os acidentes, mas também de minimizar os danos causados, seja por ferramentas de segurança veicular, ou melhoria na qualidade da fiscalização e equipamentos de proteção em rodovias, como defensas e outras afins. Chega-se ao parâmetro de que uma vítima de acidente com ferimentos gera ao estado um custo de R$36.305,00; que uma vítima fatal gera um custo médio de R$270.165,00; que, em contrapartida, um acidente sem vítima gera ao estado um custo de R$1040,00 sendo destinados à pessoa envolvida. Esses dados levam a afirmar novamente a necessidade, não somente de reduzir os acidentes, mas de criar ferramentas que possibilitem a mitigação dos danos.

A unidade responsável pelas rodovias estudadas neste trabalho, Segundo Pelotão de Polícia Rodoviária (2° Pel PMRv), apresenta alto índice de acidentes de trânsito, seja sem vítimas, com vítimas feridas ou fatais. O Gráfico 2 demonstra os valores entre os anos de 2009 a 2012 na cidade de Ubá.

Gráfico 2 – Acidentes ocorridos na malha viária sob a cobertura do 2° Pel PMRv



Fonte: Banco de dados da PMMG - SIMAT

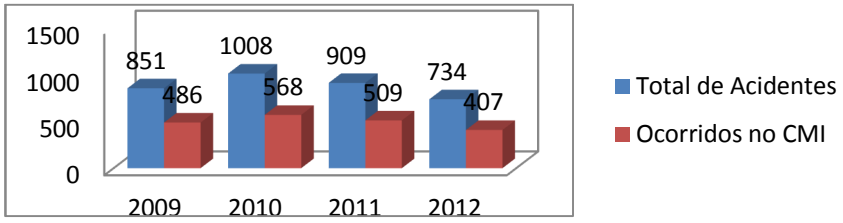
Salienta-se que, naturalmente, um acidente com três pessoas envolvidas (um ileso, um ferido e um morto), em apenas um automóvel e duas bicicletas, apresentará custo médio padrão menor do que outro, com as mesmas pessoas, porém com três automóveis. (IPEA; DENATRAN, 2006).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Brandão (2011) aponta que para que se alcance a redução e prevenção dos acidentes de trânsito, necessita-se de uma atividade composta por cinco etapas, sendo elas o levantamento e organização dos dados, a identificação dos locais críticos, a investigação de causas/soluções prováveis, a recomendação de projetos de engenharia e a intervenção e monitoração local.

Com base no Gráfico 2, serão analisados os acidentes ocorridos nas rodovias MG-447 e MGC-265, denominadas pelo 2º Pel PMRv como Corredor de Maior Incidência de Acidentes de Trânsito (CMI). Essas rodovias ligam Ubá e cidades adjacentes às grandes cidades de Belo Horizonte e Juiz de Fora, e dão acesso a rodovias federais de grande extensão e importância econômica como as rodovias BR-040 e BR-116. Seguindo os parâmetros de Brandão (2011) os locais pontuais de maior incidência serão denominados por Locais Críticos (LCs).

Gráfico 3 – Comparativo Total de acidentes VS Acidentes ocorridos no CMI



Fonte: Banco de dados da PMMG - SIMAT

Observa-se que o CMI representa valores acima de 55% em relação ao total de acidentes ocorridos anualmente, entre os anos de 2009 a 2012. De acordo com os dados cedidos pelo 2º Pel PMRv, os acidentes registrados nas rodovias pertencentes ao CMI geram uma média anual pouco maior que 47% das vítimas de toda a malha viária coberta pela unidade policial.

Dessa forma, a Engenharia de Tráfego, responsável por elaborar programas que buscam prevenir ou reduzir os acidentes de trânsito, em destaque aqueles propiciados pelo excesso de velocidade, utiliza de aparelhos tecnológicos de fiscalização e controle de velocidade, denominados Medidores Eletrônicos de Velocidade (MEV), conforme consta na Resolução 396/2011 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN).

Os Medidores Eletrônicos de Velocidade instalados nas rodovias sob a cobertura do 2º Pel PMRv estão concentrados no CMI, divididos em nove pontos críticos, sendo dois radares em cada LCs, sentidos crescente e decrescente da via. De acordo com o Departamento de Estrada e Rodagens de Minas Gerais (DER), os aparelhos foram instalados em 07 de novembro de 2011. A tabela 4 demonstra os pontos de instalação dos MEV e a incidência de acidentes ocorridos num raio de um quilômetro desses pontos, entre os anos de 2009 a 2012. Esses valores denominam os pontos de instalação dos MEV como LCs.

Tabela 2 – Ponto de instalações dos MEV e o número anual de acidentes registrados

LCs	2009	2010	2011	2012
MG 447/KM 4,0	18	22	20	08
MG 447/KM 8,5	18	22	19	09
MGC 265/KM 94,3	19	19	12	04
MGC 265/KM 111,5	13	21	12	07

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MGC 265/KM 113,7	23	12	11	09
MGC 265/KM 120,5	07	04	05	00
MGC 265/KM 135,8	-	-	-	-
MGC 265/KM 136	06	04	10	04
MGC 265/KM 139,5	04	10	04	01
Total	**108**	**114**	**93**	**42**

Fonte: Banco de dados da PMMG - SIMAT

A média anual dos acidentes ocorridos nos LCs antes das instalações dos MEV é de 105 acidentes. No ano de 2012, após as instalações dos MEV no final de 2011, observa-se uma redução de 60% do número de acidentes. Na Tabela 4, os acidentes ocorridos nos marcos 135,8 e 136 da rodovia MGC-265 foram agrupados devido à proximidade entre os aparelhos, instalados em um trevo de acesso.

Quanto ao número de vítimas, destaca-se uma redução considerável do número de feridos e mortos no mesmo período comparado, com média anual de aproximadamente nove vítimas fatais antes das instalações dos MEV, no ano de 2012 foi registrado apenas uma vítima com fatalidade nos LCs, ou seja, uma redução próxima de 90%. O número de feridos reduziu em aproximadamente 24%. Se comparados os dados de 2011 e 2012, chega-se uma redução de 73% do número de feridos e 86% do número de mortos.

O Departamento de Estrada e Rodagem de Minas Gerais (DER) publicou em seu sítio oficial um investimento do Governo Estadual de Minas Gerais em um programa que visa a fiscalização e controle de velocidade para os anos de 2012 a 2015, num valor total de R$44.978.318,00 para todo estado mineiro. Importante salientar que os valores específicos investidos na compra e instalação dos MEV nas rodovias estudadas neste trabalho não puderam ser apresentados devido à dificuldade de informações a serem adquiridas nos órgãos estatais envolvidos.

Ainda assim, visto que a redução dos custos com acidentes após a instalação dos MEV foi satisfatória, compara-se, proporcionalmente, investimento relativamente pequeno e o benefício financeiro adquirido. Através de uma regra de três simples, utilizando os valores investidos pelo Estado na Zona da Mata e a malha viária citada anteriormente, chega-se ao valor médio do investimento no CMI de R$44.823,77. Comparando os anos de 2011 e 2012, a redução dos custos no CMI foi de aproximadamente sete milhões de reais, ou seja, o investimento foi de aproximadamente 150 vezes menor do que valores reduzidos dos custos dos acidentes de trânsito naquela área.

CONCLUSÕES

Este trabalho demonstrou a importância de se conhecer os custos de uma empresa; que a gestão da qualidade, além de melhorar a imagem da instituição, auxilia amplamente na redução de custos; que os diversos métodos de gestão de serviços podem ser utilizados na gestão de organizações sem fins lucrativos, desde que adaptados às suas necessidades reais.

Os acidentes de trânsito são um problema de âmbito mundial, pois interferem diretamente na economia e no bem estar da população. O alto custo de um acidente de trânsito aponta e necessidade de investimentos por parte das organizações governamentais, pois o valor desses custos poderia ser melhor empregado nas diversas necessidades da sociedade, como por exemplo saúde, educação, esporte e lazer.

A engenharia de tráfego é responsável por garantir a segurança do trânsito, criando programas e investindo diretamente em equipamentos tecnológicos que auxiliem na redução de acidentes e seus custos. Os Medidores Eletrônicos de Velocidade são ferramentas

comprovadamente eficazes, pois garantem a redução da velocidade e norteia a atenção dos condutores, já que o fator pessoa é o maior causador dos acidentes de trânsito.

Além da redução dos custos com acidentes, o investimento em Medidores Eletrônicos de Velocidade propiciou, obviamente, redução satisfatória de vítimas envolvidas em acidentes, e nas existentes, minimizou os danos à pessoa e ao material.

Assim conclui-se que a aplicabilidade da gestão da qualidade na engenharia de tráfego, como em quaisquer organizações com ou sem fins lucrativos, implicará diretamente na redução de custos, propiciando investimentos em outras áreas carentes de maiores atenções.

REFERÊNCIAS

BATALHA, M. O. (Org.). **Introdução à Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 312 p.

BRANCO, Adriano M. **Segurança Rodoviária**. São Paulo: CL-A Cultural, 1999. 108 p.

BRANDÃO, L. M. **Medidores Eletrônicos de Velocidade**: Uma visão da Engenharia para implantação. 2.ed. Curitiba: Perkons, 2011. 134 p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Custo de acidentes de trânsito nas rodovias federais**: sumário executivo. Rio de Janeiro: IPR. Publ., 2004. 33 p.

_____. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; Departamento Nacional de Trânsito. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras:** Relatório Executivo. Brasília, 2006.

GEUTERS, K; WETS, G. **Black Spot Analysis Methods**: Literature Review *apud* SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 14, 2010, Diamantina. **A Importância da Inserção do Custo dos Acidentes de Trânsito na Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Infraestrutura Viária**: uma análise de equilíbrio geral computável para as rodovias BR-116, BR-262 e BR-381em Minas Gerais. Ouro Preto: Cedeplar UFMG, 2010. 20 p. Disponível em: http://econpapers.repec.org/bookchap/cdpdiam10/109.htm. Acesso em: 17 maio. 2013.

MINAS GERAIS. Departamento de Estrada e Rodagem. **Programa de Controle de Velocidade**. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: http://www.der.mg.gov.br/component/content/81?task=view. Acesso em: 17 maio. 2013.

_____. Departamento de Estrada e Rodagem. **Relatório de acompanhamento do projeto**. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: http://www.der.mg.gov.br/images/relatorio_sigplan/relatorio_sigplan_fiscalizacao_110712.pdf. Acesso em: 17 maio. 2013.

SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 14, 2010, Diamantina. **A Importância da Inserção do Custo dos Acidentes de Trânsito na Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Infraestrutura Viária**: uma análise de equilíbrio geral computável para as

rodovias BR-116, BR-262 e BR-381em Minas Gerais. Ouro Preto: Cedeplar, UFMG, 2010. 20 p. Disponível em: http://econpapers.repec.org/bookchap/cdpdiam10/109.htm. Acesso em: 17 maio. 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Adminstração da produção**. Tradução OLIVEIRA, M. T. C.; ALHER, F.; CORRÊA, H. L. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2007. 735 p.

WELZEL, E. A Europa e o trânsito: Uma história de sucesso. **Jornal Opção**, Goiânia, 6 nov. 2010. Carta da Europa. Disponível em: http://www.jornalopcao.com.br/colunas/carta-da-europa/a-europa-e-o-transito-uma-historia-de-sucesso. Acesso em: 17 maio. 2013.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A RÁPIDA DEGRADAÇÃO DA QUALIDADE HÍDRICA DE UM TRECHO DO CÓRREGO CERCADINHO NO MUNÍCIPIO DE BELO HORIZONTE - MG

MÁRCIA RODRIGUES MARQUES[1], DIEGO EMANUEL GONÇALVES SILVA[2], FLÁVIO LUIZ SANTOS SOARES[3], GUSTAVO MIRANDA COELHO[4], LUIZ FILIPE DE LIMA XAVIER[5], PEDRO HENRIQUE SILVA BARBOSA[6]

[1] Mestre em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Professora Assistente do Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, marcia.marques@prof.unibh.br.
[2] Graduando em Engenharia Civil, Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH, d.emanuel.silva@gmail.com
[3] Graduando em Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH, flavioluizsoares1@gmail.com
[4] Graduando em Geologia, Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH, gustavoghsmg@gmail.com
[5]Graduando em Engenharia Civil, Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH, luizfilipe.xavier@hotmail.com
[6] Graduando em Geologia, Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH, pedrotfc@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A água é um bem essencial para a humanidade e sua qualidade depende dos diversos usos antrópicos realizados em seu entorno desde a sua nascente até sua foz. A retirada para abastecimento de água, lançamentos de efluentes e outras formas de uso acabam afetando as possibilidades de uso dos moradores localizados a jusante. Este fator se agrava em áreas urbanas, onde os cursos d'água são usualmente considerados áreas de despejo de esgoto, acumulando problemas para a população que vive em seu entorno. Pensando nesse problema, este estudo avaliou a variação da qualidade hídrica de um trecho do Córrego Cercadinho, uma vez que em um curto espaço, é visível sua degradação. Outro fator relevante é seu tradicional uso recreativo pela população em um trecho de aparente boa qualidade de água. As análises realizadas tiveram por base a observação direta da qualidade ambiental do entorno e análise físico-química da água em dois pontos com uso de equipamentos como o turbidímetro, pHmetro e o Ecokit Técnico de Água Doce da empresa Alfakit Ltda. Os resultados obtidos foram comparados com os parâmetros de classificação de um corpo d'água descritos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH – MG nº 01, 05/05/2008. Os testes de qualidade da água do Córrego Cercadinho apontaram que houve uma piora de suas características físico-químicas naturais ao longo do curso. Ambos os pontos analisados apresentam altas concentrações de coliformes termotolerantes, embora os demais parâmetros observados possuam resultados melhores.
PALAVRAS-CHAVE: Qualidade hídrica, Córrego Cercadinho, Córrego urbano.

RAPID DEGRADATION OF WATER QUALITY OF A CERCADINHO STREAM SECTION IN BELO HORIZONTE CITY – MG

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ABSTRACT:Water is a vital element for humans. Stream quality depends on several anthropic activities in its surroundings from its source to its mouth. Water use of residents located downstream can be affected due to water withdrawals to supply other regions, effluent disposal and other activities. These activities become worse in urban areas, where watercourses are usually considered sewage disposal areas, adding problems for the population that lives around it. Other relevant issue is that stream sections with an apparent good water quality are traditionally used with recreation purposes improving population's quality of life. To help solve this problem, this study evaluated the water quality variation within a section of Cercardinho stream, since degradation is already visible within this length. This work were based on direct observations of environmental quality of the section's surroundings and physical-chemical water analysis at two points using equipment such as turbidity, pH meter and *Ecokit Técnico de Água Doce* by Alfakit LTDA company. The results obtained were compared with classification parameters of a glass of water described in *Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH – MG n°01, 05/05/2008*. Quality tests from Cercardinho stream pointed out that natural physical-chemical characteristics became worse over the course. Both points analyzed showed high concentrations of thermotolerant coliforms, although other observed parameters showed better results.
KEYWORDS:Water quality, Cercadinho stream, Urban stream.

INTRODUÇÃO

A água é um bem essencial para a humanidade e sua qualidade depende dos diversos usos antrópicos realizados em seu entorno desde a sua nascente até sua foz (DIAS, 2011). A água doce é um fator condicional para a vida no nosso planeta, e está sujeita aos mais diversos conflitos de uso, sendo fonte primária para que haja desenvolvimento de qualquer civilização ou que leve o bem-estar de sua população (UNESCO, 2015).

Com o crescente aumento do consumo, associado ao da população mundial, vê-se a necessidade cada vez maior da água enquanto recurso humano, especialmente o uso voltado para atividades agrárias e industriais. Outras formas mais comuns de uso, como retirada para abastecimento da população e lançamentos de efluentes, afetam as possibilidades de uso dos moradores localizados a jusante em uma bacia hidrográfica (AVRIL e PAUL, 2007).

Nos espaços urbanos pode-se observar de forma direta como as ações humanas podem influenciar e mudar todo ecossistema aquático de uma região. Os lançamentos de efluentes domésticos se agravam nessas áreas em função do elevado adensamento populacional, onde os cursos d'água são usualmente considerados áreas de despejo de esgoto, acumulando problemas para a população que vive em seu entorno e se tornando um problema de saúde pública, pois há proliferação de vetores de doenças nesses locais (MACEDO e MAGALHÃES JUNIOR, 2011).

No Brasil ainda há uma concepção de que os rios, córregos e riachos, são lugares mais viáveis para realizar o lançamento de efluentes *in natura*, seja este doméstico ou industrial. Estes ambientes fluviais acabam servindo como verdadeiras avenidas sanitárias como meio mais prático e financeiro do ponto de vista econômico para a condução dos efluentes gerados, como é observado na gestão pública brasileira. Essa metodologia aplicada na urbanização brasileira vem de um modelo higienista europeu do século XIX que visava canalizar, retificar e fazer um sistema viário de efluentes destes ambientes fluviais (LIBÂNIO*et al*, 2005).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Estudos realizado por Rörig, *et al.* (2007), apontam que a piora da qualidade hídrica de rios nos centros urbanos está condicionado ao mal planejamento urbano de uma cidade e aos esgotos não tratados que são descartados nos cursos d'água.Nesse contexto, este estudo que faz parte do projeto de extensão do Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, avaliou a variação da qualidade hídrica de um trecho do Córrego Cercadinho, uma vez que em um curto espaço, é visível sua forte degradação. Outro fator relevante é o tradicional uso recreativo pela população de um dos pontos analisados no curso d'água. Neste trecho, onde o córrego acaba de sair de uma unidade de conservação, a qualidade de água é aparentemente boa. Este fato fomenta a importância deste estudo, para que sejam realizadas campanhas educativas sobre a importância de se preservar os cursos d'água, mesmo em áreas urbanas, bem como para informar a população sobre as possíveis patologias que podem ser adquiridas ao contato primário com águas contaminadas. Outro fator de destaque é a falta de áreas propícias para o lazer aquático em municípios como Belo Horizonte, cujos poucos espaços que poderiam ser utilizados e apropriados pela população estão destinados à expansão urbana por meio de loteamentos e desrespeito às Áreas de Preservação Permanentes - APPs.

METODOLOGIA

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende um trecho do córrego Cercadinho pertencente à bacia do Ribeirão Arrudas, localizado na região Oeste, no Bairro Estoril da cidade de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais – Brasil (Figura 1). O Ponto 1 conhecido como "poção" se encontra em um lote vago, nas coordenadas 19º58'13.76"S / 43º57'36.35"O/ elevação 959 m e o Ponto 219º58'7.37"S / 43º57'44.54"O/ elevação 946 m, a distância entre os pontos de análise é de 261,6 m. O Bairro se caracteriza por estar na área maior expansão urbana do município durante a década de 1990, continua em desenvolvimento e apresenta moradias multi familiares, forte verticalização, assim como setor de comércio e serviços bem representativo.

O clima é classificado como Cwa: Tropical de Altitude (Köppen, *apud* ASSIS, 2012). Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, no histórico dos anos de 2000 a 2013 a temperatura média anual foi de 23,1ºC, sendo a temperatura média no inverno de 19,1ºC e no verão de 27,2ºC. A precipitação média anual foi de 1.795,77 milímetros. A vegetação nativa encontra-se em área de transição dos biomas Cerrado e Mata Atlântica, também conhecida na região como Floresta Estacional Semidecidual (VELOSO *et al.*, 1991). Ressalta-se o elevado grau de urbanização da área em estudo, o que faz com que os remanescentes da vegetação se encontrem fortemente alterados.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

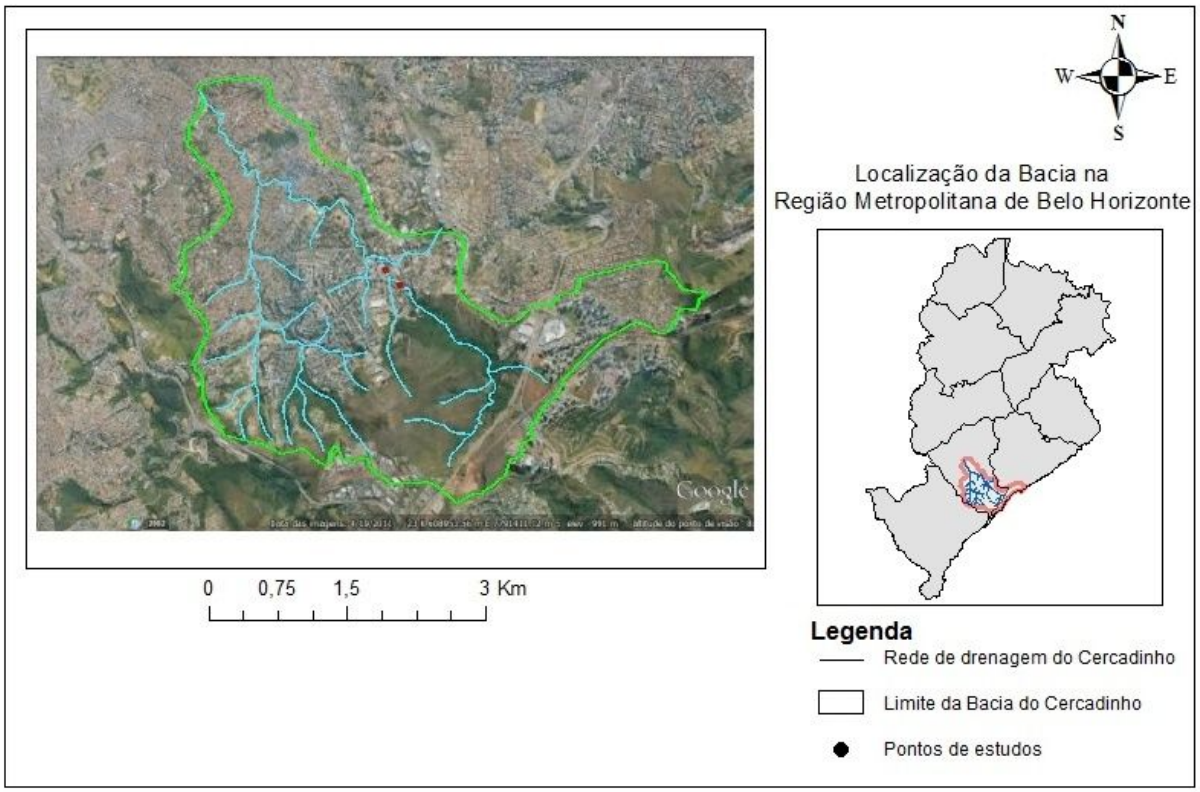


Figura 1 – Mapa com a localização dos pontos e do trecho de estudo, da bacia do Cercadinho, sub-bacia do Ribeirão Arrudas, Belo Horizonte - MG.
Fonte: Base de Dados da PBH. Parte do Projeto de Extensão: "UNI-BH em busca de sua responsabilidade social nos curso d'água urbanos, uma atuação na bacia do Córrego Cercadinho. Autores Diego Emanuel e Flávio Luiz.

MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente foram feitas análises qualitativas acerca da situação ambiental dos pontos, onde se observou a diferença da qualidade da água, a quantidade de resíduos sólidos lançados e as intervenções urbanas no local, dentre outros fatores. Durante o levantamento, detectou-se o uso recreativo do referido ponto 1, fato que acabou por justificar a escolha da área para análise, uma vez que a água encontra-se aparentemente em bom estado, após sair de uma Unidade de Conservação. No ponto 2, identificou-se uma visível contaminação por esgoto, devido à alteração do odor e aparência do fluxo do curso d'água. Ressalta-se a proximidade dos pontos, o que chama atenção para a rápida deterioração da qualidade da água.

Em maio de 2015, foram realizados ensaios para atestar a qualidade da água do Córrego Cercadinho nos dois pontos localizados na Avenida Engenheiro Carlos Goulart, no bairro Buritis em Belo Horizonte/ MG. A análise da água foi realizada com o Ecokit Técnico de Água Doce da empresa Alfakit Ltda, para os seguintes parâmetros: temperatura, oxigênio dissolvido (OD), fósforo total, N – Amoniacal total, Nitrato, Nitrito e coliformes totais. Já para os parâmetros de pH utilizou-se o pHmetro de bancada modelo k39-1014B, turbidímetro da marca Del Lab – modelo: DLT-WV.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Os resultados de coliformes totais foram obtidos molhando o colipaper graduado por 100 ml de água proveniente do córrego, logo após foram transferidos para uma caixa de isopor com gelo onde foram mantidos por cerca de 30 minutos até serem levados para uma estufa ficando por 15 horas a temperatura de 36 °C. No primeiro Colipaper (Figura 2) contou-se a Unidades Formadoras de Colônias (UFC) e multiplicou-se pelo fator 80, no segundo realizou-se a contagem das UFC's, fez-se a média com os dados de três regiões da ficha graduada (Figura 3), conforme especificado no manual e multiplicou-se pelo fator de correção de 3200 (águas superficiais), devido a quantidade de colônias, encontrando o resultado em UFC/100 ml (Ecokit, 2015).





Figura 2 e 3: Fichas graduadas dos testes de qualidade da água dos pontos 1 e 2 respectivamente, após 15 horas em estufa.
Fonte: Projeto de extensão (Unibh), 2015.

Já os demais resultados foram realizados em campo de acordo com o manual do Ecokit, que se respalda pelos parâmetros estabelecidos pelo Ministério da saúde e Meio Ambiente, através da portaria nº 518, de 25 de março de 2004 e resolução CONAMA 357/2005, e testado por um estudo feito por Hermes e Silva (2004), ambos os pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária – EMBRAPA.

Para a confecção do mapa de localização utilizou-se a plotagem dos pontos medidos por GPS Garmin, modelo *eTrex*® 10 com o uso do programa ArcMap® 10.2 2013.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação qualitativa realizada entre os dois pontos (Figura 4 e 5) no trecho delimitado demonstraram que suas características físicas apresentaram pouca interferência humana no que diz respeito à presença de espumas, materiais flutuantes ou poluição difusa como resíduos domésticos lançados no corpo hídrico, no entanto, há indícios de que no ponto 2 eram despejados esgotos residenciais e ou comerciais no local. Sendo assim, este ponto apresentou odor oriundo da água e a presença de tubulações provenientes da rede pluvial com lançamentos de efluentes de esgoto clandestinos na mesma. Observou-se também na entrada

de um trecho canalizado no ponto 2, a presença de rede destinadas para o esgotamento sanitário, que estão aparentemente em desuso. Este fato não foi constatado no ponto 1.





Figura4 e 5: Ponto 1- "poção" utilizado para banho e ponto 2 – já degradado à direita. Foto: Diego Silva, 2015.

Os resultados das análises físico-químicas (Tabela 1) apontaram uma piora na qualidade da água entre os dois pontos, quando observados os parâmetros de turbidez e coliformes, nota-se um aumento de 58,01% e 95,83% respectivamente. Este fato mostra a rápida degradação da qualidade da água que tem nestes parâmetros uma modificação considerável em função da emissão de efluentes.

Tabela 1 – Resultado dos ensaios de análise química da água.

PARÂMETROS	UNIDADE	PONTO 1	PONTO 2
Temperatura	°C	21/ 20	21/ 20
OD (Oxigênio Dissolvido)	mg/ L de O_2	7	9
Fósforo total	mg/ L de P	0	0
N – Amoniacal total	mg/ L de N	0	3
pH	Un pH	7,64	7,45
Nitrito	mg/ L de N	0,04	0,05
Nitrato	mg/ L de N	0,7	0,7
Turbidez N.T.U	UNT	65,5*	156**
Cloreto total	mg/ L de CL	0,1	0,1
Coliformes termotolerantes	UFC/ 100 mL	720*	25.600**

Considerações: Os parâmetros de Turbidez e Coliformes termotolerantes estão fora da faixa exigida para águas de classe 1 (Turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT) e Coliformes termotolerantes segundo Resolução CONAMA n° 274, de 29 de novembro 2000, para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros), já os outros parâmetros estão de acordo com os dados pertencentes a águas de classe 1.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Ponto 1: *Turbidez até 100 unidades nefelométrica de turbidez (UNT) –Classe 2 e Coliformes termotolerantes para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros – Classe 2 (considerado próprio para uso como satisfatória).
Ponto 2: **Turbidez e Coliformes termotolerantes estão fora dos parâmetros exigidos por norma, então serão considerados como parâmetros de classe 4, bem como a limitação dos seus usos.

Fonte: Projeto de extensão/ UniBH, 2015.

Outro fator a ser considerado é que o ponto 1 segundo a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/ CERH-MG, n° 01 de 05 de maio de 2008, é considerado como água de classe 2, e o ponto 2 como sendo de classe 4, isto devido apenas à alta concentração de coliformes termotolerantes. Ressalta-se que os demais parâmetros se encontram dentro dos limites estabelecidos como boa qualidade de água e que sem os índices de coliformes e turbidez, o padrão se encontraria na classe 1.

Os usos recreativos realizados pela população no ponto 1, apontaram para a finalidade de se refrescarem nos dias quentes, ou seja, recreação de contato primário para natação. Segundo a Deliberação Normativa e os resultados físico-químicos obtidos fica viável tal prática, que conforme a mesma define que águas de classe 1 podem ser utilizados para: a recreação de contato primário, proteção do ecossistema aquático e outros; classe 2 – para contato primário, atividade pesqueira e outros; classe 3 – recreação com contato secundário, águas para consumo animal e outros; e classe 4 – uso de pouca exigência, navegação e paisagismo. Portanto, pode-se indicar que os parâmetros avaliados se enquadram na classe 2, o que viabiliza o uso do "poção", pois o risco de se contrair doenças pela ingestão e ou contato direto com a água é mediano, uma vez que ela se encontra de acordo com a Resolução CONAMA nº 274, com classe 2, satisfatória, lembrando que nesta mesma resolução o potencial de balneabilidade possui três classes para ser considerado como própria para uso.

CONCLUSÃO

Os pontos de análises conforme os dados coletados tiveram uma alteração considerável em um curto espaço, principalmente no que tange os dados de turbidez e Coliformes totais. Esta alteração é devido à presença redes clandestinas de esgotamento sanitários ligados a rede pluvial, que tem seu deságue entre os pontos. Esse fator se deve ao alto adensamento populacional e comercial na área de análise somado à falta de fiscalização. Interessante ressaltar que não há presença de moradias irregulares que justifiquem a emissão clandestina de esgoto e que a ocupação da área é da década de 1990, quando já não deveria ocorrer este tipo de problema no processo de expansão urbana legalizado em uma capital.

Analisando o primeiro ponto evidenciamos uma melhor qualidade da água e uma das justificativas seria a proximidade com uma área de preservação ambiental que se encontra a montante do ponto. Já no segundo ponto com uma distância de 261,6 m, a piora da qualidade hídrica é perceptível mesmo sem realizar testes técnicos, devido à cor escura e o odor forte aparente.

O número de crianças e adolescentes que frequentam o "Poção" para uso recreativo, como por exemplo, a prática de mergulho e natação é constante, e isso se deve ao fato da água possuir boa aparência e inexistência de odor. A partir dos resultados das análises físico-químicas foi possível apontar que as percepções sobre a boa qualidade da água apresentada

pela população que o utilizam não são infundadas, já que os resultados apresentados no presente estudo estão dentro dos parâmetros definidos por lei para a destinação de balneabilidade, uma vez que, estudos mais aprofundados se fazem necessário neste segmento, principalmente em épocas de chuva.

A falta de locais públicos para se refrescarem em dias quentes também é outro fator determinante, uma vez que a grande maioria das pessoas que utilizam o "Poção, não possui muitas opções de entretenimento e lazer balneário. Como demonstrado nos resultados, a classificação da água do "Poção" feita por meio da Deliberação Normativa COPAM, indica a possibilidade de uso da água desse Córrego para fins de contato primário, sendo assim, é de suma importância continuar as pesquisas no intuito de informar à população a situação atual do local para que unidos com os usuários, prefeitura e entidades competentes, possa viabilizar um ponto recreativo nesta área para a região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, W. L. **Os Climas Naturais do Município de Belo Horizonte – MG**, Boa Vista – RR, ed. Especial, p. 115-135, jun 2012. Disponível em: <http://goo.gl/OU5vSb>. Acesso em: 13 abr. 2015. ISSN 1980-5772.

AVRIL, L. de la C.; PAUL, K. B. **Land Use Effects on Streamflow and Water Quality in the Northeastern United States.**CRC Press. 2007, p. 50-250. Disponível em: https://goo.gl/xecxXD. Acesso em: 03 set. 2015. ISBN 97-8084-939-187-3.

BRASIL. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM/ Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais – CERH – MG. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, 05 de Maio de 2008. Publicado no Diário do Executivo de Minas Gerais, 13 de Maio de 2008. Minas Gerais, 13 de Maio de 2008.

____. Presidência da República. Resolução CONAMA nº 274. 24 de Novembro de 2000. Publicada no DOU nº 018, de 08 de Janeiro de 2001, págs. 70-71. Brasília, 08 de Janeiro de 2001.

DIAS, R. de B. **Tecnologias sociais e políticas públicas: lições de experiências internacionais ligadas à água.** Inc. Soc., Brasília, DF. 2011, v. 4, n. 2, p. 56-66. Disponível em: http://goo.gl/ycthqH. Acesso em: 03 set. 2015.

HERMES, L. C.; SILVA, A. de S. **Avaliação da qualidade das águas – Manual prático. EMBRAPA.** 2004, p. 3-55. ISBN 85-7383-229-0.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) – Série Histórica – Dados Mensais**, 2000 à 2013. Disponível em <goo.gl/N3scrd>. Acesso em: 13 abr. 2015.

LIBANIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. de L.; NASCIMENTO, N. de O. **A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública**. Eng. Sanit. Ambient. 2005, vol. 10, n. 3, p. 219-228. ISSN 1809-4457. Disponível em: http://goo.gl/UUy7ck. Acesso em: 09 set. 2015.

MACEDO, D. R.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. **Percepção social no programa de restauração de cursos d'água urbanos em Belo Horizonte.** Soc. Nat. 2011, v. 23, n.1, p. 51-63. ISSN 1982-4513. Disponível em: http://goo.gl/CPz6eA. Acesso em: 03 set. 2015.

RÖRIG, L R. *et al*. **From a water resource to a point pollution source: the daily journey of a coastal urban stream.** Braz. J. Biol. 2007, vol. 67, n. 4, p. 597-609. ISSN 1678-4375. Disponível em: http://goo.gl/48oq7n. Acesso em: 09 set. 2015.

UNESCO – United Nations Educational Scientifc and Cultural Organazation. **Água**, 2015. Disponível em: http://goo.gl/UR2qmJ. Acesso em: 03 set. 2015.

VELOSO, H. P.; FILHO, A. L. R. R.; LIMA, J. C. A.**Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. ISBN 85-240-0384-7.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A UTILIZAÇÂO DA INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA UTILIZANDO O TIPO DE SONDAGEM SPT

MIRELLA ANDRADE[1], LEANDRO FERREIRA[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO[4]

[1]Bacharelanda em Engenharia de Produção, FUPAC, (32)91645460, mgjlimaa@gmail.com
[2]Bacharel em Engenharia Civil, FUPAC, (32)85074894, ferreira.leandros@gmail.com
[3]Mestre em Engenharia Civil, UFV, (32)35315580, israeliasbik@gmail.com
[4]Mestre em Fitotecnia, UFV, (32)35315580, josedamatoneto@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A realização de uma boa investigação do solo pode facilitar um bom dimensionamento da fundação, prevenindo que alguns graves erros ocorram em obras. O objetivo desse trabalho é demonstrar a utilização da investigação geotécnica utilizando o ensaio de sondagem do tipo SPT e a sua importância, para um dimensionamento correto de uma fundação. A metodologia consta de revisão de literatura dos processos de execução de um ensaio de sondagem SPT. A sondagem SPT oferece dados técnicos imprescindíveis para qualidade da obra, com excelente custo/benefício.
PALAVRAS–CHAVE: Investigação Geotécnica, Sondagem, SPT.

THE USE OF GEOTECHNICAL RESEARCH SURVEY USING SPT

ABSTRACT: The achievement of a good investigation of soil can facilitate a good foundation scaling, preventing some serious mistakes occur in works. The objective of this work is to demonstrate the use of the Geotechnical research using the survey of type SPT and its importance for a correct sizing of a foundation. The methodology consists of literature review of the procedures for execution of an SPT poll. The SPT poll offers technical data essential for quality of work, with excellent cost-benefit.
KEYWORDS: Geotechnical Investigation, Survey, SPT.

INTRODUÇÃO

Os primeiros equipamentos de sondagem chegaram ao Brasil por volta de 1938, por intermédio do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT/USP), e por meio de normatizações americanas, que após estudo adotaram como padrão o ensaio de sondagem. Em 1948, Terzaghi e Peck publicaram o ensaio SPT (standard penetration test) em seu livro “Soil Mechanics in Engineering”, altamente conhecido na área geotécnica. Este ensaio utilizou um novo amostrador de solos e uma nova unidade de cravação, conhecido como Nspt, que apresenta relação com a tensão do solo e chegou ao Brasil em 1957, substituindo o equipamento de sondagem, indicando a nova era do SPT. A partir de então novas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), foram criadas.

Em fevereiro de 2001, a ABNT publicou uma nova versão da NBR-6484 (Solo -

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio) atualmente utilizada e que substitui a NBR 7250:1982 (Identificação e descrição de amostras de solos obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos).

Atualmente, é comum ouvir-se durante a realização de uma obra que o terreno é bom, a construção é leve e que não há necessidade de uma sondagem e com isso, alguns profissionais da área, com o intuito de agradar ao cliente, acabam causando fortes prejuízos durante a realização das obras, contrariando as normas da ABNT. O erro de não optar pela sondagem, pode acarretar em vários problemas durante a execução do projeto, além de grandes custos para a obra, pois não se sabe a fundo em que tipo de solo a obra está locada, pois apenas por meio da sondagem, tem-se como resultado: nível da água no terreno, estratigrafia do solo, tipos de camadas encontradas, a resistência à penetração. A partir desses dados, inicia-se o dimensionamento da fundação que é responsável pela sustentação de toda edificação. Ela suporta carregamentos de alvenarias, lajes, vigas, pilares, e descarregamentos no solo.

Para um bom dimensionamento da fundação, é necessário o conhecimento das características do solo, existentes no local da obra. Desta maneira, observa-se a importância de realizar um ensaio de sondagem, para o conhecimento destas características. A sondagem trata-se de uma investigação no subsolo, conhecendo-se as condições naturais do mesmo, sua estratigrafia, seu nível de água e sua resistência.

O objetivo deste trabalho é mostrar a utilização da investigação geotécnica utilizando o ensaio de sondagem do tipo SPT e a sua importância, para um dimensionamento correto de uma fundação. A importância deste trabalho se reflete no avanço dos dias atuais, em que a realização do ensaio de sondagem SPT tem se tornado bastante comum nas grandes e pequenas obras, considerando a importância de se realizar uma caracterização detalhada do subsolo para que ocorra o dimensionamento correto da fundação, gerando projeto qualificado, economia, segurança e otimização dos processos. Caso não ocorra a realização desta sondagem, é possível que aconteça um superdimensionamento da fundação, levando o solo a apresentar alto índice de resistência. Devido a isto, podem acontecer rupturas e recalques gerando riscos para a obra.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho consta de uma revisão de literatura dos processos de execução de um ensaio de sondagem SPT.

O solo é formado pela erosão das rochas sobre influência de ações físicas, químicas e biológicas (vento, chuva, aquecimento, resfriamento), originando grãos cada vez menores. Este processo é conhecido por intemperismo.

Há uma diversidade de solos na natureza e suas ações formadoras originam-se de grãos cada vez menores, em função do diâmetro de suas partículas. Sua classificação é feita através de ensaios simples e laboratoriais, incialmente denominadas argila, silte, areia, pedra e matacão. A TABELA 1 abaixo representa a classificação das partículas do solo quanto ao seu diâmetro.

Tabela *1* – Tabela de classificação das partículas do solo (ABNT/NBR 6502/95).

Fração	Limites definidos pela Norma da ABNT
Matacão	De 25 cm a 1 m
Pedra	De 7,6 cm a 25 cm
Pedregulho	De 4,8 mm a 7,6 cm
Areia grossa	De 2,0 mm a 4,8 mm
Areia media	De 0,42 mm a 2,0 mm
Areia fina	De 0,05 mm a 0,42 mm

De acordo com Vargas (1985), as partículas do solo se misturam dificultando a identificação do mesmo e por isso é necessário um ensaio laboratorial para determinação da porcentagem de cada material da amostra. Este ensaio é denominado granulometria e ao ser realizado este deve estar de acordo com a norma NBR 7181 (1984). Sob o ponto de visto da engenharia, Pinto (1966 apud HACHICH, 1998, p. 56) comenta a importância da classificação dos solos "O objetivo da classificação dos solos, sob o ponto de vista de engenharia, é o de poder estimar o provável comportamento do solo, ou, pelo menos, o de orientar o programa de investigação necessário para permitir a adequada análise de um problema".

O standard penetration test (SPT), conhecido como sondagem à percussão ou sondagem de simples reconhecimento, é um processo de exploração e reconhecimento do subsolo para se obter parâmetros. Define o dimensionamento e o tipo de fundação a ser executada na edificação. Informações inadequadas de sondagem ou inexistentes podem gerar uma obra com custos mais elevados. Esta sondagem pode ser aplicada em obras como edificações, estradas, barragens e túneis.

A ABNT possui quatro normas relativas ao assunto de sondagem: NBR 8036, NBR 7250, NBR 6484 e NBR 6502. A NBR 8036 - Programações de sondagem para simples reconhecimento- orienta sobre o número de furos, locação dos furos e profundidade a ser sondada.

A NBR 7250 - Identificação e descrição de amostras de solo obtida em sondagem de simples reconhecimento- orienta sobre as propriedades dos solos e suas classificações em relação ao número de golpes para a penetração do amostrador. A NRB 6484 - Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT- orienta sobre a execução da sondagem e apresentação dos resultados, sobre as dimensões padronizadas do amostrador e do martelo de percussão. NBR 6502 - Solos e Rochas- apresenta várias definições de termos usados na geotécnica.

A sondagem procura conhecer as condições naturais do solo, sua resistência, seu tipo e suas características físicas, além de determinar o nível de quantidade de água existente no subsolo. Pode-se realizar a sondagem apenas para reconhecimento da região ou para conhecimento profundo e mais preciso das condições do solo. No SPT, realiza-se tanto ensaios de laboratórios quanto ensaios de campo.

Ao iniciar o projeto de uma obra, o ideal é que se contrate uma empresa para fazer uma investigação geotécnica no local da obra, independentemente de seu tamanho. Para que esta investigação ocorra de forma correta, é necessário que se defina uma certa quantidade de furos de acordo com o tamanho do terreno. Esta quantidade é definida por normas da ABNT.

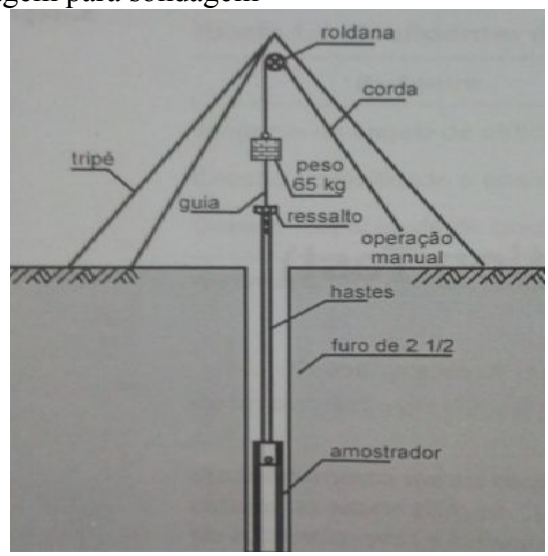
O serviço de sondagem é precedido pela locação topográfica dos furos, após a determinada quantidade dos mesmos determinados. O topógrafo se desloca até o campo para realizar a marcação com base na norma NBR 8036, a etapa desta locação pode ser uma

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

referência de nível indeslocável, locação planimétrica, locação altimétrica, cota da boca do furo e a demarcação do furo com um piquete de madeira ou estaca. A locação dos furos deve ter uma distância de 100 m de cada furo em diagonal ou paralelo.

A norma NBR 6484 apresenta a aparelhagem completa para o serviço de sondagem que são torre com roldana, tubos de revestimento, composição de perfuração, trado-concha ou cavadeira, trado helicoidal, trépano de lavagem, amostrador padrão, cabeças de bateria, martelo padronizado para a cravação do amostrador, balde para esgotar o furo, medidor de nível de água, metro de balcão, recipientes para amostra, bomba d'água, centrífuga motorizada, caixa d'água ou tambor com divisória interna para decantação e ferramentas gerais. A FIGURA 1 representa aparelhagens para sondagem.

Figura 1 – Aparelhagem para sondagem



Fonte: SCHNAID (2010, p.10).

O resultado do ensaio é gerado através de um relatório de sondagem realizado pelo geotécnico, que visa destacar a resistência do solo através da quantidade de golpes aplicados em cada camada de 1m. Este relatório é entregue ao engenheiro civil, que irá extrair as informações necessárias para o dimensionamento da fundação e que poderá determinar a consistência do solo.

Há inúmeras maneiras de relacionar as tensões de solos com o número de SPT. Elas podem ser determinadas pelo método de consistência e compacidades, conforme visto anteriormente, durante a explanação acerca da compacidade e consistência de solo.

Os solos de baixa resistência, possibilitará o uso de fundações profundas sendo esquadrados os vários tipos de estacas, neste caso seria interessante um estudo detalhado dentre as alternativas de fundações profundas e fazer a escolha de acordo com o menor custo e prazo de execução (HACHICHI, 1998, p. 214).

Ignorar o processo de sondagem, atitude inicialmente que pode ser vista como forma de economia, pode trazer inúmeros prejuízos para a obra a ser realizada, visto a dificuldade em trabalhar sem os dados que podem ser obtidos através da sondagem como, o nível da água, o tipo de solo, e a resistência para um dimensionamento adequado.

O desconhecimento do nível da água pode ser um grande problema, pois caso o terreno apresente o nível da água elevado, poderá ocorrer vários. Com isso deve-se fazer uma

investigação geotécnica e se necessário utilizar uma fundação profunda. Neste momento não se sabe ao certo se o solo suportaria a tensão estimada. Segundo Caputo (1988, p.64), capilaridade é a água que se eleva entre os vazios de pequenas proporções, os solos finos têm vazios reduzidos por tanto tem altura capilar menor em relação a solos grossos.

O fato de não realizar a sondagem e o engenheiro estimar um valor para a sua tensão que, provavelmente, será a pior das hipóteses, pode-se gerar grandes complicações no futuro, já que não existe conhecimento do solo e o cálculo da estrutura estará superdimensionado. O simples fato de desconhecer o solo, poderá danificar a estrutura da edificação, como exemplo, por meio do fenômeno do recalque. À medida que o recalque vai aparecendo, os danos na edificação vão aumentando e toda estrutura quando dimensionada, tende a ter um recalque, porém, quando se conhece o solo, prevê-se recalque dimensionando à estrutura de maneira correta.

Quando se consta de uma obra de pequeno porte é comum à prática da não realização da investigação geotécnica, pois, muitas das vezes por ser tratar de uma obra pequena o dono da obra, acha desnecessária a realização da mesma, pensa que estará economizando, pois o engenheiro não terá dados suficientes para dimensionar a fundação, para suprir este déficit de informações sobre o solo, estimará uma hipótese ruim, para cobrir possíveis imprevisto com isto eleva-se um o custo do dimensionamento da fundação. Pode-se prever que o custo desta falta de informação será maior que a utilização da investigação geotécnica. Sabe-se que o custo de uma investigação e aproximadamente 1 % do valor da obra.

CONCLUSÕES

Ao se iniciar uma obra e preciso optar pela sondagem para diagnosticar problemas apresentados pelo solo, pois quando realizada, esta dará informações precisas ao engenheiro, e este tomará decisões importantes, eficientes, seguras, precisas e econômicas para a obra.

Ao tomar a prática de estimar empiricamente a sua resistência com o menor valor, a obra ficará muito cara, sujeita a futuros problemas.

Através deste trabalho pôde-se verificar que a realização do processo de sondagem é muito importante para a construção de uma obra visto que apenas através deste é possível obter informações essenciais para a garantia de uma obra de qualidade, tanto economicamente quanto em segurança.

Observa-se também que a sondagem pode servir de garantia de trabalho tanto para o profissional responsável pela obra, quanto para o cliente, visto que este processo oferece dados técnicos que não podem ser obtidos através de outros métodos e com a mesma viabilidade financeira.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projeto e Execução de Fundações– Rio de Janeiro, 2010. 91p.

_____. **NBR 6484**: Solo - Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT - Método de Ensaio – Rio de Janeiro, 2001. 17p.

_____. **NBR 6502**: Rochas e Solos – Rio de Janeiro, 1995. 18p.

_____. **NBR 7250**: Identificação e descrição de amostras no solo obtidas em sondagem de simples reconhecimento do solo. Rio de Janeiro, 1982. 3p.

_____. **NBR 8036**: Programação de Sondagens de Simples Reconhecimento do Solo Para Fundações de Edifícios. Rio de Janeiro, 1983. 3p.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2013. 716p.

BUDHU, M**. Fundações e estruturas de contenção** / Muni Budhu ; [tradução e revisão técnica] Luiz Antônio Vieira Carneiro, Maria Esther Soares Marques. - Rio de Janeiro: LTC, 2013.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**, vol.1, 6ed; Rio de Janeiro - LTC 1988.

CINTRA, J.C.A.; AOKI, N.; TSUHA, C.HC.; GIACHETI, H.L. **Fundações**: ensaios estáticos e dinâmicos. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 144p.

CINTRA, J. C. A.; AOKI, N.; ALBIERO, J. H.. **Fundações diretas: projeto geotécnico**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 140p.

DAS, B. M. **Fundamentos da engenharia geotécnica**. Trad. São Paulo: Thomson, 2007. 559p.

FILHO, A. C. Q. F. **Estudos sobre efeito de velocidade de ensaio na calibração de pressiômetro cravado**. 2007. 47f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro De Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade da Amazônia, 2007.

HACHICH, W.; FALCONI, F.F.; SAES, J.L.; FROTA, R.G.Q.; CARVALHO, C.S. & NIYAMA, S.: editores. **Fundações**: teoria e prática. São Paulo: Pini, 2ed., 751 p., 1998.

REBELLO, Y. C. P. **Fundações**: guia prático de projeto, execução e dimensionamento. São Paulo: Zigurate, 2008.

REICHERT, J.M. **Solos florestais**. Disponível em: < http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.quoos.com.br/downloads/Disciplinas/SolosFlorestais/Apostila_Teorica%20SF.pdf> Acesso em 13 out. 2014.

SCHNAID, F. **Ensaios de campo e suas aplicações à engenharia de fundações**; São Paulo: Oficina de textos, 2009.

TERZAGHI, K.; PECK, R. B. **Mecânica dos solos na prática de engenharia**. Trad. Rio de Janeiro: Ed. McGraw Hill, 1962. 56p.

TEIXEIRA, W; FAIRCHILD, T.R.; TOLEDO, M. C. M.; TAIOLI, F. **Decifrando a terra** – 2ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

VARGAS, M. **Introdução à mecânica dos solos**, São Paulo: Ed. McGraw Hill, 1985.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM CURSOS D`ÁGUA E NASCENTES NA SERRA DA MANTIQUEIRA UTILIZANDO GEOTECNOLOGIAS

DANIEL FERNANDO COSTA DO PRADO[1], MICHEL EUSTÁQUIO DANTAS CHAVES[2], RAFAELA GUIMARÃES SILVA[3], ROSÂNGELA ALVES TRISTÃO BORÉM[4], KATYANNE VIANA DA CONCEIÇÃO[5], LUIS MARCELO TAVARES DE CARVALHO[6].

[1]Geógrafo, Mestrando do programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, (35)9995-5275, danielfernandoengflorestal@posgrad.ufla.br
[2]Geógrafo, Doutorando do programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, micheldchaves@gmail.com
[3]Bióloga, Doutoranda do programa de Pós-graduação em Ecologia aplicada, Universidade Federal de Lavras, mgrafaelaguimaraes@yahoo.com.br
[4]Engenheira Florestal, Doutora em Produção Vegetal, Professora Adjunto III da Universidade Federal de Lavras, tristaoborem@gmail.com
[5]Engenheira Florestal, Mestranda no programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, katyannevc@gmail.com
[6]Engenheiro Florestal, Doutor em Geociências e Meio Ambiente, Professor Adjunto III do Departamento de ciências florestais, Universidade Federal de Lavras, passarinho@dcf.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: As Áreas de Preservação Permanente (APP) em cursos d`água e nascentes possuem um papel importante na manutenção e proteção deste recurso natural. A região da Serra da Mantiqueira é rica em patrimônio natural, possuindo grande número de nascentes, porém, vem sofrendo com a crescente ação antrópica em áreas teoricamente destinadas à preservação. Diante deste cenário, a avaliação e o monitoramento destas áreas visa mitigar a degradação destes recursos e fornecer subsídios para o planejamento ambiental. O objetivo principal deste trabalho foi analisar a situação das APP`s de cursos d'água e nascentes dos municípios mineiros de Baependi, Caxambu e Pouso Alto, localizados na Serra da Mantiqueira e integrantes do chamado Circuito das Águas. A região em questão, inclusive, possui uma Área de Preservação Ambiental, a APA da Serra da Mantiqueira. As APP`s foram delimitadas a partir de dados de hidrografia disponibilizados pelo IBGE para o cruzamento com os dados de uso do solo da região de estudo, obtidos por classificação baseada em objeto das imagens RapidEye do ano de 2011. Os três municípios possuem juntos 42.990 hectares de remanescente de vegetação. O cruzamento dos dados mostrou que 50,7% das áreas de APP estão degradadas. Na APA da Mantiqueira, 37,04% das áreas de APP encontram-se na mesma situação. O estudo conclui que as áreas prioritárias para conservação apresentam grande porcentagem de degradação, não indicando boas condições ambientais, assim como o restante da área em estudo.

PALAVRAS–CHAVE: Recursos naturais, SIG, Sensoriamento remoto.

ANALYSIS OF PERMANENT PRESERVATION AREAS DEGRADATION IN WATERCOURSES AND NASCENTS IN SERRA DA MANTIQUEIRA USING

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

GEOTECHNOLOGIES

ABSTRACT: Permanent Preservation Areas (APP) in watercourses and nascents has an important function in the conservation and preservation of the water resources . The "Serra da Mantiqueira" region is rich in natural heritage, as well as large number of nascents, however, this region have suffered with growing antropic action in areas destined, in theory, for the preservation. In this scenario, the evaluation and monitoring of these areas wants to mitigate the degradation of these resources and provide subsidies for environmental planning. The objective of this paper was analyze the situation of watercourses and nascents Permanent Preservation Areas in the municipalities of Baependi, Pouso Alto and Caxambu, located in the "Serra da Mantiqueira" and members of the "Water Circuit". The region in question, inclusive, have an Environmental Protection Area, the "APA Serra da Mantiqueira". The Permanent Preservation Areas was delimited starting from hydrography data, available in IBGE site for the crossing with data of Land Use Land Cover in the study region, obtained for object-based classification of the RapidEye images of the year of 2011. The three municipalities have together 42.990 hectares of remaining vegetation. The Crossing of the data showed that 50.7% of APP areas are degraded. In the "APA Serra da Mantiqueira", 37.04% of Permanent Preservation Areas are in the same situation. The Study concludes that the priority areas for conservation present large degradation percentage, not indicating goods environmental conditions, whereas restant of study area.

KEYWORDS: Natural Resources, GIS, Remote Sensing.

INTRODUÇÃO

Diante do acelerado ritmo de exploração e esgotamento dos recursos naturais, a questão ambiental se torna tema central de debates pelo mundo e a busca por sustentabilidade dita o ritmo das discussões. Utilizar recursos naturais de forma consciente, sem que haja perda ambiental irreversível, visando um ambiente equilibrado para as gerações futuras é a meta do período de transição entre os séculos XX e XXI. Na tentativa de garantir que o meio ambiente exerça suas funções ambientais em equilíbrio e garantir o bem-estar social, o homem elabora continuamente leis e diretrizes para mitigar os impactos da exploração de recursos, conservar as florestas brasileiras e preservar áreas prioritárias para o equilíbrio ambiental. A maioria destas diretrizes contempla a criação de áreas prioritárias, como as Áreas de Preservação Permanente (APP) e as Reservas Legais (RL) como forma de estocar recursos naturais.

No Brasil, o Código Florestal Brasileiro, datado de 1934, foi o marco inicial instituído como regente e delimitador das áreas de grande interesse ambiental, as quais se deve preservar. As áreas intituladas Áreas de Preservação Permanente (APP), fazem parte desse contexto. Segundo a Resolução do CONAMA 303, as APP`s possuem o objetivo principal de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas. O Código já foi revisto duas vezes: nos anos de 1965 e 1988, com o surgimento da Constituição Federal Brasileira.

Apesar de estar amparado por uma legislação, o Meio Ambiente sofre com a falta de conscientização e, por consequência, com a falta de planejamento, fiscalização e punição aos crimes ambientais relacionados a ações antrópicas ocorridas em áreas destinadas à preservação. Com a nítida ineficácia das leis, recursos naturais vão se perdendo, o que desencadeia crises ambientais como a enfrentada pela falta de água em Minas Gerais, São

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Paulo e Rio de Janeiro, que poupam recursos e vontade política para solucionar vetores de problemas ambientais.

Este trabalho relata um estudo sobre as áreas de APP de nascentes na Serra da Mantiqueira, principal fonte de água para estes três Estados. Motivado pelo grito de socorro que a natureza ecoa e acreditando que o monitoramento ambiental é peça-chave para a tomada de diretrizes de planejamento territorial e fiscalização para a conservação de recursos naturais, foi feita uma avaliação para representar e caracterizar as APP de curso d'água e nascentes nos municípios de Baependi, Caxambu e Pouso Alto, na Serra da Mantiqueira e integrantes do chamado "Circuito das Águas".

O uso de ferramentas tecnológicas para o provimento de mapas e gestão de informações em bancos de dados automatizados se fez presente, partindo da premissa de Pessoa et al. (1997), que consideram que abordagens automatizadas são importantes à medida em que o problema a ser analisado apresenta-se em grandes dimensões e onerosos custos para operacionalização in loco. A partir desse pressuposto, as geotecnologias apresentam-se como ferramentas de auxílio às ações de órgãos gestores, fornecendo a possibilidade de obtenção precisa de dados referentes a estas áreas e sua organização em banco de dados. Com o uso de imagens do sensor Rapideye Earth Imaging System (REIS) a bordo do satélite Rapideye, tentou-se verificar se as APP`s encontram-se em consonância com o que é pregado pelo Código Florestal Brasileiro que passou a vigorar no ano de 1988.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo engloba os municípios de Baependi, Caxambu e Pouso Alto, localizados em Minas Gerais, na mesorregião do Sul/Sudoeste do Estado. A área situa-se na região da Serra da Mantiqueira, onde o relevo é acentuado, formado por morros e montanhas, com vales encaixados e clima ameno, com temperatura média 17,9°C e a precipitação média anual 1.665 mm (ALVES et al., 2013).

Na região de estudo localiza-se parte da APA da Serra da Mantiqueira, uma área de proteção Ambiental que engloba o Parque Estadual da Serra do Papagaio, uma Unidade de Proteção Integral e a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do Alto Gamarra. A delimitação dessas Unidades de Conservação abrange grande parte da área de estudo. Na Figura 1 é apresentada a localização de área de estudo.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

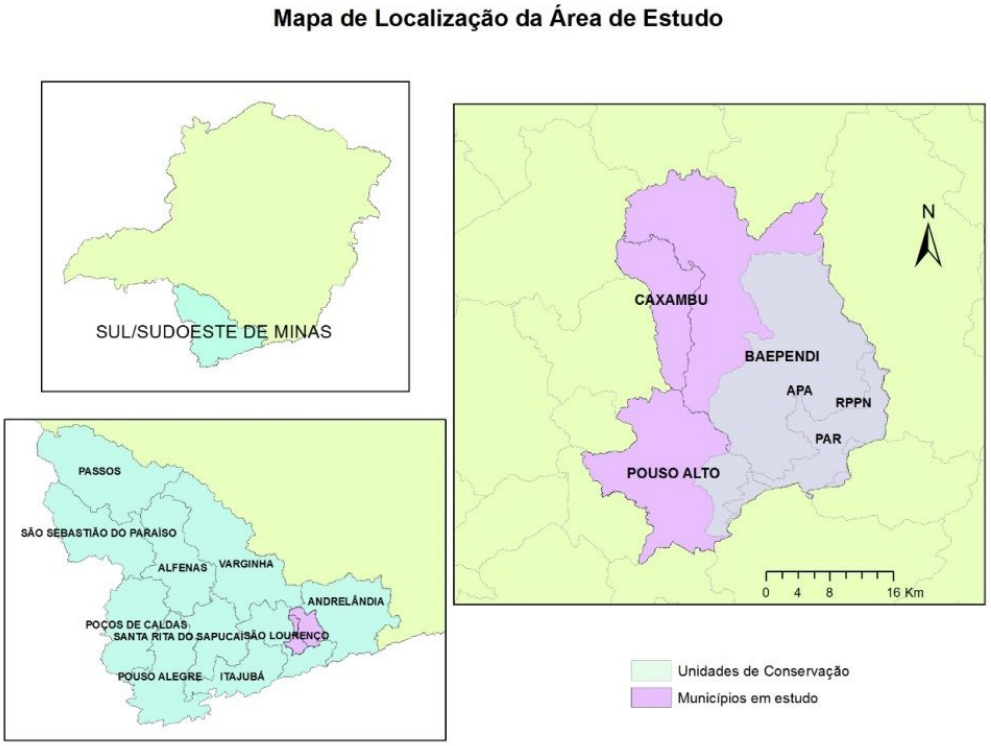


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

Os dados referentes ao uso do solo nos municípios foram obtidos de imagens orbitais oriundas do sensor Rapideye Earth Imaging System (REIS) do ano de 2011, utilizando as bandas 5R-4G-3B. Os procedimentos para a delimitação das APP's, cruzamento dos dados de uso e ocupação (vide item Mapeamento de Uso de Solo) e as demais análises foram realizados no SIG ArcGIS, versão 10.3 e a classificação das imagens foi feita no software eCognition, versão 9.

Delimitação das APP`s nas faixas marginais dos cursos d'água e nascentes

As faixas marginais dos cursos d'água foram geradas a partir do arquivo da rede hidrográfica local disponível em formato vetorial no site do IBGE, na escala 1:50.000. Utilizou-se a ferramenta Buffer disponível no módulo Arc Toolbox do ArcGIS 10.3 para gerar uma faixa nas duas margens do curso d'água. Foi gerado o buffer de 30 metros em cada margem do rio na rede hidrográfica correspondente. Com o intuito de medir a largura dos rios, a rede hidrográfica foi verificada utilizando as imagens de alta resolução disponíveis no Google Earth. Somente o rio principal possui uma largura maior que 10 metros na região da jusante ondo o Buffer foi de 50 metros.

Para a delimitação das APP's de nascentes foram considerados os pontos iniciais de cada curso de rio de primeira ordem, onde em cada ponto localizado na extremidade do curso foi considerado como nascente. Em cada ponto foi gerado um buffer de 50 metros, segundo a Lei N. 12.727/2012. As áreas de APP de cursos foram aglutinadas de forma a não haver sobreposição de áreas e posteriormente quantificadas em ambiente SIG.

Mapeamento do uso do solo

Para a aquisição dos dados de uso do solo foram utilizadas imagens RapidEye, Sensor REIS nas bandas 5(R)4(G)3(B) dos meses de Julho e Setembro de 2011. Foi realizada uma

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

classificação baseada em objeto das imagens considerando as classes: Vegetação, Uso Antrópico, Área urbana e Corpos d'água. A classe de vegetação abrange as áreas compostas por fragmentos florestais e Campos de altitude, localizados nas porções mais elevadas da área. A classe de Uso antrópico consiste nas áreas onde a condição natural foi modificada, sendo substituídas por áreas agrícolas, pastagens ou apenas a retirada da vegetação e/ou do solo.

Segundo Blaschke (2010) a análise baseada em objeto tem como base a segmentação da imagem, que consiste na separação das imagens em porções (segmentos) com características estabelecidas pelo algoritmo, como escala do segmento e critérios de homogeneidade (compacidade, forma, cor). Com base nos segmentos, é possível extrair os valores médios correspondentes aos pixels ali contidos, possibilitando a realização das análises. Para a classificação supervisionada foi utilizado o algoritmo de aprendizagem de máquina *Support Vector Machine* (Vapnik, 1999). As amostras foram coletadas de forma arbitrária no sentido de obter amostras puras e em quantidade representativa. Após o processo automatizado, a classificação foi corrigida manualmente para aumento da acurácia dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da aplicação metodológica utilizada foram obtidos os mapas de classificação do uso do solo e de situação de degradação das APP's de curso d'água (FIGURA 2). A partir do cruzamento entre as informações da classificação final de uso e ocupação do solo e da categorização da situação das APP's, é possível constatar que as áreas não degradadas estão situadas nas partes mais altas da área de estudo (à leste e sudeste dos mapas), que variam entre 1.200 e 2.360 metros, o que pode ser explicado pela presença do Parque Estadual da Serra do Papagaio (PESC), criado com o intuito de preservar áreas remanescentes de mata atlântica e campos de altitude. Por estar inserido no corredor sul da Mata Atlântica e por apresentar remanescentes florestais com alto grau de conectividade, o Parque representa uma importante matriz de espécies raras e endêmicas, sendo que muitos dos seus ecossistemas servem de abrigo para animais ameaçados de extinção. Na unidade de conservação, concentram-se as nascentes dos principais rios formadores da bacia do Rio Grande, responsável pelo abastecimento de grandes centros urbanos do sul de Minas. Abriga as maiores e mais importantes bacias hidrográficas do Sudeste.

Como contraponto à preservação das APP's presentes no Parque, o que se vê no restante da área de estudo é a degradação da maioria das APP's. Dessa forma, cabe discutir que a ação antrópica, predominante na região pelas atividades agrícolas e de pastagem, têm sido nociva ao patrimônio ambiental local. A preservação das APP's de curso d'água é vital para a conservação dos recursos hídricos desse importante complexo natural, está prevista em Lei, mas não é cumprida na região. A Tabela 1 mostra a situação das APP's de curso d'água e nascentes.

Figura 2 – Mapas de uso e ocupação do solo e situação de degradação das APP's na área de estudo.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

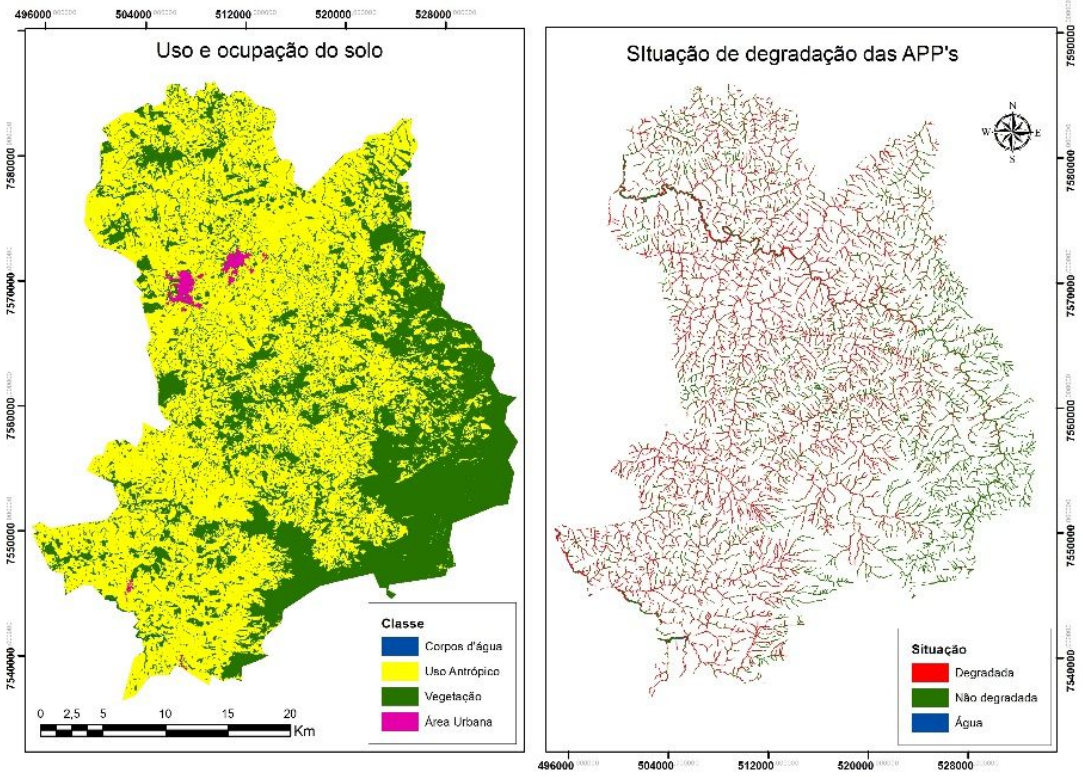


Tabela 1 – Situação das APP's de curso d'água e nascentes na área de estudo e suas respectivas áreas

Situação das APP's	Área (ha) e (%)
Degradadas	9.066,85 (50,7%)
Não-degradadas	8.684.99 (48,56%)
Água	130,68 (0,007%)

O cruzamento dos dados mostra que o espaço protegido pelo Parque Estadual da Serra do Papagaio faz com que o total de área não-degradada, em toda a área em estudo, seja próximo ao total de área degradada. Porém, a constatação de que 50,7% das APP's de curso d'água encontram-se degradadas é preocupante e torna cada vez mais importante uma intervenção por parte do Poder Público e do Terceiro Setor na proposição de programas ambientais voltados à preservação destas áreas. Um exemplo que poderia ser seguido na região é o Programa da Agência Nacional de Águas (ANA) intitulado "Produtor de Água", que beneficia financeiramente os donos de terra que preservam seus cursos d'água e suas nascentes. O Programa é aplicado, por exemplo, em Extrema, município localizado no Sul de Minas Gerais e que faz parte de uma região igualmente estratégica à da Serra da Mantiqueira quando o assunto é o sistema hídrico nacional.

O foco do Programa é estimular a política do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) voltados à proteção hídrica do Brasil. Para tanto, apoia, orienta e certifica projetos que visem a redução da erosão e do assoreamento de mananciais no meio rural, propiciando a melhoria da qualidade, a ampliação e a regularização da oferta de água em bacias hidrográficas de importância estratégica para o País (ANA, 2015). Em uma análise simplista, é possível considerá-los produtores de água, pois a recuperação das áreas de APP aumenta a disponibilidade do recurso. E a região avaliada neste trabalho se encaixa nestes quesitos e carece de um Programa deste porte.

Além disso, podemos ver o CAR como uma alternativa dentro dessa integração dos produtores e a recuperação das áreas de importância ambiental. O CAR é o primeiro passo para a regularização das propriedades rurais, sendo um cadastro eletrônico das informações ambientais de todas as propriedades rurais do Brasil. A partir do CAR já poderá haver maior responsabilização dos proprietários rurais perante suas áreas de preservação.

Caracterização das APP's e situações identificadas

A partir do que rege a legislação brasileira e da metodologia proposta, foram mapeadas as APP's de curso d'água na área de estudo. As APP's nas margens dos cursos d'água resultaram em uma área de 16.883 hectares em quanto que APP's em áreas de nascentes resultaram em 2.179 hectares, num total de 17.882 hectares de APP em toda a área.

Do total apresentado anteriormente, a área como um todo possui um total de 9.066,85 hectares de APP degradadas, sendo que 1.102, 23 ha são de áreas de nascentes (50.5% das APP`s de nascente) estão degradadas. A unidade de Conservação possui quase 43% das áreas de nascente, sendo que 33,35% delas já estão degradadas, mostrando a grande degradação já apresentada dentro da área de proteção. Dentre as APP`s de cursos D`água, 50.6 % estão degradadas, sendo que 16.47% do total encontram-se dentro da área pertencente ao Parque Estadual da Serra do Papagaio (37% dentro da UC).

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos pela metodologia aplicada, conclui-se que não há consonância entre a proposta do código florestal brasileiro e a realidade analisada in loco. Podemos ver que mais da metade das regiões delimitadas como Área de Preservação Permanente encontram-se degradadas, quando deveriam estar preservadas.

Ressalta-se ainda que 37% das áreas de APP que encontram-se dentro de Unidades de conservação estão degradadas, o que mostra-se uma grande preocupação, visto que a premissa básica das UC's é a proteção dos recursos naturais. Assim a função destas áreas pode se tornar obsoleta na região em estudo.

Estudos neste sentido podem ser de grande utilidade para o poder público, fornecendo dados representativos da temática ambiental, os quais muitas vezes são inviáveis por questões técnicas, financeiras e logísticas. Neste intuito as Geotecnologias vêm em apoio a estas questões, conseguindo expressar de maneira clara e espacializada a dinâmica fisiográfica da superfície terrestre, permitindo uma análise partindo da escala local à regional.

REFERÊNCIAS

As referências bibliográficas deverão seguir a formatação definida de acordo com a ABNT NBR 6023:2002

ALVES, H. M. R et al. **Mapeamento do uso da terra da Indicação Geográfica da Região da Serra da Mantiqueira de Minas Gerais**. In.: Anais...XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Florianópolis, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. <www.ana.gov.br>. Acesso em: 18 set.

BLASCHKE, T. Object based image analysis for remote sensing. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**. 65 (2010) 2-16.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. **Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente**. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 23 ago.

INSTITUTO BRASIEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. <www.ibge.gov.br>. Acesso em 18 set.

PESSOA, M. C. P. Y; LUCHIARI, A. J.; FERNANDES, E. N.; LIMA, M. A. **Principais modelos matemáticos e simuladores utilizados para análise de impactos ambientais das atividades agrícolas**. Jaguariúna, EMBRAPA/CNPMA, 1997. 83p. (EMBRAPA, CNPMA. Documentos, 8).

VAPNIK, V. N. (1999). **The Nature of Statistical Learning Theory**. Springer Verlag, New York, 2nd edition.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA MECÂNICA À COMPRESSÃO DE ARGAMASSA DE GESSO COM INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE SERRAGEM

CARLOS EDUARDO ALVES OLIVEIRA[1], MARIA DA CONCEIÇÃO TRINDADE BEZERRA E OLIVEIRA[2], FLÁVIO ALVES DAMASCENO[3], JOFRAN LUIZ DE OLIVEIRA[4], CLARA ALVES OLIVEIRA[5], BIANKA SIMON FUZARO[6]

[1] Graduando em Engenharia Agrícola, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829-1481, carlos.oliveira@engagricola.ufla.br
[2] Engenheira Agrícola, Professora Assistente, UFMT/Rondonópolis-MT, (66) 3410- 4063, conceicao.ufmt@gmail.com
[3] Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829-1481, flavio.damasceno@deg.ufla.br
[4] Engenheiro Agrícola, Professor Assistente, UFMT/Rondonópolis-MT, (66) 3410- 4063, jofranluiz@gmail.com
[5] Graduando em Engenharia Agrícola, UFMT/Rondonópolis-MT, (66) 3410- 4063, claraoliveira.a@outlook.com
6 Graduando em Engenharia Agrícola, UFMT/Rondonópolis-MT, 3410- 4063, bianka_simon@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A indústria da construção civil necessita da implantação e utilização de novas tecnologias que priorizem o uso de materiais não convencionais em seus produtos. Em virtude disso, faz-se necessário o desenvolvimento de novos materiais, ecologicamente corretos, ambientalmente sustentáveis, e que proporcionem uma boa relação custo-benefício. Visando a utilização dos resíduos produzidos pela indústria madeireira, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento mecânico de compósitos de gesso reforçados com resíduos da serragem de madeira. Foram confeccionados matrizes de gesso com adição do resíduo em concentrações de 0,0%; 2,5%; 5,0%; 7,5% e 10%, utilizando fator água/gesso 0,55. Os compósitos de gesso foram colocados em bancadas à temperatura ambiente, passando por processo de cura durante sete dias, quando atingiram massa constante. Os ensaios de resistência à compressão foram realizados na Máquina de Ensaio Universal *WDW-100E III*, sendo encontrados os maiores valores de tensão normal à compressão para a matriz de gesso com adição de 5% do resíduo vegetal.
PALAVRAS–CHAVE: resistência à compressão, material de construção, resíduos sólidos

ANALYSIS OF THE MECHANICAL RESISTANCE TO COMPRESSION OF PLASTER MORTAR WITH INCORPORATION OF RESIDUE OF SAWDUST

ABSTRACT: The construction industry needs the deployment and uses of new technologies that prioritize the use of unconventional materials in their products. As a result, it is necessary to the development of new materials, environmentally sustainable, and which have good cost-benefit ratio. In order to use the waste generated by the timber industry, the goal of this work was evaluate the mechanical behavior of gypsum composites reinforced with waste from wood waste. Were made of plaster with addition of residue in concentrations of 0.0%; 2.5%; 5.0%; 7.5% and 10%, and using water/plaster 0,55 factor. The gypsum composites were placed on stands at room temperature, going through a healing process for seven days, when reached constant mass. The compressive strength tests were performed on Universal testing

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

machine WDW-100E III, being found the highest normal stress by compression to the array of plaster with addition of 5% of vegetable residue.
KEYWORDS: compressive strength, construction material, solid waste

INTRODUÇÃO

No atual cenário de desenvolvimento das civilizações, a preservação ambiental tem ganhado destaque, o que tem levado ao desenvolvimento e adoção de novas tecnologias que priorizem a utilização dos recursos naturais de maneira mais econômica e com um olhar voltado para as futuras gerações.

Segundo Teixeira e César (2006), "a indústria da madeira vista de maneira global usa os recursos naturais de maneira ineficiente, tanto na obtenção da matéria-prima, quanto na fase de produção dos produtos, como também no descarte dos produtos no fim de sua vida útil, significando uma grande exploração dos recursos madeireiros principalmente das florestas nativas, levando a grande devastação desses recursos, e a grande geração de resíduos é a prova desta ineficiência".

De acordo com Zoldan e Lima (2012), a quantidade de resíduos produzidos pelas indústrias vem se elevando significativamente com o passar dos anos, sobretudo pelo crescimento dos processos produtivos da indústria de transformação, com destaque para a indústria madeireira, geradora de elevada quantidade de resíduos, e que tem provocado significativa exploração e escassez de matéria-prima. Fatores como estes juntamente com as pressões ambientais, estimulam ações como o reflorestamento por parte da indústria madeireira, e melhorias nas tecnologias de uso e beneficiamento da madeira por toda a indústria, reduzindo a geração de resíduos e contribuindo para a preservação dos recursos naturais.

Diversas pesquisas com a utilização de resíduos, fibras e resinas de origem vegetal vem sendo desenvolvidas. Pode-se destacar a incorporação destes em materiais utilizados na área de construções, como gesso, cimento Portland, placas para revestimento, entre diversas outras. Bernhoeft *et al*. (2011), destaca que o gesso, aglomerante mais antigo de que se tem conhecimento, vem recebendo crescente utilização na área de construção ao longo dos anos, sobretudo por sua elevada qualidade, baixo custo, boa trabalhabilidade e fácil e rápida aplicação.

Conforme Pinho (2003), o gesso é um material frágil, apresentando boa resistência à compressão, mas baixas resistências à flexão e ao impacto. Pesquisadores como Agopyan (1991), Savastano Júnior (2000), e Oliveira (2012), vem realizando alguns estudos com a incorporação de fibras e resíduos em matrizes de gesso. De acordo com o primeiro, a incorporação de fibras ou resíduos em tais matrizes poderá trazer ganhos de ductilidade ao compósito, de acordo com a aderência entre estes as partículas de gesso.

Buscando a utilização dos resíduos produzidos pela indústria madeireira e a descoberta de novos materiais que possam ser utilizados no setor de construção, almejou-se com o presente estudo analisar a interferência ocasionada pela adição de diferentes proporções do resíduo vegetal de madeira na resistência normal à compressão de compósitos de gesso.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Materiais e Eletrotécnica da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis (UFMT-CUR).

Os resíduos de madeira utilizados foram coletados em uma serraria da cidade de Rondonópolis, Mato Grosso, sendo os mesmos originados do processamento de diferentes tipos de madeira. O material coletado passou por processo de peneiramento a fim uniformizar o resíduo, com a retirada de partículas grosseiras existentes, sendo utilizada peneira Tamiz com crivo quadrado de 2,00 mm, conforme metodologia descrita na NBR 12129 (ABNT, 1991). As frações do material maiores que 2,00 mm foram descartadas e o restante do resíduo foi utilizado para confecção nos compósitos.

Os resíduos de serragem com dimensão menor ou igual a 2,00 mm foram depositados em bandejas, e conforme metodologia descrita por Ferreira e Oliveira (2007), foram colocadas em estufa a 65°C com livre circulação de ar até atingirem massa constante.

Foram realizados testes preliminares a fim de definir a relação água-gesso e as proporções do resíduo vegetal de serragem adequadas para a confecção de compósitos variando-se tais fatores. Com base nesses testes, averiguou-se que concentrações de água inferiores à 0,5 prejudicam a trabalhabilidade da mistura das duas fases coexistentes, e que concentrações de resíduo superiores à 12% comprometem a homogeneização do compósito. Para a confecção dos compósitos, foram adotadas proporções do resíduo e relação água/gesso em relação à massa de gesso iguais a 0,0%; 2,5%; 5,0%; 7,5% e 10,0%, e 0,55, respectivamente.

Foram confeccionados corpos-de-prova em formato cilíndrico, conforme a Figura 1-a. Os corpos-de-prova moldados permaneceram arranjados aos moldes por um período de 30 minutos, sendo posteriormente retirados e dispostos devidamente espaçados sobre bancadas (Figura 1-b). Posteriormente, os mesmos passaram por processo de cura, permanecendo 7 dias à temperatura ambiente, sendo em seguida levados à estufa a 65°C com livre circulação de ar, até atingirem massa constante. A massa constante foi atingida após 48 horas, sendo os compósitos em seguida lixados e suas dimensões de diâmetro e altura tomadas com a utilização de um paquímetro digital.

De acordo com NBR 12129 (ABNT,1991), os ensaios de resistência à compressão foram realizados na Máquina de Ensaio Universal *WDW 100-E III*, com velocidade igual à 0,5 $mm.min^{-1}$ (Figura 1-c).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



(a) (b) (c)

Figura 1 – (a) Representação das dimensões dos corpos-de-prova confeccionados, Compósitos: (b) ao serem moldados, e (c) submetidos ao ensaio de resistência à compressão.

Para cálculo dos valores de tensão normal à compressão, foram registradas as cargas máximas atingidas por cada corpo-de-prova, e procedeu-se o cálculo através da equação da tensão limite (Equação 1).

$$R = \frac{P}{S} \quad (1)$$

Em que, R é Tensão máxima suportada pelo corpo-de-prova, em Mega Pascals (Mpa); P é carga máxima suportada pelo corpo-de-prova, em Newtons (N); e S é a área de seção transversal de aplicação da carga, em milímetros quadrados (mm^2).

Para verificar a influência dos teores de incorporação do resíduo vegetal de serragem na resistência à compressão dos compósitos, os dados referentes à cada tratamento foram submetidos ao Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo utilizado o software *SisVar 5.5 Build 82* (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo as especificações para tensão normal à compressão descritas pela NBR 12129 (ABNT, 1991), o gesso para construção deve apresentar valores de resistência à compressão superiores à 8,40 MPa. Conforme ilustrado na Figura 2, todos os tratamentos utilizados no presente experimento apresentaram valores de resistência à compressão superiores aos estipulados por tal norma, podendo-se observar que tais valores não diferiram significativamente entre si.

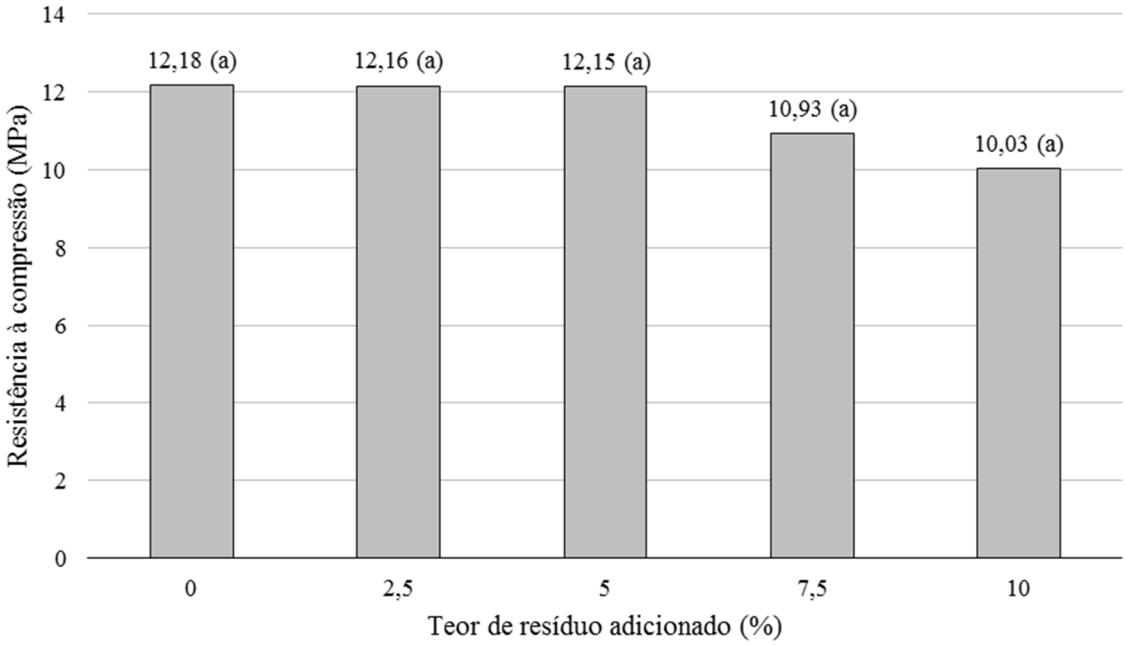


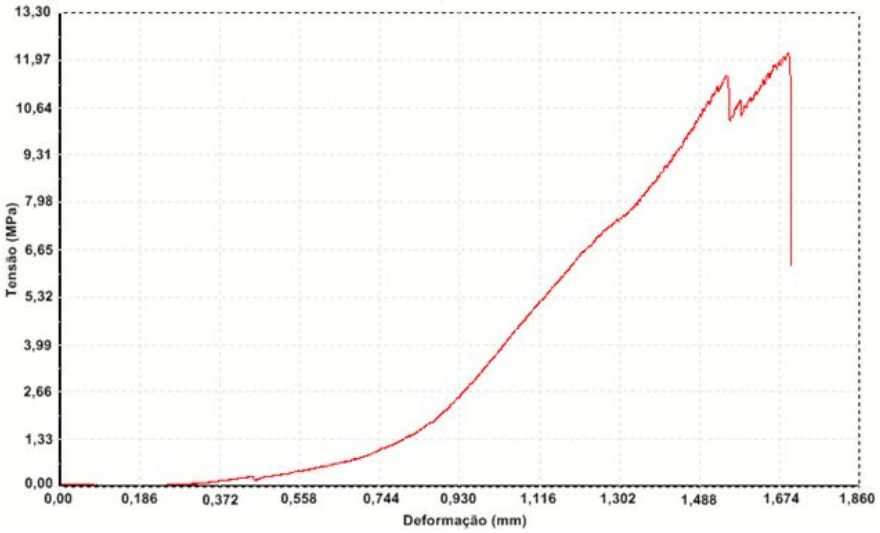
Figura 2 – Valores médios de tensão normal à compressão em função dos teores de resíduo vegetal de serragem adicionados. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Coeficiente de variação (%) – 8,10.

Oliveira et al. (2012), trabalhando com adição de resíduos de vermiculita e EVA e relação água/gesso variando de 0,7 a 1,0, verificou que a redução da resistência à compressão de compósitos de gesso pode ser ocasionada por dois fatores, sendo estes o aumento da relação água/gesso, ou a adição de resíduos ao material. A influência causada pela incorporação de fibras na resistência à compressão dos compósitos está diretamente relacionada com a interação entre as partículas da fibra adicionada e as partículas de gesso. A não interação entre as partículas da fibra e a matriz de gesso, resulta na redução de tal propriedade mecânica.

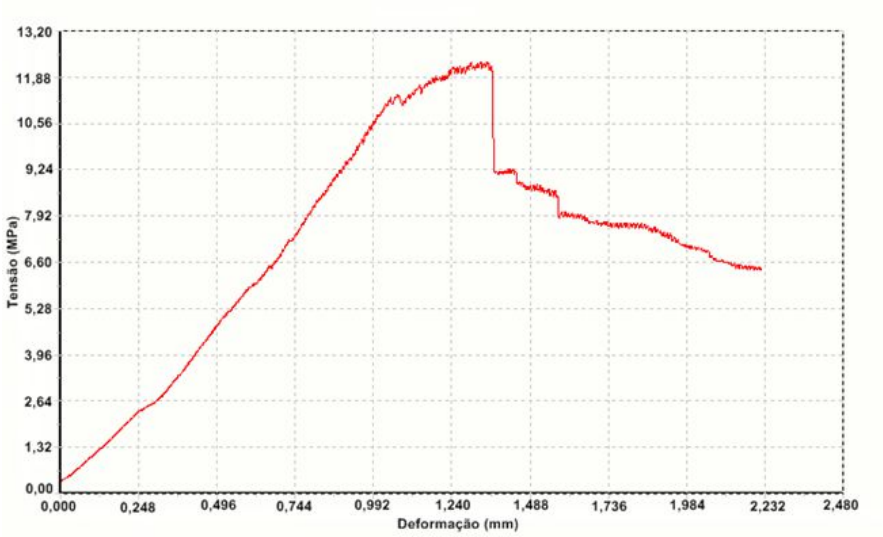
Alves (2012), trabalhando com relação água/gesso igual à 0,6 e incorporação de teores de fibras celulósicas oriundas da reciclagem de papel de 0%, 5% e 10%, encontrou valores médios de tensão normal à compressão, iguais à 13,50; 10,56 e 7,00 MPa, respectivamente. Os resultados obtidos permitem influir que para os mesmos teores de adição de resíduo de serragem de madeira nas matrizes de gesso, foram alcançados valores médios de resistência à compressão semelhantes.

Para o tratamento sem adição do resíduo vegetal de serragem, foram alcançados valores médios de tensão normal à compressão iguais a 12,18 MPa, sucedendo-se um rompimento abrupto. Tratamentos em que houve adição do resíduo vegetal alcançaram valores médios de resistência próximos aos atingidos pelo compósito padrão, observando-se ainda que os mesmos sofreram deformações sem ocorrer ruptura, o que evidencia o aumento da ductilidade do material (Figura 3).

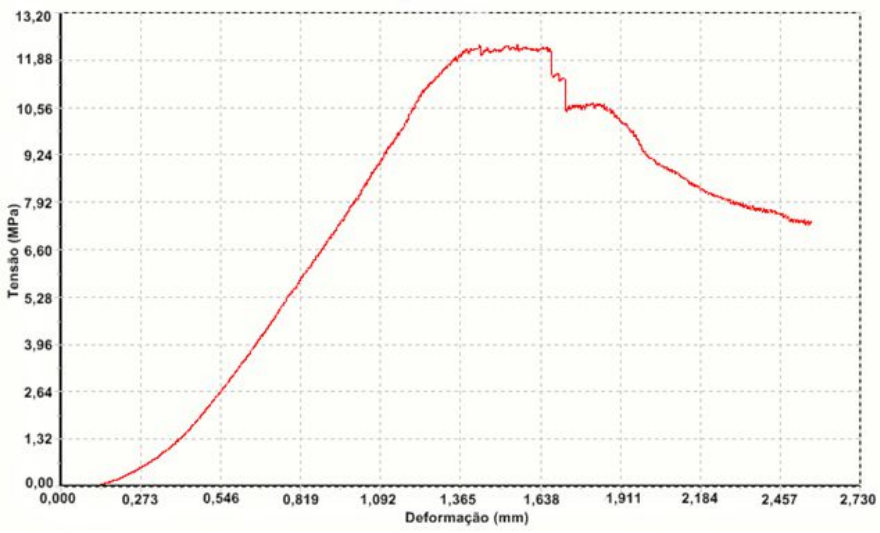
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



(a)

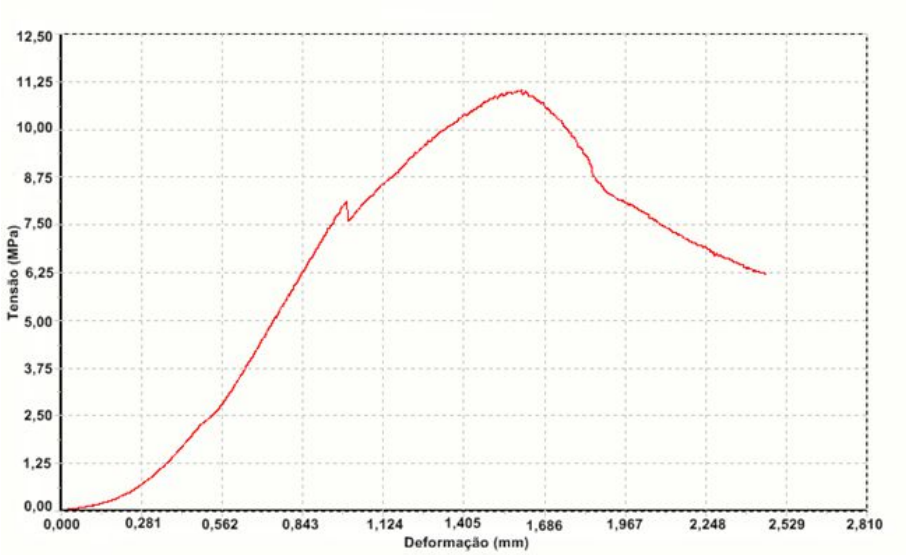


(b)

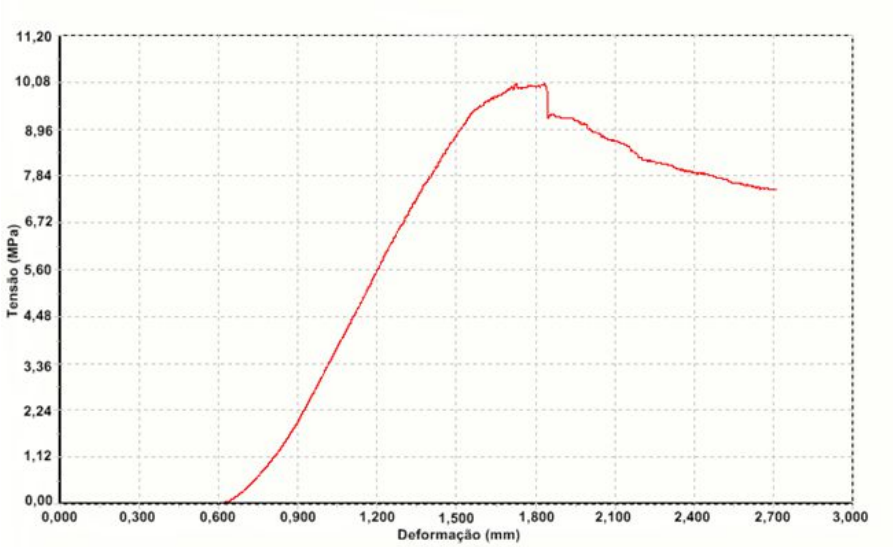


I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

(c)



(d)



(e)

Figura 3 – Curvas tensão-deformação para os tratamentos (a) Gesso+0,0% Resíduo de serragem de madeira, (b) Gesso+2,5% Resíduo de serragem de madeira, (c) Gesso+5,0% Resíduo de serragem de madeira, (d) Gesso+7,5% Resíduo de serragem de madeira, e (e) Gesso+10,0% Resíduo de serragem de madeira.

Conforme Savastano Júnior (2000), uma vez que as fibras funcionam ao atravessar microfissuras nas matrizes frágeis, a resistência e a ductilidade do material estarão relacionadas à quantidade de fibra adicionada, bem como à aderência entre as duas fases coexistentes.

Agopyan (1991), salientou que o acréscimo de fibras em matrizes de gesso propicia considerável melhoria em suas características mecânicas, notadamente em sua ductilidade, fazendo com que o gesso deixe de ter uma ruptura frágil e passe a ter ruptura plástica ou próxima à esta.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

Todos os tratamentos alcançaram valores médios de resistência à compressão superiores aos estabelecidos pela NBR 12129, evidenciando a potencialidade do uso de resíduo vegetal de serragem como aditivo em materiais de construção. Com o aumento da incorporação do resíduo vegetal de serragem nas matrizes de gesso, houve decréscimo nos valores da variável de interesse, não sendo este suficiente para que os tratamentos diferissem significativamente entre si. Todavia a realização dos ensaios evidenciou ganhos na ductilidade do material, revertendo a quebra abrupta e frágil em um considerável escoamento e quebra plástica.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12129: Gesso para construção - Determinação das propriedades mecânicas**, Rio de Janeiro - RJ, 1991.

AGOPYAN, V. **Materiais reforçados com fibras para a construção civil nos países em desenvolvimento: o uso de fibras vegetais**. São Paulo, 1991, 204p. Tese (Livre Docência), Escola Politécnica, Universidade de são Paulo, 1991.

ALVES, J. D. **Compósitos de gesso com fibras celulósicas de papel**. A Construção em Goiás, v. 01, p. 4, 2012.

BERNHOEFT, L. F. et al. **Influência da adição de resíduo de gesso no calor de hidratação da argamassa de revestimento interno**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 189-199, abr./jun. 2011.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, R. C.; OLIVEIRA, M. F. **Incorporação de resíduos vegetais e seus efeitos sobre as características físico-mecânicas de misturas de solo-cimento para fins de construção rural**. Pesquisa Agropecuária Tropical 37(4): 204-213, 2007.
OLIVEIRA, M. P.; BARBOSA, N. P.; TORRES, S. M.; LEAL, A. F.; SILVA, C. G. **Compósitos à base de gesso com resíduos de EVA e vermiculita**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.6, p.684–689, 2012.

PINHO, R. D. **Avaliação das propriedades mecânicas dos pré-moldados de gesso alterados micro estruturalmente e estudo das causas do amarelamento pós-pintura**. Recife, 2003, 77p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

SAVASTANO JÚNIOR, H. **Materiais à base de cimento reforçados com fibra vegetal: reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo**. São Paulo, 2000, 137p. Tese (Livre Docência), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2000.

TEIXEIRA, M. G.; CÉSAR, S. F. **Produção de compósito com resíduo de madeira no contexto da ecologia industrial**. Revista Madeira: Arquitetura e Engenharia, São Carlos – SP, v. 6, nº 19, 2006.

ZOLDAN, M. A.; LIMA, C. A. P. **A classificação sustentável dos resíduos madeireiros otimizando os processos – estudo de caso**. XXXII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Bento Gonçalves – RS, 2012.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE DA TÉCNICA DE CORRELAÇÃO DIGITAL DE IMAGENS PARA MEDIÇÕES DE DESLOCAMENTO EM VIGAS EM BALANÇO

YULIANA SOLANCH MAYORCA PICOY[1], RICARDO RODRIGUES GUIMARÃES[2], GUILHERME HENRIQUE[3], MARIA CLARA CAMPOS[4]

[1] Engenheira de Sistemas, UFLA, (35) 992286037, sol.solanch@gmail.com
[2] Professor, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-5234, ricardorm@deg.ufla.br
[3] Aluno de graduação do curso de Engenharia de Controle e Automação, UFLA, guih.henrique94@gmail.com
[4] Aluna de graduação do curso de Engenharia de Controle e Automação, UFLA, marycadarn@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A correlação digital de imagens (DIC) utiliza técnicas de processamento digital de imagens, que permite obter o campo de deslocamento de um objeto em regiões de interesse. A diferença entre DIC as outras técnicas de medição convencionais é que ela permite a medição de modo não invasivo e um custo beneficio baixo. Sendo assim uma técnica aplicada na engenharia civil, engenharia mecânica, ciências matérias e na engenharia biomédica, dentre outras. Com isso, pode ser usada e adaptada as mais diversas situações de medição, permitindo o processamento de um número elevado de imagens com rapidez e precisão. O presente trabalho tem como objetivo obter os deslocamentos em vigas em balanço, usando a técnica DIC. Para este fim, foram estudadas geometrias de barras de aço, antes e depois de serem aplicados carregamentos na extremidade livre, obtendo-se os campos de deslocamento resultante ao longo da barra. Para o desenvolvimento da técnica DIC o trabalho foi divido em três etapas, sendo a primeira, a configuração experimental, a segunda, uso do software Ncorr para o processamento das imagens e a última etapa foi a comparação dos resultados obtidos com os resultados analíticos. O procedimento adotado foi aplicado para carregamentos de 0,05 N, 0,1 N, 0,2 N, 0,5 N, 10 N, 20 N e 50 N. Os resultados para carregamentos a partir de 10 N se mostraram satisfatórios, quando comparados com valores analíticos, podendo-se observar uma diferença de aproximadamente 0,3 milímetros entre os resultados teóricos e práticos para o carregamento de 10 N.
PALAVRAS–CHAVE: Correlação digital de imagem, vigas em balanço, medições de deslocamento.

TECHNICAL ANALYSIS OF DIGITAL IMAGE CORRELATION FOR SHIFTING BEAMS MEASUREMENT IN BALANCE SHEET

ABSTRACT: Digital Image Correlation (DIC) uses digital image processing techniques, giving the field of displacement of an object in regions of interest. The difference between DIC and other a conventional measurement technique is that it allows non-invasive measurement mode and has a low cost benefit. DIC can be applied in civil engineering,

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

mechanical engineering, materials science and biomedical engineering, among others. Thus, it can be used and adapted to many different measurement situations allowing a quickly and accurately processing of a large number of images. This study aims to measure displacements in a cantilever beam by using DIC. A steel beam was subjected to loads at its free and pictures were taken before and after loads application in order to measure displacement fields along the beam length via DIC. The work was divided into three stages, the first one was the experimental setup, the second one used Ncorr software for the image processing and the last step was to compare the results obtained from DIC with analytical data. Loads of 0.05 N, 0.1 N, 0.2 N, 0.5 N, 10 N, 20 N and 50 N were applied to the beam and results for loads from 10 N were satisfactory when compared to analytical values. It is observed a difference of approximately 0.3 mm between DIC results and analytical data for the loads of 10 N.
KEYWORDS: Digital image correlation, cantilever Beams, displacement measurements.

INTRODUÇÃO

O processamento digital de imagens é um campo que teve suas origens na criação de sistemas de transmissão de imagens na década de 1920, passando pelo lançamento de computadores pessoais em 1998. Paralelamente com áreas da computação como o armazenamento em massa e os sistemas de visualização e juntamente com o desenvolvimento de algoritmos usados mediante visão artificial, entre as décadas 1960 e 1970, por pesquisadores em inteligência artificial.

Hobrough (2003) desenhou e construiu um instrumento para a correlação de reconhecimento de alta resolução de fotografia, com o fim de permitir medições precisas em terrenos variáveis em meados de 1961. Foi considerado um dos primeiros pesquisadores a desenvolver uma forma de correlação digital de imagens, para extrair informação posicional a partir deste processo.

Desde então, várias técnicas ópticas vem sendo desenvolvidas para determinar experimentalmente o campo de deslocamentos e tensões em estruturas sujeitas a carregamentos em geral, destacando-se a técnica de correlação digital de imagem (DIC) como uma delas. DIC utiliza técnicas de processamento digital de imagens de um objeto, que permite obter o campo de deslocamento do mesmo em regiões de interesse. O deslocamento pode ocorrer no plano (em duas dimensões) ou fora do plano (em três dimensões).

A diferença entre DIC as outras técnicas de medição convencionais é que ela permite a medição de modo não invasivo e um custo beneficio baixo. Sendo assim uma técnica aplicada na engenharia civil, engenharia mecânica, ciências matérias e na engenharia biomédica. Com isso, pode ser usada e adaptada as mais diversas situações de medição, permitindo o processamento de um número elevado de imagens com rapidez e precisão. A técnica DIC compreende dois parâmetros, sendo o parâmetro estático, que inclui a resolução da imagem, condições de iluminação e parâmetros de processamento e o parâmetro dinâmico, que inclui o tempo de aquisição das imagens. Além disso, deve-se considerar ainda a teoria da elasticidade, que descreve um corpo que se traslada e deforma, como resposta da aplicação de forças externas, para identificar os deslocamentos desejados.

O presente trabalho tem como objetivo obter os deslocamentos em vigas em balanço, usando a técnica DIC. Para este fim, são estudadas geometrias de barras de aço, antes e depois de serem aplicados os carregamentos diversos, obtendo-se os campos de deslocamento

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

resultante. Os resultados obtidos foram comparados com dados analíticos, a fim de comprovar o potencial da técnica DIC para aplicações em estruturas de aço.

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento dos testes foi dividido em três fases para o atendimento dos objetivos propostos. Todas as fases de aquisições de imagens foram desenvolvidas no Laboratório de Mecânica e Automação I, pertencente ao Departamento de Engenharia da UFLA (Universidade Federal de Lavras).

Na primeira fase, foi desenvolvido um procedimento experimental para medir o deslocamento de vigas em balanço via DIC. A segunda fase envolveu o domínio do software Ncorr, o qual é baseado na correlação digital de imagem para a determinação de deslocamentos. A terceira fase será a comparação dos resultados obtidos com outras técnicas, a fim de comprovar o potencial do DIC.

Na primeira fase dos experimentos, foi realizada a montagem e a calibração do aparato experimental no intuito de avaliar a posição ideal do objeto a ser analisado pela técnica de correlação digital de imagens. A Figura 1 o aparato utilizado nos experimentos, incluindo o suporte confeccionado para posicionar o objeto (chapa de aço ASTM A36 com comprimento de 145 mm e seção transversal 3 mm x 30 mm) e uma câmera AM7013MZTS microscópica com 5.0 MP de resolução da marca DinoLite.

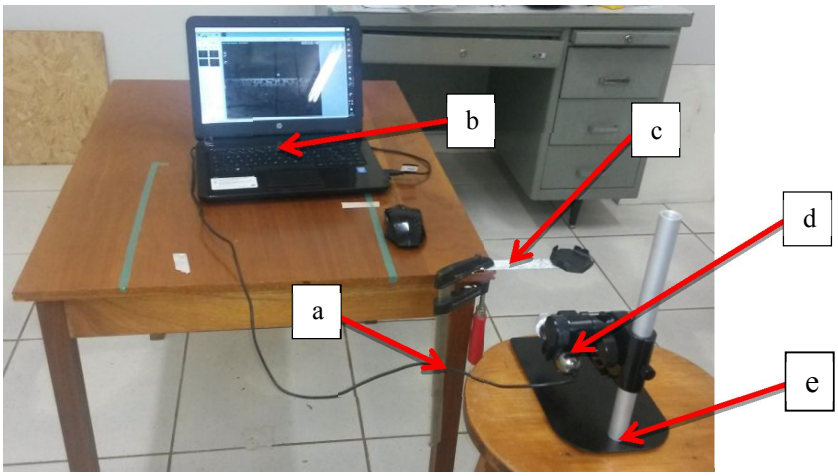


Figura 1 Aparato experimental contendo: a) Grampo de fixação ajustável para a chapa; b) notebook para processamento das imagens; c) chapa de aço; d) câmera microscópica; e) suporte da câmera.

Para a montagem do aparato experimental, foi necessária a preparação de uma chapa de aço ASTM A36, nas quais foram gerados pontos aleatórios em sua superfície para que se tivesse uma intensidade na escala de cinza. Para isso, aplicou-se primeiramente uma base de cor branca (dispersão de tinta spray). Em seguida, aplicou-se a cor preta aleatoriamente com o auxílio de um spray a fim de se gerar os pontos aleatórios (Figura 2). A dimensão dos pontos pretos na superfície pode afetar a precisão dos resultados obtidos, devendo-se identificar a relação ótima, dependendo do teste a ser realizado (LECOMPTE et al., 2005).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 2 Barra de aço com pintura branca e pontos pretos aleatórios.

Após montagem do aparato experimental, aplicaram-se os seguintes carregamentos: 0,05 N; 0,1 N; 0,2 N; 0,5 N; 10 N; 20 N e 50 N. Em seguida, foi executada a captação de uma imagem de referência e das imagens subsequentes (Figuras 3).

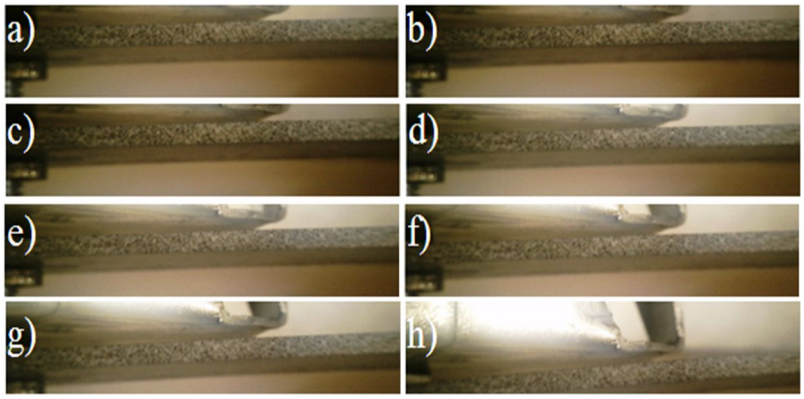


Figura 3 a) imagem de referência; b) chapa com carregamento de 0,05 N; c) chapa com carregamento de 0,1 N; d) chapa com carregamento de 0,2 N; e) chapa com carregamento de 5 N; f) chapa com carregamento de 10 N; g) chapa com carregamento de 20 N; h) chapa com carregamento de 50 N.

A segunda fase foi o entendimento e uso do software Ncorr, que é uma ferramenta para correlação de imagens digitais desenvolvido na plataforma MATLAB. O programa Ncorr possui uma interface gráfica acessível e intuitiva, e usa algoritmo 2D-DIC (BLABER; ADAIR; ANTONIOU, 2015). O algoritmo contém ainda ferramentas para a criação e plotagem de imagens. O algoritmo Ncorr é ilustrado pelo fluxograma na Figura 4.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

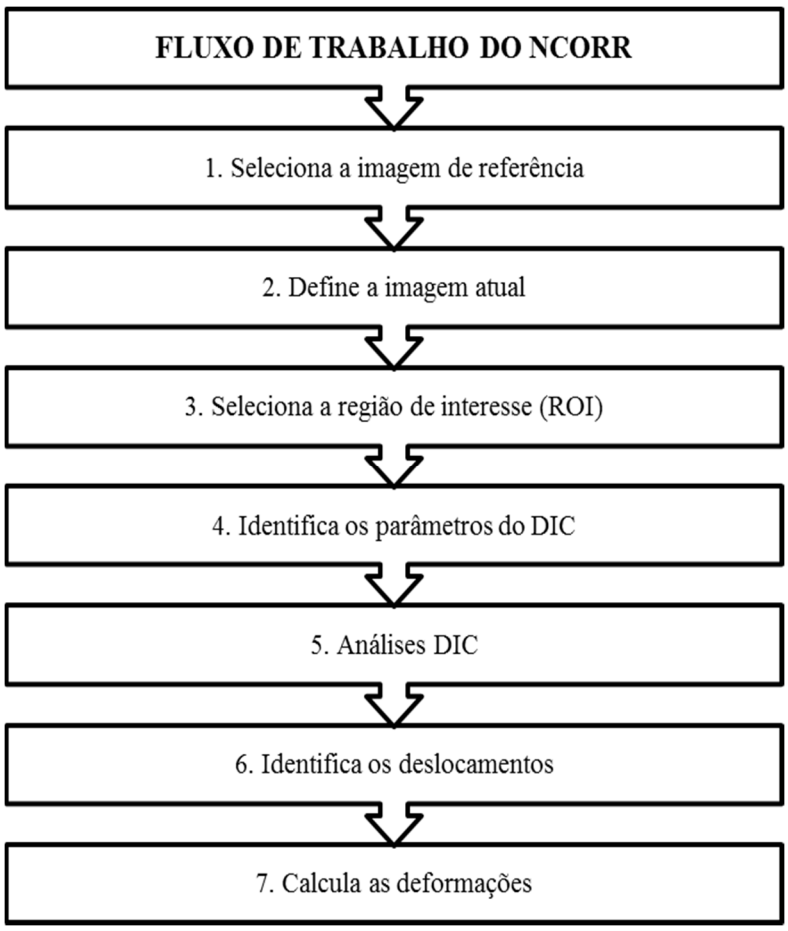


Figura 4 Fluxograma de trabalho do Ncorr.

Uma tela do programa Ncorr incluindo a imagem de referência e a imagem deformada é representada na Figura 5.

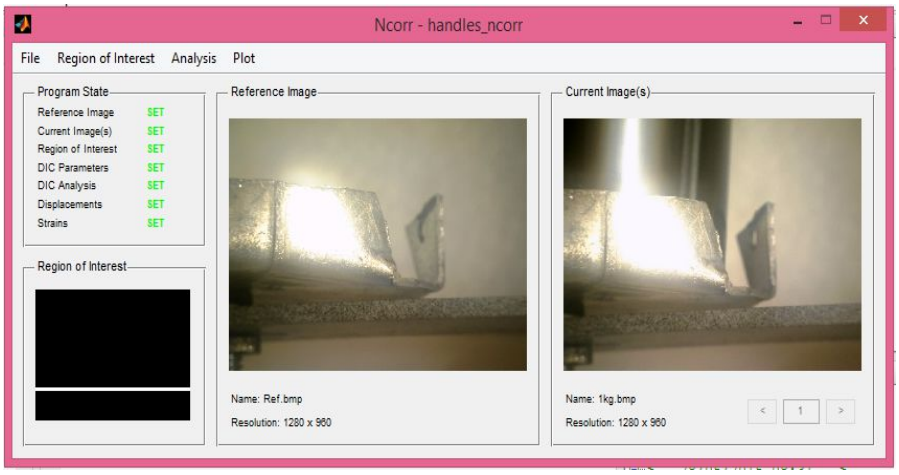


Figura 5 Estado do fluxo de trabalho de Ncorr.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A última etapa de processamento das imagens Ncorr é a plotagem dos deslocamentos, que pode ser visualizada na direção x (deslocamento U) e na direção y (deslocamento V). Para isso, uma escala de cores que vai do azul (menor deslocamento) até a cor vermelha (maior deslocamento) é apresentada em pixels.

No processamento das imagens, foi realizado a leitura das imagens de referência e dos carregamentos, como objetivo obter o deslocamento em cada uns dos pontos das imagens em estudo, por meio da comparação das imagens coletadas com a viga sob ação dos carregamentos e a imagem de referência (imagem obtida da chapa sem carregamento).

Para a leitura do deslocamento em cada ponto, a imagem deve ser dividida em conjuntos diferentes de forma uniforme, geralmente quadrada. Cada conjunto de imagens é processado para calcular o valor médio na escala de cinza, existente em cada uma das janelas. Para o processo de correlação da imagem deformada, uma área de análise deve ser definida, a qual é indicada pelo número de pixels em que os centros das janelas se sobrepõem. Para um ponto P qualquer, uma dimensão (2M + 1) (2M + 1) de pixels centrados no ponto P = (Xo, Yo) da imagem de referência é selecionado.

Para avaliar cada uma das janelas da imagem de referência e a imagem deformada, um critério de correlação deve ser programado para a execução dos cálculos. A Figura 6 ilustra o conjunto de referência e o conjunto deformado para a determinação dos deslocamentos de dois pontos distintos utilizando a técnica DIC (ALBA et al., 2010).

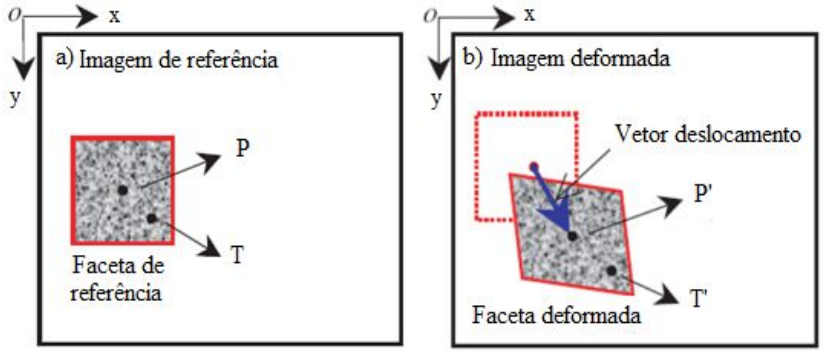


Figura 6 Imagem de referência e a imagem deformada.
Fonte: Adaptado de Pan et al. (2009)

A terceira e ultima fase do projeto foi a comparação dos resultados obtidos, fim de verificar o potencial de aplicação do DIC para medição de deslocamentos em vigas em balanço. Para o qual, foram comparados os resultados da DIC com valores analíticos.

Os resultados do DIC foram obtidos mediante o processamento das imagens capturadas no teste experimental, obtendo assim uma matriz de dados de deslocamentos em cada milímetro da barra de aço. Estes valores foram comparados com dados analíticos do deslocamento vertical de uma viga em balanço na linha neutra desde o ponto de engaste ($x=0$) até o ponto de aplicação da carga ($x=L$). Neste caso, o deslocamento vertical, no ponto $x=L$, é representado por a seguinte equação (BARROS, 2004):

$$v(x) = \frac{P}{2EI}(Lx^2 - \frac{x^3}{3}) \quad (1)$$

Em que, v é a deflexão; L é o comprimento da chapa de aço; E é o modulo de elasticidade da chapa de aço; I é o momento de inercia da seção transversal e x é a distância do engaste até o ponto de medição.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com aplicação do carregamento de 10 N estão apresentados na Figura 7.

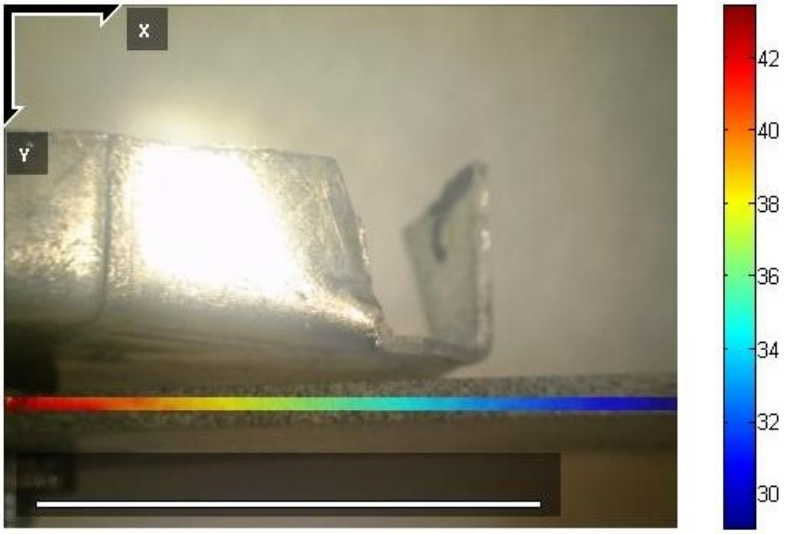


Figura 7 Deslocamentos de 10 N no DIC.

Nota-se que a Figura 14 apresenta resultados de deslocamentos na direção y. Observa-se na parte direita da chapa valores mínimos, ilustrados pela cor azul (deslocamento aproximado de 30 pixels) e na parte esquerda da barra valores máximos de deslocamentos, com aproximadamente 42 pixels, ilustrado pela cor vermelha.

A Figura 8 apresenta os resultados dos deslocamentos obtidos analiticamente e os resultados das análises DIC no Ncorr.

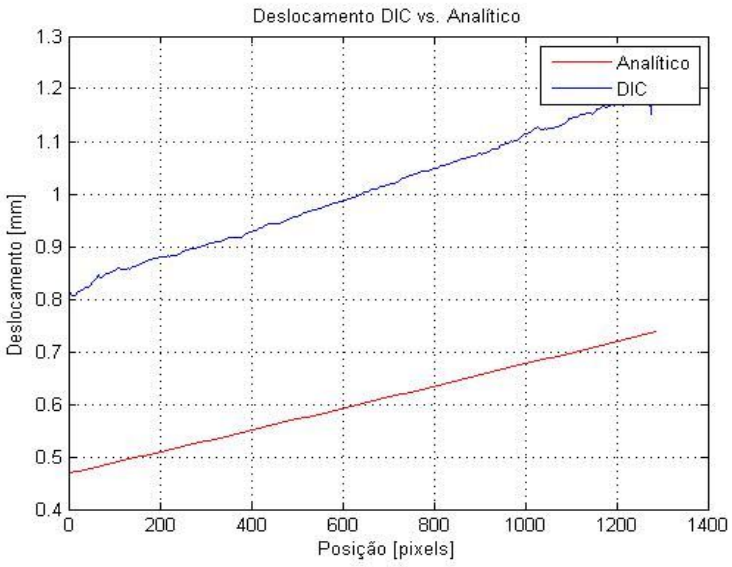


Figura 8 Deslocamentos DIC vs. Analítico.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

No gráfico da Figura 8, observa-se que o eixo x é dado em pixels e y em milímetros. Podendo-se concluir que possui uma diferença pequena de aproximadamente 0,3 milímetros entre os resultados, e que ambos seguem uma linearidade.

A Figura 9 ilustra o resultado do deslocamento analítico vs. DIC.

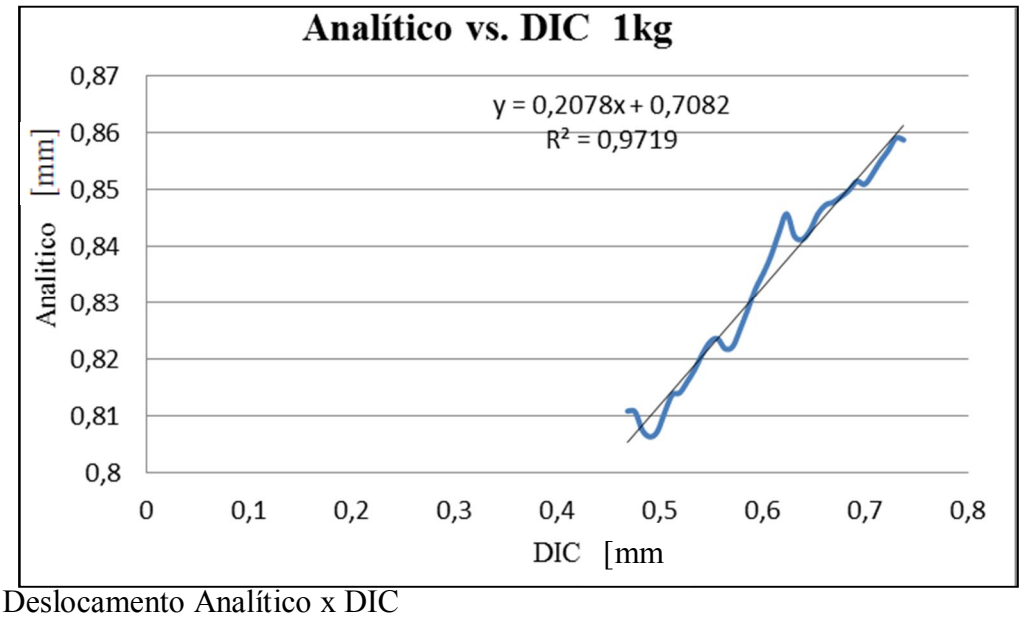


Figura 9 Deslocamento Analítico x DIC

CONCLUSÕES

O mesmo procedimento adotado para o carregamento de 10 N foi utilizado para os demais carregamentos 0,05 N; 0,1 N; 0,2 N; 0,5 N; 20 N e 50 N., observando-se resultados satisfatórios a partir do carregamento de 10 N. Como este projeto trata-se de uma dissertação de mestrado em andamento, deverão ser realizados novos testes experimentais para todos os carregamentos e os valores analíticos deverão ser obtidos a fim de validar os resultados do DIC com valores analíticos ou outros métodos de medição ou simulação.

Por outro lado, um fator importante para a obtenção de bons resultados é a dimensão e localização dos pontos pretos aplicados na chapa de aço. Estes pontos pretos devem ter uma dimensão pequena e devem estar próximos entre si, do contrario não é possível obter uma boa correlação durante o processamento das imagens.

REFERÊNCIAS

ALBA, E. L.; DÍAZ, F. A.; DORADO, R.; GARCIA, R. L**. Análisis de deformacionesenprobetasplanasmediantecorrelación digital de imágenes**. XVIII Congreso Nacional IngenieríaMecánica, 2010.

BARROS, J. A. O. **Conceitos básicos da teoria da elasticidade**. ISISE- relatórios técnicos/científicos. 2004.

BLABER, J.; ADAIRI, B; ANTONIOU, A. **Ncorr: Open-Source 2D Digital Image CorrelationMatlab Software**.Society for Experimental Mechanics, 2015.

HOBROUGH, A. G. L.**The Photogrammetric Record,** Vol 18, pag.337–340, 2003.

LECOMPTE,D.; SMITS, A.;BOSSUYT, S.;SOL, H.; VANTOMME, J.; HEMELRIJCK,D. V.; HABRAKEN,A. M.**Quality assessment of speckle patterns for digital image correlation**, Optics and Lasers In Engineering Vol 44,2005.

PAN, B.;QIAN, K; XIE, H.; ASUNDI, A. **Two dimensional digital image correlation for inplane displacement and strain measurement**.,Measuremetn Science and Technology Vol20, 2009.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE UM PROTÓTIPO DE AQUECEDOR DE ÁGUA SOLAR PARA AQUECIMENTO DE PISO USANDO MATERIAIS ALTERNATIVOS

NÚBIA CAMPOS E SOUSA[1], JOÃO ANTÔNIO COSTA DO NACIMENTO[2], GABRIEL CHAVES MOREIRA[3], JEFFERSON FRANCISCO FAGUNDES[4], FLÁVIO ALVES DAMASCENO[5], LEONARDO SCHIASSI[6]

[1]Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1481, nubinhacampos18@gmail.com
[2]Graduando em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1231, jacostadonascimento@gmail.com
[3]Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1481, gabrielchaves01@hotmail.com
[4]Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1481, iamjeeh@hotmail.com
[5]Prof. Dr., Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1481, flavio.damasceno@deg.ufla.br
[6]Prof. Dr., Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1481, leonardo.schiassi@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi verificar a eficácia de utilização de um aquecedor de água solar construído com materiais alternativos para aquecimento de pisos. Para tanto, foi desenvolvido um coletor solar de garrafas PET com um reservatório térmico alternativo com o objetivo de obter uma eficácia similar a um boiler utilizado num aquecedor solar convencional. Utilizou-se como reservatório uma caixa-d'água (50 L) de fibra de vidro revestida por placas de EPS (50 mm). O protótipo do aquecedor de água solar foi monitorado juntamente com dois diferentes aquecedores solares convencionais. Para avaliação térmica dos aquecedores, sensores de temperatura (precisão de ± 3% da leitura) foram instalados na tubulação de entrada e saída de cada piso e do reservatório térmico. Os resultados demonstraram um bom desempenho do protótipo de aquecedor solar, podendo ser utilizado em outros sistemas de aquecimento de água.
PALAVRAS–CHAVE: energia solar, coletor alternativo, materiais reaproveitáveis.

PERFORMANCE ANALYSIS OF A PROTOTYPE SOLAR WATER HEATER FOR FLOOR HEATING USING ALTERNATIVE MATERIALS

ABSTRACT: The general objective of this research was to determine the effectiveness of using a solar water heater built with alternative materials for floor heating. Therefore, a solar collector plastic bottles (PET) with an alternative thermal tank was developed in order to obtain a similar effect to a solar collector used in conventional solar heating. The alternative thermal tank was built with a water tank fiberglass (50 L) coated EPS boards (50 mm). The prototype of solar water heater was monitored with two different conventional solar heaters. For evaluation of thermal heaters, temperature sensors (accuracy ± 3%) were installed in inlet and outlet of each floor and the thermal water tank. The results showed a good performance of prototype solar water heater, and may also be used in other water heating systems.
KEYWORDS: solar energy, alternative collector, reusable materials.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional traz contigo a necessidade do abastecimento energético em alta escala. As fontes convencionais comumente utilizadas apresentam indícios de extinção, com isso necessita-se de fontes com grande potencial energético e de preferência que não agrida o meio ambiente. A energia solar vem como alternativa para solucionar problema, pois é uma fonte inesgotável de energia e não poluente. Com a finalidade de se obter o máximo aproveitamento dessa fonte, têm-se procurado aperfeiçoar os processos de utilização, aumentando sua eficiência.

O Brasil recebe cerca 1013 MWh anualmente, o que corresponde a 50 mil vezes o consumo de energia elétrica em um ano. Isso é possível, devido sua localização geográfica e sua grande extensão territorial. As formas de aproveitamento da energia solar mais tradicionalmente utilizadas são o aquecimento de água e a geração de energia elétrica através da energia solar fotovoltaica (Lopo, 2010).

De acordo com Souza (2000) dispositivos utilizados para a captação da energia solar são chamados de coletores solares, que podem ser classificados de baixa, média e alta concentração dependendo do nível de temperatura requerido. Os coletores mais utilizados para esse fim são os coletores de placa plana que são constituídos de uma caixa isolada termicamente nas partes lateral e inferior. Sobre o isolamento inferior é colocada uma placa absorvedora que pode ser pintada de preto fosco ou com uma tinta seletiva. Nessa placa, pode-se colocar tubos absorvedores ou não, caso o seu uso seja para o aquecimento de água ou de ar, respectivamente. A parte superior do coletor é fechada com uma ou duas placas de vidro plano transparente, dependendo da temperatura que se deseja atingir. O seu funcionamento se baseia na absorção da radiação solar pela placa absorvedora, que transforma esta radiação em calor e o transfere para o fluido de trabalho.

Visando a possibilidade da substituição dos sistemas convencionas por sistemas alternativos, foram desenvolvidos e estudados alguns protótipos de sistemas de aquecimento solar de baixo custo. Estudos mostram que ao invés de condutores, materiais alternativos e não condutores podem ser perfeitamente utilizados na operação de aquecedores solares (KUDISH et al, 2002).

A instalação de sistemas não convencionais de aquecimento solar de água, ou seja, que utilizam em sua construção materiais de baixo custo, como os tubos de Policloreto de Vinilo (PVC), requererem observação constante. Devido a susceptibilidade dos tubos de PVC atingem seu nível crítico e iniciam a sua degradação em uma temperatura em torno de 60ºC (LOPO, 2010).

Esta alternativa de aquecimento de água através do aproveitamento da energia solar, tem grande aplicabilidade na área da agricultura, podendo utilizá-los para aquecimento de escamoteadores na maternidade em uma granja de suínos, diversos pesquisadores vêm trabalhado na procura de metodologias aplicadas no aquecimento de pisos de escamoteadores para leitões, visando maior eficiência energética, bem-estar e desempenho produtivo destes animais, como por exemplo, Sarubbi et al. (2010); Souza et al. (2009); Campos et al. (2008); Silva et al. (2005); Pandorfi et al. (2005); entre outros.

Dentro deste contexto, objetivou-se com o presente trabalho verificar a eficácia de utilização de um aquecedor de água solar construído com materiais alternativos para aquecimento de pisos.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

Coletores solares:

Para realização deste estudo, construiu-se um protótipo de aquecedor de água solar utilizando materiais alternativos e comparou com dois aquecedores de água solar convencional.

O aquecedor de água solar convencional 1 possuia um coletor solar de placa de vidro, fabricado em alumínio extrudado, aletas em alumínio e pintadas em preto fosco para absorver radiação solar e transferir para tubulação interna. Os componentes do reservatório térmico possuia cilindro internos e tubos fabricados com aço inoxidável e poliuretano expandido rígido.

O aquecedor solar de água solar convencional 2 possuía um coletor solar de placa de PVC, pintado na cor preta fosco e um reservatório térmico fabricado de polietileno de alta densidade e revestido com material térmico.

O protótipo de aquecedores de água solar fabricado com material alternativo foi construído com tubos e conexões de PVC (diâmetro de 1/2”), garrafas PET e caixas de leite (Tetra Pak®). Neste protótipo, as garrafas PET tinha a finalidade de proteger o interior do coletor das interferências externas, como ventos e variações na temperatura. As caixas Tetra Park foram pintadas de preto-fosco para absorver calor, e mantê-lo retido dentro das garrafas para que sejam transferidos para a água através das tubulações de PVC, que também foram pintadas com preto-fosco.

Na construção do protótipo de aquecedor solar alternativo, utilizaram-se 60 garrafas de Politereftalato de Etileno (PET) transparentes de 2 litros. Para isto, retirou-se a tampa e o fundo de cada garrafa. As caixas Tetra Pak® foram abertas pela parte superior e inferior, deixando-as planificadas. Para manter o padrão em todas as caixas, foi utilizado um gabarito de corte. Em seguida, dobrou-se de forma a aproveitar os próprios vincos laterais da embalagem e foram feitos dois cortes na parte de cima, em diagonal, para que fosse possível se encaixar à curvatura interna da garrafa PET, dando também sustentação á caixa e mantendo-a reta e encostada no tubo de PVC. Logo após, pintou-se todas as caixas de tinta preto-fosco.

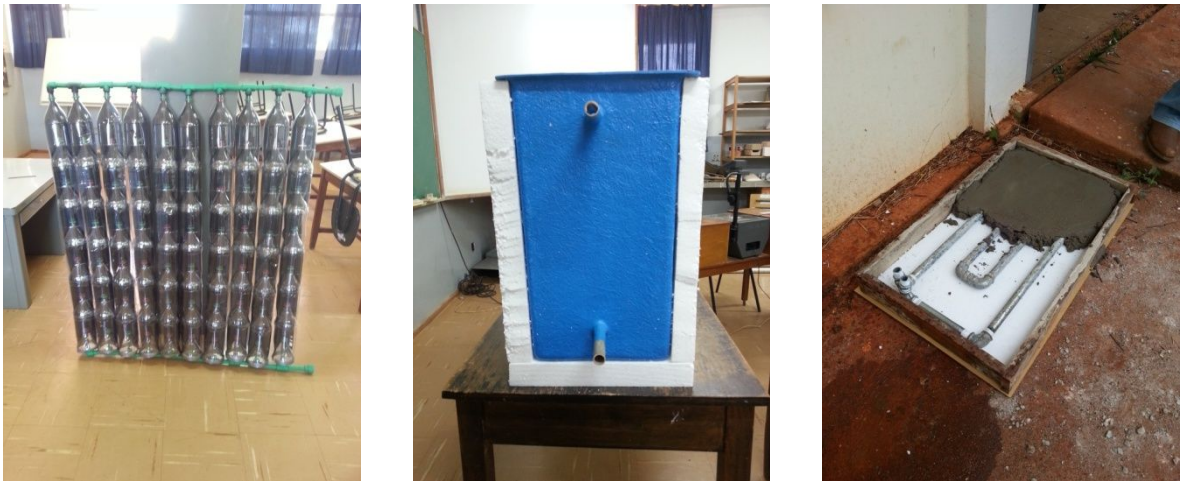
No processo de montagem do protótipo, utilizou-se 10 colunas com tubos de PVC para água quente, com 6 garrafas em cada coluna, sendo a última garrafa, cortada logo abaixo do bico da parte superior (Figura 1a).

Na construção do reservatório de água quente alternativo, utilizou-se uma caixa d’água de vibra de vidro de 50 litros, revestidas de placas de Poliestireno (30 mm), fita Silver Tape e manta asfáltica autoadesiva aluminizada (2,5 mm) para proteger as placas de Poliestireno contra as intempéries (Figua 1b). No reservatório, foram feitos quatro furos de 20 mm cada, sendo dois furos para circulação de água entre do reservatório térmico ao coletor solar e os outros dois furos para circulação de água do reservatório térmico para o piso.

Para testar os três sistemas de aquecimento de água foram construídos três pisos de argamassa (traço 1:3) nas dimensões 74 cm de comprimento, 46 cm de largura por 7 cm de altura. Para evitar a dissipação de calor no fundo dos pisos, utilizou-se placas de poliestireno de 30 mm. Em cada piso, colocou-se uma tubulação de aço galvanizado de 20 mm, formando uma serpentina, com o objetivo de distribuir uniformemente o calor da água no interior do piso. Os pisos foram deixados em locais com sombra e cobertos com lona plástica, sendo que

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

diariamente eram umedecidos para evitar trincas (Figura 1c). Foi utilizada uma bomba modelo ZC-T40, de tensão 12V e 1,05A.



(a) (b) (c)

Figura 1. Protótipo de aquecedor solar alternativo montado (a), (b) processo de construção do reservatório de água quente alternativo e (c) pisos de argamassa.

Instrumentação e coleta de dados:

Para testar e avaliar a eficiência de aquecimento dos três sistemas de aquecimento de água, utilizou-se em cada sistema quatro sensores termopares (tipo k) com visor digital, sendo alocados na entrada e saída do reservatório térmico e entrada e saída do piso (Figura 2). Os pisos ficaram dentro de um abrigo de madeira e cobertura de telha de fibro-cimento para evitar a incidência direta da radiação solar sobre a superfície do piso.

Utilizou-se um sensor de infravermelho para medir a temperatura na superfície do piso, onde foram coletados nove pontos.

Os dados de temperatura da água (entrada e saída do reservatório térmico e entrada e saída do piso), temperatura superficial do piso e dados climáticos foram coletados durante 10 dias não consecutivos no mês de julho, nas horas mais quentes do dia (9:00 h às 16:00 h), sendo o intervalo entre as coletas de quinze minutos.

Os dados climáticos ambientais (temperatura do ar, umidade relativa, irradiância, velocidade do vento e direção do vento) foram coletados na a estação meteorológica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (IMPE) localizada cerca de trezentos metros do local de estudo.

Modelo matemático para cálculo da eficiência:

Com os dados de temperatura da água (entrada e saída do reservatório térmico e entrada e saída do piso), temperatura superficial do piso e dados climáticos obtidos neste estudo foi possível calcular a quantidade de calor necessária (Q, em kcal) para aquecer um determinado volume de água pela Equação (1), conforme sugerida por Siqueira (2009) e Sprenger (2007).

$$Q = m \times Cp \times \Delta t \quad (1)$$

Onde: m é o volume de água a ser aquecida (kg); Cp é o calor específico da água (kcal/Kg °C); e Δt é a variação de temperaturas entre a água e ambiente (°C).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A eficiência de aquecimento de cada coletor pode ser calculada pela equação 2:

$$\eta = \frac{Q}{R \cdot A} \quad (2)$$

Onde: R é a radiação solar (kcal/m^2 h); e A é a área do coletor solar necessária para aquecer a água (m^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a temperatura superficial do piso, nas horas mais quentes do dia, para os diferentes sistemas de aquecimento testados neste estudo.

Os resultados mostram que o piso aquecido pelo sistema convencional 1 apresentou uma maior temperatura do que os demais, sendo que o sistema alternativo apresentou resultado ligeiramente inferior ao sistema convencional 2. A temperatura média e o desvio-padrão da superfície do piso para os sistemas convencionais 1, 2 e alternativo foram 37,0 ± 2,8 °C, 33,4 ± 2,7 °C e 31,4 ± 2,9 °C, respectivamente. Conforme pode ser observado pela Figura 2, a alta variação nos valores médios das temperaturas na superfície dos pisos, deve-se ao processo de acionamento variável da bomba, ou seja, a bomba era ligada a cada 15 minutos.

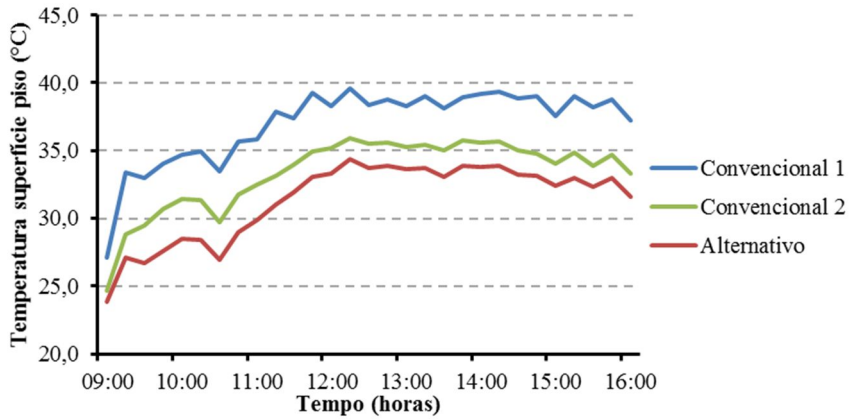


Figura 2. Temperatura da superfície do piso média (°C) durante o período de coleta.

A Figura 3 mostra nas horas mais quentes do dia, o comportamento da temperatura da água de entrada no reservatório térmico. Os resultados mostram que ao longo do dia, a temperatura da água de entrada no reservatório térmico do coletor solar alternativo e convencional 2 encontra-se aproximadamente igual. A variação média das temperaturas da água que entra no reservatório térmico do sistema convencional 1 aos demais foi de 4,8 °C.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

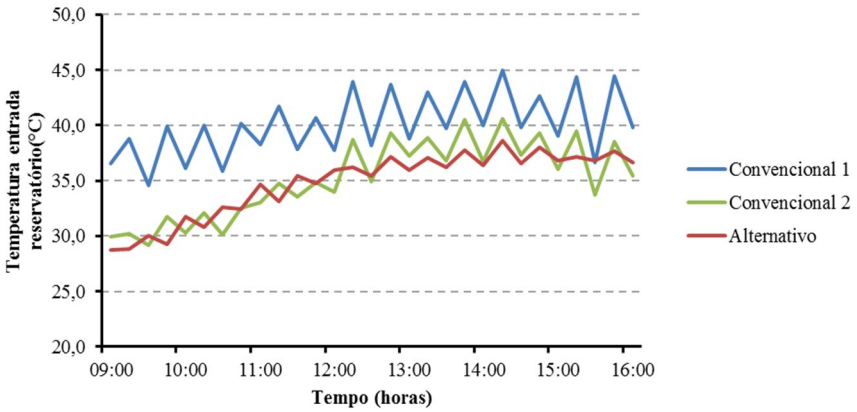


Figura 3. Temperatura da água de entrada do reservatório (°C) durante o período de coleta.

A Figura 4 apresenta a temperatura da água de saída do reservatório durante o período de coleta. Conforme pode ser observado, as maiores temperaturas de entrada da água no reservatório no sistema convencional 1, mantendo também uma maior estabilidade da temperatura da água ao longo do dia. As 14:00 horas a água alcançou sua maior temperatura, chegando aos 45°C. Em torno de 15:30 teve uma queda, voltando a elevar-se logo em seguida. O sistema convencional 2 teve um comportamento bem semelhante ao do alternativo, com pequenas variações. A temperatura da água de saída começou a elevar-se às 9:00 e manteve-se uma certa estabilidade entre 13:00 e 15:30, período no qual houve uma queda de temperatura, melhor vista no sistema convencional 2.

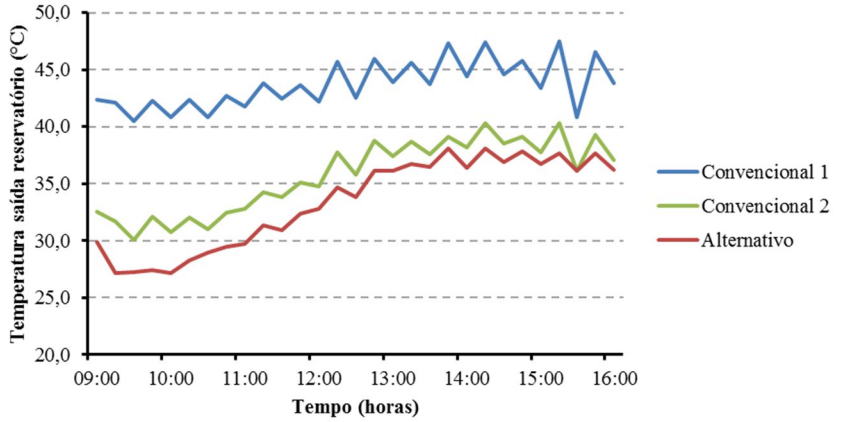


Figura 4. Temperatura da água de saída do reservatório (°C) durante o período de coleta.

A Figura 5 mostra a temperatura da água de entrada no piso. Conforme pode ser observado pela Figura 5, o sistema convencional 1, destaca-se com maiores temperaturas da água de entrada, apresentando maiores valores após as 13:00h atingindo temperaturas superiores a 45°C. O sistema convencional 2, apresentou valor de temperatura de entrada no piso ligeiramente maior que o sistema alternativo, após as 12:00h. Os resultados mostram que a temperatura da água de saída do reservatório convencional 1 não sobre grande variação ao longo do dia. Isto deve-se a qualidade dos materiais com baixa resistência térmica utilizados no reservatório térmico.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

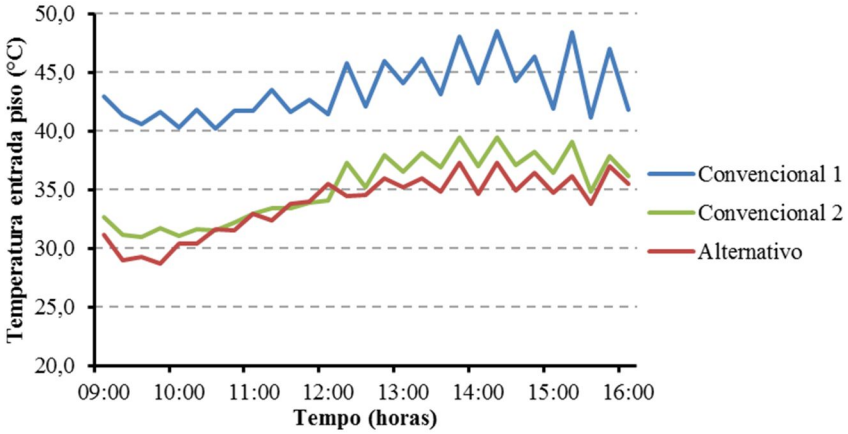


Figura 5. Temperatura da água de entrada no piso (°C) durante o período de coleta.

A Figura 6 apresenta a temperatura da água de saída no piso durante o período de coleta. Conforme pode ser observado, os valores médios de temperatura da água que sai do piso apresentam comportamento distintos. O gráfico da temperatura de saída de água do piso nos mostra uma queda de temperatura maior no sistema alternativo. Mantendo as temperaturas mais elevadas no sistema convencional 1.

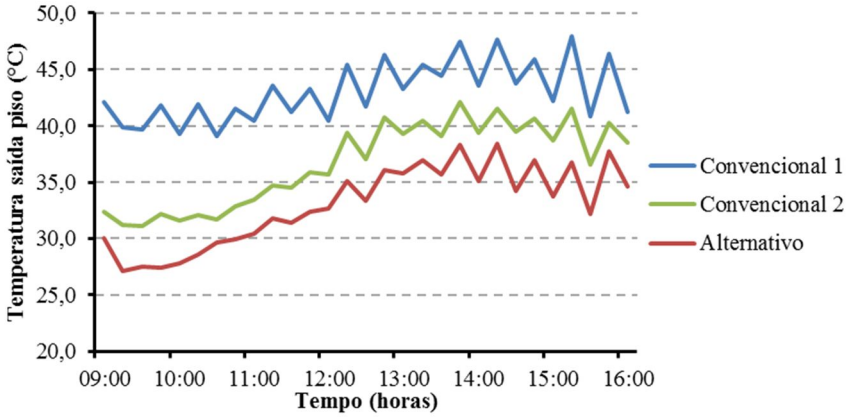


Figura 6. Temperatura da água de saída no piso (°C) durante o período de coleta.

Com os resultados obtidos em cada sistema de aquecimento, pode-se elaborar a Tabela 1, onde estão explícitas as temperaturas água de entrada ($T_{entrada}$) e saída ($T_{saída}$) no reservatório, quantidade de calor acumulado ($Q_{acumulado}$), área do coletor (A_c), radiação média (ΣI) e eficiências média de cada (H) atingida de sistema de aquecimento.

De acordo com a Tabela 1, pode-se observar que a variação de temperatura da água de entrada e saída no sistema convencional 1 é maior. A quantidade de calor ($Q_{acumulado}$) e área do coletor no sistema convencional 1 e 2 são praticamente iguais. Entretanto, para uma mesma quantidade de radiação solar (ΣI) incidente na área experimental, a eficiência do sistema convencional 1 é superior. Este comportamento deve-se principalmente as caracteristicas constrututivas deste coletor.

Tabela 1. Eficiência média dos reservatórios térmicos testados neste estudo.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Sistema	$T_{entrada}$ (°C)	$T_{sáida}$ (°C)	$Q_{acumulado}$ (kW)	A_c (m^2)	ΣI (kW/m^2)	H (%)
Convencional 1	37,0	43,7	0,33	1,7	0,391	22,5
Convencional 2	33,4	36,7	0,34	1,73	0,391	10,9
Alternativo	31,4	33	0,25	1,30	0,391	7,0

CONCLUSÕES

Os resultados apresentaram que o sistema alternativo possui uma eficiência térmica inferior aos convencionais, entretanto a construção de coletores solares utilizando materiais alternativos destaca-se pelo forte caráter social e ambiental, em função do custo de construção desprezível e a facilidade operacional, podendo ser construído e utilizado pela comunidade em geral, ou ainda com fins educativos e de pesquisa em escolas e universidades.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, P. H. R. F.; SILVA, B. A. N.; CASTILHO, F. Q.; CASSUCE, D. C.; LIMA, A. L.; OLIVEIRA, R. F. M. **Efeito do aquecimento do piso sobre o desempenho de leitões durante fase de aleitamento utilizando energia solar como fonte de aquecimento no inverno**. In: Zootec, 2008, João Pessoa, PB. Zootec 2008.

KUDISH, A; EVSEEV, E; WALTER, G; LEUKEFELD, T Simulation study of a solar collector with a selective caoted polymeric double walled absorber plate. Energy Conversion and management, v. 43, p. 651-671, 2002.

LOPO, A. B. **Análise do desempenho térmico de um sistema de aquecimento solar de baixo custo**. 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de PósGraduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2010.

PANDORFI, H. **Avaliação do comportamento de leitões em diferentes sistemas de aquecimento por meio da análise de imagem e identificação eletrônica**. Dissertação de mestrado Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 89p. 2002.

SARUBBI, J.; ROSSI, L. A.; MOURA, D. J.; OLIVEIRA, R. A.; DAVID, E. Utilização de energia elétrica em diferentes sistemas de aquecimento para leitões desmamados. **Engenharia na Agricultura**, v.30, n.6, 2010.

SILVA, I. J. O.; PANDORFI, H.; PIEDADE, S. M. S. Uso da zootecnia de precisão na avaliação do comportamento de leitões lactentes submetidos a diferentes sistemas de aquecimento. **Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa, MG, v. 34, n.1, p. 220-229, 2005.

SOUSA, M. S. **Comportamento, bem-estar e produtividade de porcas lactantes em função do tipo de maternidade no inverno**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa: UFV. Viçosa, MG. 2009. 58p.

SOUZA, L. G. M. **Sistema alternativo de aquecimento solar**. In: I Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2000, Natal. I Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2000. v. 01. p. 568-576.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, MINAS GERAIS – COM USO DE GEOTECNOLOGIAS

ANNA CAROLINA PEREIRA REZENDE COSTA[1], PAULA SILVA TRINDADE[2], LUCAS COELHO VICTÓRIA[3], DANIEL FERNANDO COSTA DO PRADO[4], NATHÁLIA SILVA DE CARVALHO[5], LUIS MARCELO TAVARES DE CARVALHO[6]

[1] Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, (35) 99226-7776
[2] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras,
[3] Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras, (35) 99258-0050, lucas.c.victoria@gmail.com
[4] Geógrafo, Mestrando do programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, (35) 99995-5275, danielfernandoengenhariaflorestal@posgrad.ufla.br
[5] Bióloga, Mestranda do programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras , (35) 99116-5597, nathalia.bioufla@gmail.com
[6] Eng. Florestal, Professor do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1699, passarinho@dcf.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A represa de Três Marias, localizada na região do Alto São Francisco, é considerada umdos reservatórios mais importantes do estado de Minas Gerais. Estima-se que o reservatório tenha a capacidade de armazenar um volume útil de 15,278 km³ de água, com uma potência instalada de 396MW. O período de estiagem do ano de 2014 afetou grande parte da área de entorno do reservatório e regiões à jusante. O objetivo deste trabalho foi quantificar a área inundada e o volume de água afetados pela estiagem do ano de 2014 e obter estimativas para o ano de 2015. Foi realizada uma análise com base nos dados de precipitação e topografia da área, obtidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) e Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), juntamente com o uso de geotecnologias.Para o ano de 2015 estima-se uma situação mais favorável, já que até o mês de junho, a média de precipitação já ultrapassou em 15%a do ano anterior. Foram utilizados dados de uso do solo obtidos por classificação baseada em objeto das imagens Landsat8 (OLI/TIRS) dos anos de 2013, 2014, e 2015, disponibilizadas pelo U.S. GeologicalSurvey (USGS). Os dados mostraram que no ano de 2014a média mensal de precipitação foi 46 % inferior à registrada em 2013, o que contribuiu para o recuo da altura do espelho d'água. De 2013 a 2014, o reservatório perdeu cerca de 34% de área alagada correspondente ao volume total aproximado de 4,76km³. Até o mês de junho, o cenário tem-se mostrado um pouco mais positivo, porém não menos preocupante, com aumento de 150km² de área, representando 1,27km³ de volume em água.
PALAVRAS–CHAVE: Déficit hídrico, área alagada, sensoriamento remoto.

ANALYSIS OF HYDRIC RESOURCES AVAILABILITY AT THE TRÊS MARIAS RESERVOIR - MINAS GERAIS, USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ABSTRACT: The dam of Três Marias, located in the region called Alto São Francisco, is considered one of the most important in Minas Gerais state. It is estimated that the reservoir's useful volume is up to 15.278 Km3 of water with installed power capacity of 396MW. The dry season of 2014 affected a large area in the region, around and downstream the reservoir. The objective was to quantify the flooded area and the water volume affected by the 2014 drought and draw the 2015 expectations, for that data from the National Water Agency (ANA) and from the Electric System National Operator (ONS) was analyzed using Geographic Information System technologies. For the year of 2015 it is expected a more propitious situation, considering that until June, the average precipitation has already exceeded 15% last year´s figures. Information about the usage of soil was obtained by object oriented classification of Landsat 8 (OLI/TIRS) images from 2013, 2014, and 2015, gathered at the U.S. Geological Survey (USGS). The data shows that in 2014, the monthly average was 46% smaller than 2013, revealing a considerable reduction in the water surface. From 2013 to 2014, the reservoir lost around 34% of flooded area, representing a total volume of 4.76 km^3. Until June 2015 the situation was improving, with a raise of 150km^2 of area and 1.27km^3 of water volume.
KEYWORDS: Water deficit, flooded area, remote sensing

INTRODUÇÃO

A Região pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco abrange seis estados brasileiros, mais o Distrito Federal, ocupando uma área de aproximadamente 638.466 km² (7,5% do território nacional). A região é divida em quatro unidades hidrográficas: Alto São Francisco, Médio São Francisco, Sub-médio São Francisco e Baixo São Francisco (Agência Nacional de Águas. Edição Especial. -- Brasília: ANA, 2015.).

A região do Alto São Francisco se destaca por apresentar maior industrialização e urbanização em comparação às demais regiões da Bacia Hidrográfica do São Francisco com grande participação na economia e consequente maior uso e ocupação do solo. Além disso, é a região onde localiza-se na Serra da Canastra a nascente do Rio São Francisco. Inserida nessa importante região está a represa de Três Marias, considerada um dos mais importantes reservatórios do estado de Minas Gerais.

O Reservatório teve seu início de construção no ano de 1957 e suas operações se iniciaram em 1962. Foi o primeiro grande empreendimento hidrelétrico do país com finalidades múltiplas, apresentando comprimento da barragem de 2.700m e altura máxima de 75m. Estima-se que o reservatório tenha a capacidade de armazenar um volume útil de 15,278 km³ de água, com uma potência instalada de 396MW distribuída em seis unidades geradoras.

O período de estiagem do ano de 2014 afetou grande parte da área de entorno do reservatório e regiões à jusante, alterando a vida dos moradores, produtores agrícolas, piscicultores e do turismo na região. A estiagem foi considerada uma das maiores da história, inclusive foi essa a responsável por acarretar a seca por um período de dois meses da nascente histórica do rio São Francisco.

Tendo em vista a importância dessa região para o abastecimento de toda Região Hidrográfica do São Francisco, bem como para toda população de seu entorno o presente trabalho fez-se com o objetivo de quantificar a área inundada e o volume de água afetados pela estiagem do ano de 2014, em relação ao ano anterior de 2013, e obter estimativas para o ano de 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

A região de abrangência do Alto São Francisco se estende desde a nascente do rio, localizada no município de São Roque de Minas, na Serra da Canastra, até o município de Pirapora, também em Minas Gerais. Seu território apresenta topografia acidentada, com serras e terrenos ondulados e altitudes que variam de 1.600 a 600 m, correspondendo a uma área de 111.804 Km².

A vegetação predominante é de Cerrado com fragmentos de Mata Atlântica, apresentando um alto índice de chuvas, em torno de 1.300 mm/ano, sendo os rios dessa região responsáveis pela produção de aproximadamente 75% das águas da bacia, abrigando alguns dos principais afluentes do rio São Francisco. A área de estudo está localizada na parte central do estado de Minas Gerais no município de Três Marias (FIGURA 1).

A primeira etapa do trabalho foi caracterizada pela busca de dados secundários e informações da WEB. A partir de dados obtidos de precipitação e topografia da área, fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA) e Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) foi traçado um perfil de chuvas e volume médio armazenado na represa ao longo dos anos de estudo (2013, 2014 e 2015). A aquisição dos dados do ano de 2015 é referente ao período que compreende os meses de janeiro a junho, uma vez que o banco de dados do ano foi restrito à essa data até o momento de execução do presente trabalho. A segunda etapa foi baseada na aquisição de imagens e processamento das mesmas com o uso de geotecnologias.

Foram utilizados dados de uso do solo obtidos por classificação baseada em objeto das imagens Landsat8 (OLI/TIRS) dos anos de 2013, 2014, e 2015, disponibilizadas pelo U.S. GeologicalSurvey (USGS).



Figura 1 – Mapa de localização do reservatório de Três Marias.
Fonte:Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Rio São Francisco / Agência Nacional de Águas (2015).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Os dados comparativos quanto ao volume útil armazenado em Três Marias nos anos de 2013, 2014 e 2015 foi obtido através da página do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) como se observa na tabela que se segue.

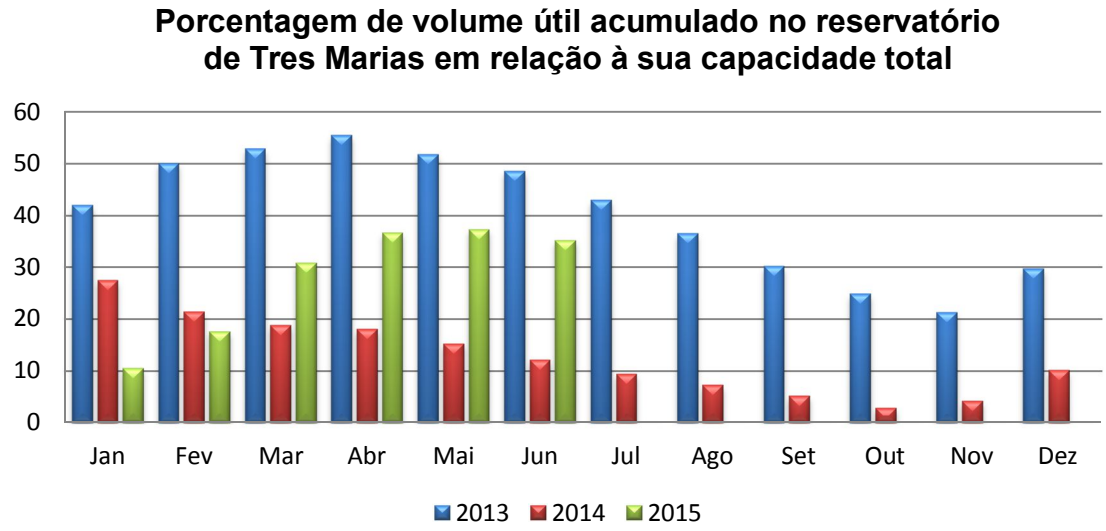


Gráfico 1: Volume útil mensal acumulado do Reservatório nos anos de 2013, 2014 e 2015 em relação à sua capacidade total.
Fonte: www.ons.org.br

Os valores de cota foram obtidos no site da Agência Nacional de Águas (ANA), através do Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Rio São Francisco. Esses dados, juntamente com o valor da área de cada ano do reservatório, que foram obtidos através do uso de geotecnologias, foram necessários para estimar a redução do volume de água armazenado.

As imagens utilizadas foram Landsat8 OLI/TIRS, datadas de 31 de julho de 2013, 18 de julho de 2014 e 21 de julho de 2015, órbita/ponto: 219/73, disponibilizadas gratuitamente na página online do USGS (U.S. GeologicalSurvey).

As imagens foram escolhidas usando o critério de menor cobertura de nuvem, devido a necessidade de obter o maior volume de dados de uso do solo possíveis, principalmente da área onde se localiza o reservatório, bem como o intervalo de tempo entre elas, de modo que fossem todas datadas próximas umas das outras, para representar de forma comparativa em um mesmo período do ano nos três distintos anos em análise.

As imagens foram classificadas usando o software eCognitionDeveloper. O primeiro processo executado foi o de segmentação das imagens, seguido pela classificação manual, a qual abrangeu a classe água para a imagem. O produto gerado após correção foi importado para o software ArcGIS 10.2.2. As classificações dos anos de 2013, 2014 e 2015 foram quantificadas individualmente e suas áreas calculadas, permitindo a geração de mapas.

A equação 1 foi usada para estimar o volume útil acumulado, em km³. Assumiu-se a fórmula de um tronco de pirâmide

$$V = \frac{h}{3}\left(S_B + \sqrt{S_B \cdot S_b} + S_b\right) \quad (1)$$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Em que, h é a diferença de cota entre os níveis do reservatório de cada ano divulgadas pela Agência Nacional de Águas (ANA), em km; S_b é a área menor e S_B é a área maior em km².

Para calcular o volume perdido de 2013 para 2014 considerou-se S_b os valores relativos ao ano de 2014 e S_B os do ano de 2013. Já para calcular o volume recuperado pelas chuvas de 2015, considerou-se S_b também relativo ao ano de 2014 e S_B considerou-se o ano de 2015. Todas as áreas utilizadas foram obtidas através de cálculo obtido no software ArcGIS 10.2.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram a expressiva queda do volume útil armazenado no reservatório no ano de 2014. Durante os seis últimos meses do ano de 2014 o volume apresentou-se, em média, abaixo dos 10% da sua capacidade total. Os três primeiros meses de 2015 ainda foram preocupantes já que o volume permaneceu abaixo dos 35% devido ao baixo volume de precipitação do período. No entanto, os meses de abril, maio e junho o volume voltou a subir de forma mais expressiva, mas ainda não sendo capaz de alcançar os valores do ano de 2013, estando abaixo dos 50%.

O grande período de estiagem chegou a provocar grandes impactos ambientais e sociais na região, com grande repercussão na mídia. A queda de visitações em algumas cidades turísticas da região chegou aos 80%, além dos impactos na piscicultura da região, especialmente na criação de tilápias, que apresentou queda de 10% em seu faturamento, e o mais agravante foi a queda dos empregos gerados por essa atividade, que ultrapassou a casa dos 60%.

Das seis turbinas geradoras existentes no reservatório de Três Marias apenas uma permaneceu em funcionamento devido à baixa queda do volume no período. A vazão da usina teve de ser reduzida como medida mitigadora para tentar manter o rio perene logo abaixo da represa, garantindo a manutenção da jusante, já que vários municípios mineiros e até da Bahia dependem das águas do São Francisco.

Os gráficos apresentados abaixo mostram como o período de estiagem de 2014 provocou drástica queda no volume de água no reservatório.

O gráfico 2, mostra a queda de 33,89% da área alagada no reservatório em 2014 em relação ao ano anterior de 2013 e sua consequente recuperação de 36,70% no ano de 2015 até o mês de junho, o que alivia um pouco a pressão sobre as consequências da falta d'água no reservatório.

O terceiro gráfico mostra em volume essa queda, que chegou próximo aos 5km³ de água perdidos pela seca. Este déficit exorbitante foi responsável por todos esses impactos citados acima, dentro da região como um todo e na vida da população, que depende da água do reservatório para suas atividades de sobrevivência.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

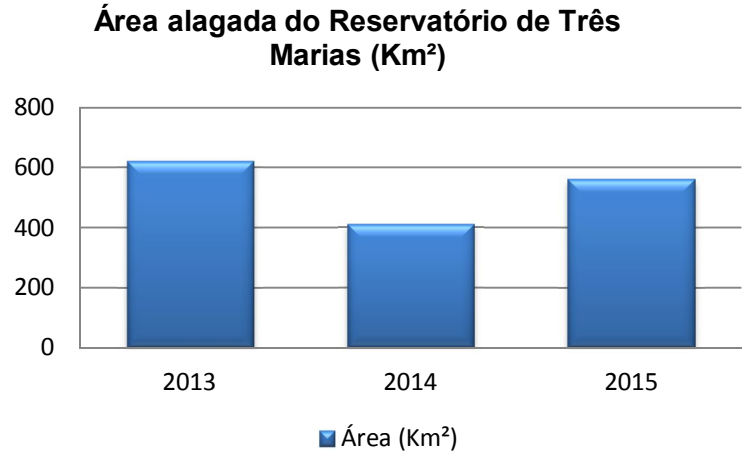


Gráfico 2 – Área alagada do reservatório de Três Marias nos anos de 2013, 2014 e 2015 (até o mês de Junho), em km².

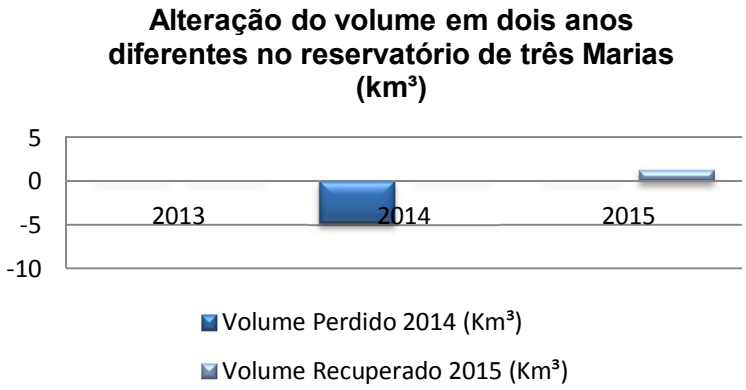


Gráfico 3– Volume, perdido pela seca do ano de 2014 no reservatório de Três Marias e volume recuperado no mesmo em 2015 (até o mês de Junho), ambos em km³.

A figura 2 mostra os mapas gerados a partir da classificação das imagens Landsat dos anos de 2013, 2014 e 2015, demonstrando de forma clara o recuo da lâmina d'água no ano de 2014. Foi dado ênfase em uma das extremidades do reservatório, pois é possível identificar de forma mais explícita como o regime de chuvas escasso afetou o reservatório. É impactante a diferença ocorrida do ano de 2013 para o ano de 2014, visto ser o ano de maior diferença entre os valores de pluviosidade, repercutindo no grande recuo do espelho d'água. Para o ano de 2015, até o mês de junho, a situação mostra-se um pouco mais favorável, porém não menos preocupante.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

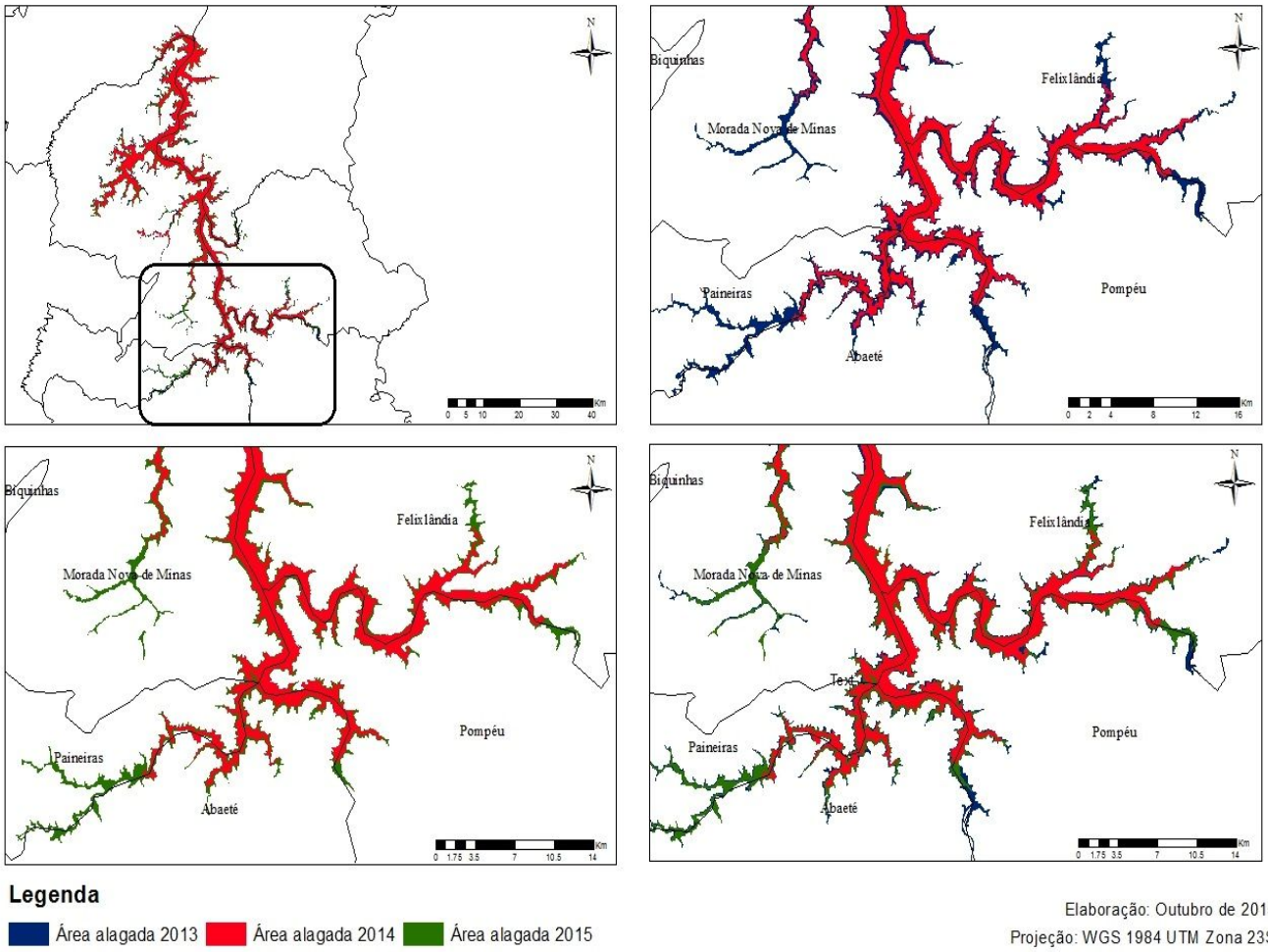


Figura 2 – Comparação da lâmina d'água no reservatório de Três Marias nos anos de estudo.

CONCLUSÕES

Podemos concluir que as geotecnologias entram como uma importante ferramenta para análises ambientais como eventos desta magnitude. O uso das imagens Landsat mostrou o seu grande potencial nas análises temporais em média escala, junto com os dados climáticos, como no estudo regional em questão.

Os resultados obtidos podem ser usados como uma ferramenta preventiva para casos futuros como este, já que se trata de um evento natural e não pode ser controlado.

Como foi visto, as consequências causadas pela estiagem foram sérias e afetam diretamente a vida da população que depende do uso das águas do reservatório. Desta maneira, é de suma importância encontrar alternativas possíveis e viáveis para que se possam amenizar estes impactos causados por fenômenos naturais.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (ANA). Disponível em <www.ana.gov.br>. Acesso em Agosto de 2015

Agência Nacional de Águas (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras – Edição Especial. -- Brasília: ANA, p.: 124-141, 2015.

Agência Nacional de Águas(Brasil). Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Rio São Francisco/Agência Nacional de Águas,Superintendência de Usos Múltiplos e EventosCríticos. Brasília:ANA, Julho de 2013.
http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/saladesituacao/boletinsmonitoramento.aspx

Agência Nacional de Águas(Brasil). Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Rio São Francisco/Agência Nacional de Águas,Superintendência de Usos Múltiplos e EventosCríticos. Brasília: ANA, Julho de 2014.
http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/saladesituacao/boletinsmonitoramento.aspx

Agência Nacional de Águas(Brasil). Boletim de Monitoramento dos Reservatórios do Rio São Francisco/Agência Nacional de Águas,Superintendência de Usos Múltiplos e EventosCríticos. Brasília: ANA, Fevereiro de 2015.
http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/saladesituacao/boletinsmonito.aspx

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Disponível em <http://www.ons.org.br/historico/percentual_volume_util.aspx> . Acesso em Agosto de 2015

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Histórico da operação, Volume útil dos principais reservatórios, 2013.

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Histórico da operação, Volume útil dos principais reservatórios, 2014.

Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Histórico da operação, Volume útil dos principais reservatórios, 2015.

BERTOLDO, Mathilde Aparecida. Caracterização edafoambiental da cafeicultura da região de Três Pontas, Minas Gerais / Mathilde Aparecida Bertoldo. – Lavras: UFLA, 2008. 144p.

GONÇALVES, Thais Gabriela; MACIEL, Daniel Andrade; ALVES, Helena Maria Ramos. Avaliação do nível de água do reservatório de Furnas nos anos de 2013 e 2014, utilizando imagens Landsat-8. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto –SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, INPE.

NOVO, E. M. L de M. Sensoriamento Remoto Aplicado à Ecologia Aquática. In: ROLAND, F.; CESAR, D.; MARINHO, M. (Orgs) Lições de Limnlogia. São Carlos: RIMA, 2005. p 418-432

Acesso ao sítio digital http://www.cemig.com.br/pt-br/a_cemig/nossos_negocios/usinas/Paginas/Tr%C3%AAs_Marias_dados.aspx em Agosto de 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE DE FLEXÃO ESTÁTICA EM MADEIRA A PARTIR DO MÉTODO DA VELOCIMETRIA POR IMAGEM DE PARTÍCULAS (PIV) UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE PARTÍCULAS.

RODRIGO ALLAN PEREIRA [1], FRANCISCO CARLOS GOMES [2], ROBERTO ALVES BRAGA JÚNIOR[3], ELLEM WALESKA NASCIMENTO DA FONSECA CONTADO[4], EVELISE APARECIDA AMARAL[5], MAYKMILLER CARVALHO RODRIGUES[6]

[1] Engo Agrícola, Doutorando em Engª Agrícola, DEG/UFLA , Fone: (035) 91294080, rallap.ufla@yahoo.com.br
2 Prof. Doutor, DEG/UFLA, fcgomes@ufla.deg.br
3 Prof. Doutor, DEG/UFLA, robbraga@ufla.deg.br
4 Phd em Engenharia Agrícola, ellem.waleska@gmail.com
5 Graduanda em Engenharia Florestal – UFLA, evelizeamaral@yahoo.com.br
6 Doutorando em Engª Agrícola DEG/UFLA, milermayk@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O emprego de qualquer material só é eficaz e seguro quando todas suas propriedades são conhecidas e mensuradas. O estudo do comportamento dos materiais quando solicitados a esforços é um pouco mais simples em materiais isotrópicos e homogêneos como o aço e mais complexo em materiais anisotrópicos e heterogêneos como a madeira. As técnicas convencionais de ensaio geralmente não são capazes de detectar tal comportamento anisotrópico, com isso faz-se necessário o desenvolvimento de ferramentas de ensaio, em especial as técnicas não-destrutivas. Uma potencial ferramenta de ensaio não-destrutivo para a análise das características da madeira é a técnica de velocimetria por imagens de partículas (PIV), em particular no monitoramento de deslocamentos. Este trabalho tem como objetivo avaliar o uso do PIV em ensaio de flexão estática em madeiras associado ao *sunset laser* e à pigmentação artificial da superfície. Concluiu-se que o uso do PIV tanto associado ao *sunset laser* quanto a pigmentação artificial foi capaz de monitorar o deslocamento da madeira sob ensaio de flexão estática.
PALAVRAS-CHAVE: flexão estática, marcadores, PIV.

STATIC BENDING ANALYSIS IN WOOD FROM THE PARTICLE IMAGE VELOCIMETRY (PIV) METHOD USING DIFFERENT TYPES OF PARTICLES.

ABSTRACT: the use of any material is only effective and safe when all its properties are known and measured. The study of the behavior of materials when efforts are required is slightly simpler in isotropic and homogeneous materials such as steel and more complex in heterogeneous and anisotropic materials like wood. Conventional testing techniques are not usually able to detect such anisotropic behavior, and thus the development of testing tools becomes necessary, especially the non-destructive techniques. A potential non-destructive testing tool for the analysis of wood characteristics is the particle image velocimetry (PIV) technique, particularly for monitoring displacements. This study aims to evaluate the use of PIV in static bending test in woods associated with the sunset laser and associated with artificial pigmentation of the wood surface. It was concluded that both the sunset laser and artificial pigmentation, associated with PIV, was able to monitor the displacements in wood under the static bending test.
KEYWORDS: static bending, markers, PIV.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

A madeira sempre foi um dos materiais mais utilizados pelo homem, a fim de satisfazer às suas mais diversas necessidades e seu uso baseado em informações empíricas. Com a industrialização, a sua utilização passou a contar com desenvolvimento tecnológico em todas as fases da produção e processamento.

Com o crescente aumento do uso da madeira, cada vez mais se torna necessário o conhecimento de suas propriedades físicas, químicas e mecânicas. Tais propriedades devem ser estudadas a fundo utilizando os mais diversos recursos tecnológicos existentes.

Para usos estruturais as propriedades mais importantes são as físicas e mecânicas. Segundo Gesualdo (2003), basicamente, do ponto de vista estrutural, deve-se conhecer propriedades da madeira relativas às seguintes características:

- Propriedades físicas da madeira: umidade, densidade, retratibilidade e resistência ao fogo;
- Compressão paralela às fibras;
- Compressão normal às fibras;
- Tração paralela às fibras;
- Cisalhamento;
- Módulo de elasticidade;
- Solicitação inclinada;
- Embutimento.

A determinação de tais propriedades geralmente ocorre a partir de ensaio de flexão estática. No ensaio de flexão com a máquina de ensaio universal, segundo a ASTM–D143-94 1995, o corpo de prova fica apoiado nas extremidades e então é exercida uma carga no centro do corpo de prova para provocar a flexão no mesmo.

A técnica conhecida como velocimetria por imagem de partículas, também amplamente referida por sua terminologia em inglês *particle image velocimetry*, ou mesmo pela sigla que representa essa terminologia, PIV, é muito empregada em áreas como a da medição de fluxo de partículas, em particular utilizando o *laser* para iluminar as partículas injetadas no fluxo em estudo.

Para a utilização do método PIV, é necessário que no corpo em estudo sejam observados grãos. Os grãos são marcadores que ficam na superfície da amostra e são essenciais para a execução de todo o processo do PIV. Estes marcadores podem ser gerados por fontes externas, como a iluminação a partir de *laser* He-Ne e jatos de tinta em *spray*, ou ainda aproveitando o próprio corpo de prova e as irregularidades de sua superfície.

Souza (2003) utilizou o *laser* HE-Ne associado à técnica *sunset laser* para iluminar a superfície de corpos de prova de madeira de *Pinus* em ensaio de flexão estática. Slominski (2007) *et al.* em seu trabalho sobre fluxo de material granular em silos, utilizou como marcadores para a aplicação do método PIV os próprios grãos de areia que faziam o papel de material granular no ensaio.

Este trabalho justifica-se pela dificuldade e pelas limitações de utilização de alguns tipos de marcadores em certas ocasiões para a aplicação do PIV. Pode-se citar, por exemplo, a utilização do laser He-Ne em locais onde ocorre alta incidência de luz. Este tipo de marcador demanda na maioria das vezes a total falta de luz no local do ensaio. Tal situação não ocorre

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

com o marcador do tipo tinta em *spray*. Estudos como este podem viabilizar o uso do método PIV para monitoramento de pontes, por exemplo, o que implicaria em diminuição excessiva de custos, mão-de-obra, facilidade de aplicação e rapidez nos resultados, tendo em vista que os métodos convencionais de monitoramento são de alta complexidade, demandam grande instrumentação e são ainda onerosos.

O objetivo deste trabalho é demonstrar a eficácia de outro tipo de marcador para a aplicação do PIV. Aumentando assim as possibilidades de sua aplicação e eficácia dos seus resultados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Desenvolvimento de Instrumentação Aplicada à Agropecuária (CEDIA) no Departamento de Engenharia (DEG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

No experimento foram utilizados 20 corpos de prova de madeira de *Pinus Taeda,* sem qualquer presença de defeitos, nós ou descontinuidade das fibras, confeccionados nas dimensões 2,5 x 2,5 x 41 cm, como estabelece a norma ASTM-D43-94 1995. Para os ensaios, foram utilizados ainda uma câmera fotográfica digital de alta resolução, marca CANON Rabel t3, jogo de lentes para melhor ajuste do foco e zoom, *laser* He-Ne, tinta preta em *spray* e a Máquina Universal de ensaios.

Dos 20 corpos de prova, 10 foram pintados com a tinta preta de forma que as gotículas ficassem separadas uma das outras e ao mesmo tempo em uma quantidade suficiente para a execução do PIV. Desta forma 10 corpos de prova foram ensaiados com o marcador tipo *laser* HE-Ne e outros 10 a partir do marcador tinta em *spray*.

Foi utilizada a espécie *Pinus Taeda* por ser uma das espécies mais empregadas na construção civil e nos mais variados usos.

Ensaio de flexão estática

O ensaio de flexão estática foi conduzido de acordo com a norma ASTM–D143-94 1995 e a partir do mesmo é possível obter informações como capacidade de deformação (MOE) e resistência (MOR) do objeto em estudo. No entanto, o ensaio feito neste trabalho foi adaptado às condições de execução do método PIV. Como o método trabalha com o deslocamento dos grãos do material, é necessário que a área em estudo não se movimente. Neste caso o ponto de aplicação de carga no ensaio de flexão estática foi invertido e se tornou o ponto de apoio, enquanto os dois pontos de apoio se tornaram agentes de aplicação de carga. O esquema a seguir exemplifica a adaptação do ensaio de flexão estática.

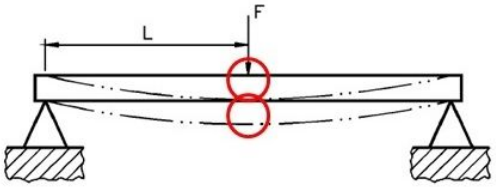


Fig. 1: Método convencional.
Fonte: Google imagens.

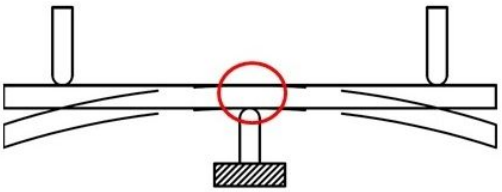


Fig. 2: Adaptação do ensaio para o método PIV.
Fonte: Acervo próprio.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

PIV

O processo de aplicação do método PIV com o marcador *laser* He-Ne ocorre basicamente com o posicionamento do Laser He-Ne de forma com que seu feixe de luz ilumine paralelamente a superfície do corpo de prova simulando o por do sol em uma cadeia de montanhas, fenômeno tal denominado de *sunset laser*. As irregularidades na superfície do corpo de prova juntamente com o feixe de luz do laser, serão os agentes criadores dos grãos na madeira. É necessário ainda que a câmera digital seja posicionada perpendicularmente ao centro do corpo de prova, como mostra a figura a seguir.

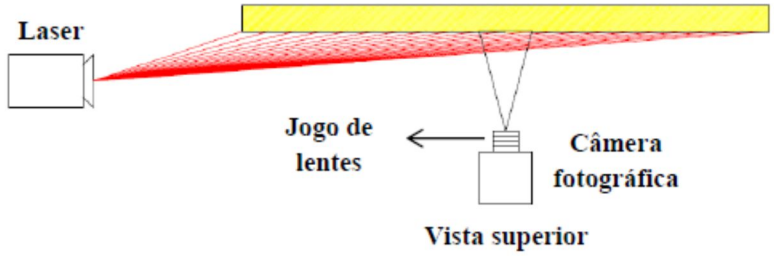


Fig. 3: *Set up* experimental do ensaio de flexão na máquina de ensaio universal Fonte: SOUZA (2013).

Com a utilização das gotículas de tinta preta como marcador, o processo é o mesmo, sem a utilização é claro da iluminação a *laser*. As figuras 4 e 5 mostram os corpos com os dois tipos de marcadores.

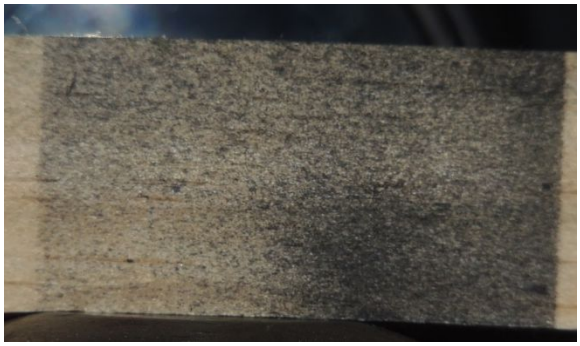


Fig. 4: Corpo de prova de madeira pintado com tinta preta em *spray*. Fonte: Acervo próprio.

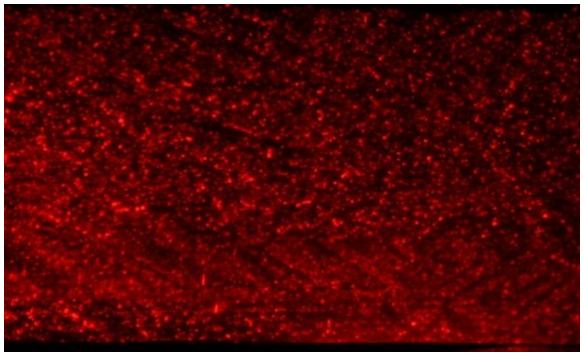


Fig. 5: Aplicação do PIV em madeira com uso de laser He-Ne.

Fonte: Acervo pessoal.

O processo completo pode ser resumido nos seguintes passos:

- Subdividir a imagem em células de interrogação;
- Calcular o campo de intensidade no tempo de t+Δt para uma célula de interrogação;
- Calcular a correlação entre imagens a partir dos campos de intensidade;
- Repetir o processo para cada célula de interrogação.

Inicia-se então o ensaio e as imagens são capturadas em um intervalo regular de tempo (20s). Não é exercida carga sobre a primeira imagem capturada para servir de testemunha para as posteriores. Após a captura das imagens, as mesmas foram trabalhadas no *Software Image J* (Livre) com o intuito de trabalhar apenas com a área de interesse (tamanho) e transformar a imagens em matrizes de frequência RGB que favorecem a execução do processo. Utilizou-se a matriz de frequência *Green*, pois foi aquela que proporcionou os melhores resultados.

Para o processamento das imagens, utilizou-se o Software Matlab (A Universidade Federal de Lavras possui licença para a utilização deste software e permite o uso do mesmo para pesquisas científicas) com o algoritmo do método PIV para executar as imagens capturadas e tratadas anteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a descrição dos resultados, serão apresentados os corpos de prova número 5 para o marcador *laser* He-Ne e o corpo de prova número 7 para o marcador tinta em *spray*. Após a realização dos ensaios chegou-se então aos seguintes resultados:

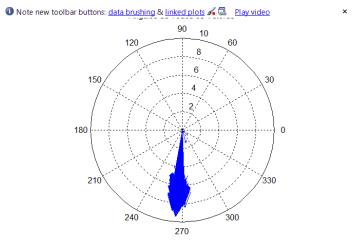


Fig. 6: *Laser* He-Ne CP5 – Sequência de imagens 1-2.

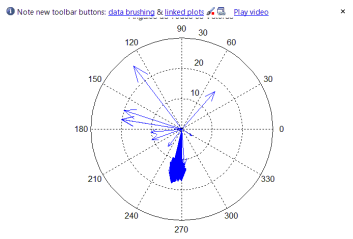


Fig. 7: *Laser* He-Ne CP5 – Sequência de imagens 1-3.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

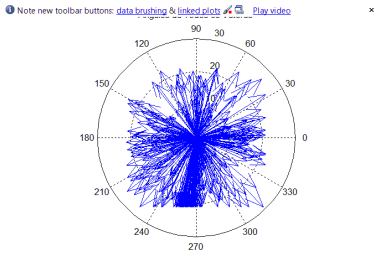


Fig. 8: *Laser* He-Ne CP5 – Sequência de imagens 1-5.

Estes gráficos trazem a orientação dos vetores de deslocamento dos grãos analisadas na superfície do corpo de prova. Pode-se observar que no início do ensaio (Sequência de imagens 1-2), onde não se tem grande carga aplicada, os vetores estão todos orientados para baixo.

Já na sequência 1-3 (compara-se a imagem capturada sem carga com a terceira imagem capturada, ou seja, após 60 segundos) observa-se alguns vetores destoando dos demais que indica que alguns grãos perderam a correlação de uma imagem para outra e por isso estão apontando para direções diversas.

Na sequência 1-5, quase todos os vetores apontam para direções diferentes o que indica a perda completa de correlação entre imagens. Este comportamento pode indicar a ruptura das fibras da madeira onde os grãos estavam localizados.

Quando se compara os ensaios feitos com laser e com tinta em spray, observa-se que ambos marcadores tiveram resultados muito parecidos, como seguem as figuras relativas ao ensaio com tinta em spray.

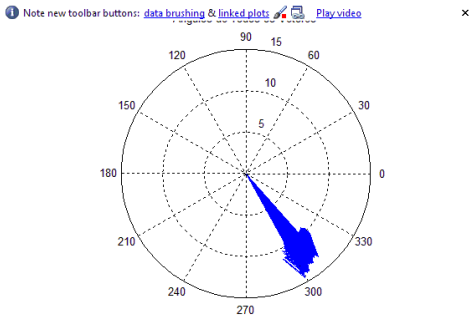


Fig. 9: Tinta em *spray* CP7 – Sequência de imagens 1-2.

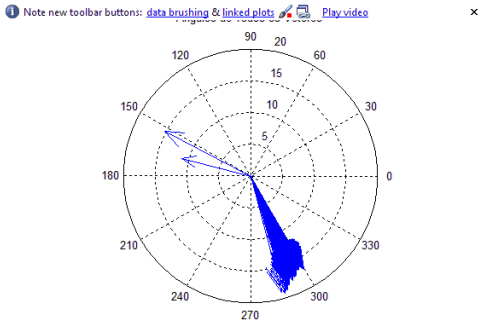


Fig. 10: Tinta em *spray* CP7 – Sequência de imagens 1-5.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

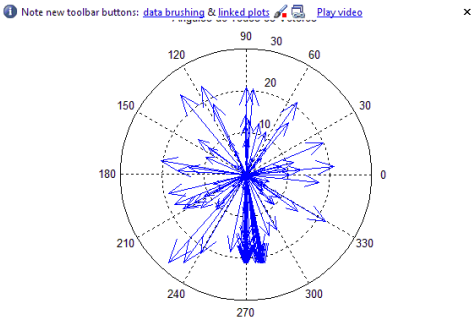


Fig. 11: Tinta em *spray* CP7 – Sequência de imagens 1-5.

As figuras a seguir demonstram os vetores em seus respectivos lugares na imagem capturada. É possível identificar neste gráfico onde ocorreram maiores deformações e o comportamento do corpo de prova no momento do ensaio de flexão estática. Como descrito anteriormente, este gráfico também demonstra a similaridade dos resultados obtidos pelo marcador *laser* He-Ne e pela tinta em *spray*.

Gráficos com do PIV com marcador *laser* He-Ne.

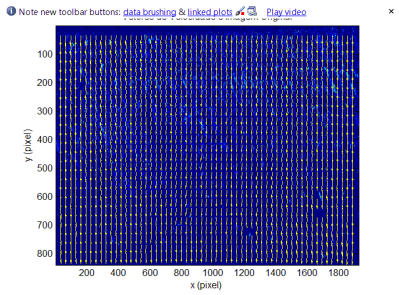


Fig. 12: *Laser* He-Ne CP5 – Vetores da sequência de imagens 1-2.

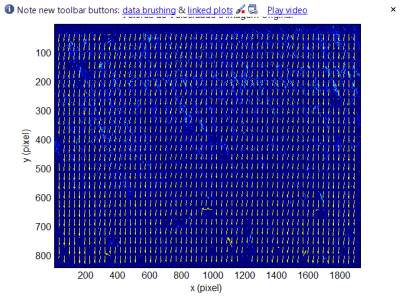


Fig. 13: *Laser* He-Ne CP5 – Vetores da sequência de imagens 1-3.

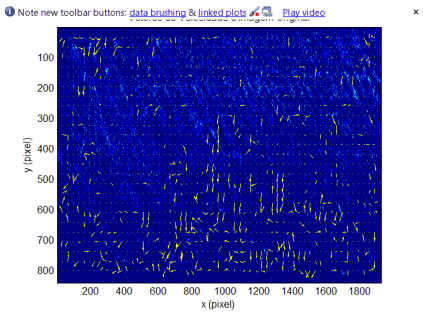


Fig. 14: *Laser* He-Ne CP5 – Vetores da sequência de imagens 1-5.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Gráficos do PIV com o marcador tinta em *spray*.

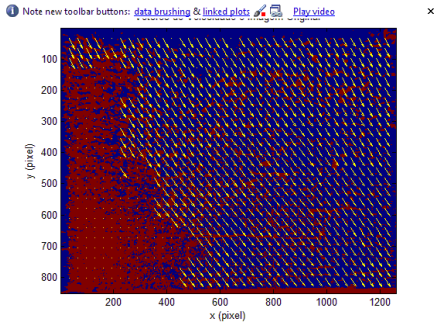


Fig. 15: Tinta em *spray* CP7 – Vetores da sequência de imagens 1-2.

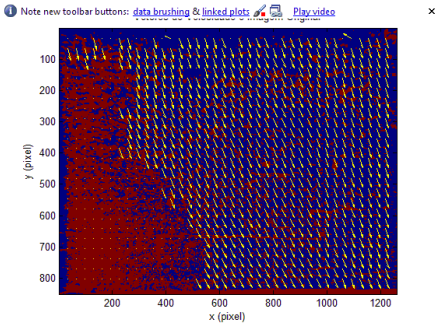


Fig. 16: Tinta em *spray* CP7 – Vetores da sequência de imagens 1-3.

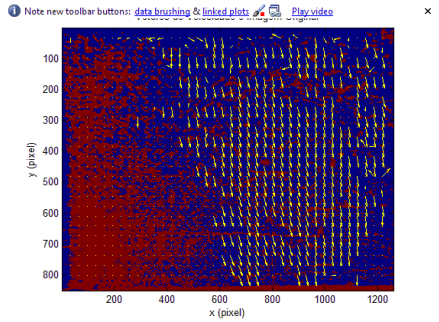


Fig. 17: Tinta em *spray* CP7 – Vetores da sequência de imagens 1-5.

CONCLUSÃO

Concluiu-se com o presente trabalho que tanto utilizando o marcador *laser* He-Ne, quanto a tinta em *spray*, os resultados obtidos foram excepcionalmente satisfatórios quanto à mensuração do deslocamento das partículas e deformação do material. Além disso, o marcador tinta em spray mostrou-se altamente eficaz em situações onde outros tipos de marcadores são inviáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM. American Society for Testing and Materials. (1995). Standard methods of testing small clear specimens of timber: ASTM D143 – 94. Philadelphia, PA.

GESUALDO, Francisco A. Romero. Estruturas de Madeira. Diponível em: http://www. feciv. ufu. br/docentes/francisco/franscisco. htm, 2003. Data de acesso: 15 dez. 2013.

RIBEIRO, P. G. (2009). Utilização de Técnicas Não Destrutivas para Caracterização de Madeiras de *Pinus caribaea* Var. *hondurensis* e de *Eucalyptus grandis*. **Dissertação de**

Mestrado em Engenharia Florestal. Publicação: EFL M – 119/2009. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 114 p.

SHIMOYAMA, V. R. S. Estimativas de propriedades da madeira de *Pinus taeda* através do método não destrutivo emissão de ondas de tensão, visando a geração de produtos de alto valor agregado. **Tese de (Doutorado)** – Universidade Federal do Paraná, 2005.

SLOMINSKI, Cezary; NIEDOSTATKIEWICZ, Maciej; TEJCHMAN, Jacek. Application of particle image velocimetry (PIV) for deformation measurement during granular silo flow. **Powder Technology**, v. 173, n. 1, p. 1-18, 2007.

SOUZA, Tomé Moreira de. Análise do mecanismo de ruptura em flexão estática em madeira por meio da técnica de velocimetria por imagem de partículas / Tomé Moreira de Souza. – Lavras : UFLA, 2013. 85 p. : il. **Tese (doutorado)** – Universidade Federal de Lavras, 2013.

AGRADECIMENTOS

À Capes, CNPq, FAPEMIG e Universidade Federal de Lavras (UFLA) por acreditar e apoiar nós pesquisadores.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE DE FLEXÃO ESTÁTICA EM MADEIRA A PARTIR DO MÉTODO DA VELOCIMETRIA POR IMAGEM DE PARTÍCULAS (PIV) UTILIZANDO PONTOS DEFINIDOS COMO PARTÍCULAS.

RODRIGO ALLAN PEREIRA [1], FRANCISCO CARLOS GOMES [2], ROBERTO ALVES BRAGA JÚNIOR[3], ELLEM WALESKA NASCIMENTO DA FONSECA CONTADO[4], LUCAS HENRIQUE PEDROZO ABREU[5], ALAN PEREIRA VILELA[6]

1 Engo Agrícola, Doutorando Engª Agrícola Prof. Assistente DEG/UFLA , Fone: (035) 91294080, rallap.ufla@yahoo.com.br
2 Prof. Doutor, DEG/UFLA, fcgomes@ufla.deg.br
3 Prof. Doutor, DEG/UFLA, robbraga@ufla.deg.br
4 Phd em Engenharia Agrícola, ellem.waleska@gmail.com
5 Doutorando em Engª Agrícola DEG/UFLA, lhpabreu@gmail.com
6 Mestrando em Engª de Biomateriais DEG/UFLA, alanpereiravilela@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O conhecimento das propriedades de um material é de fundamental importância antes do emprego do mesmo em alguma atividade. Sabe-se que o estudo dos materiais com comportamento anisotrópico é mais complexo que materiais isotrópicos e homogêneos. Desta forma, materiais como a madeira, demandam ensaios que considerem todas as suas características e particularidades do seu comportamento quando são solicitadas a esforços. As técnicas convencionais de ensaio geralmente não são capazes de detectar tal comportamento anisotrópico, com isso faz-se necessário o desenvolvimento de ferramentas de ensaio, em especial as técnicas não-destrutivas. Uma potencial ferramenta de ensaio não-destrutivo para a análise das características da madeira é a técnica de velocimetria por imagens de partículas (PIV), em particular no monitoramento de deslocamentos. Este trabalho tem como objetivo avaliar o uso do PIV com pontos definidos na superfície do corpo de prova em ensaio de flexão estática em madeiras de Eucalipto. Concluiu-se que o uso do PIV com pontos definidos na superfície do material foi capaz de monitorar o deslocamento da madeira sob ensaio de flexão estática e apresenta vantagens em relação a outros tipos de partículas como o *sunset laser* e pigmentação com *spray* de tinta.
PALAVRAS-CHAVE: Ensaios não-destrutivos, Propriedades, Madeira.

STATIC BENDING ANALYSIS IN WOOD FROM THE PARTICLE IMAGE VELOCIMETRY (PIV) METHOD USING DEFINED POINTS AS PARTICLES.

ABSTRACT: The knowledge of the properties of any material is of fundamental importance before the utilization in some activity. It is known that the study of materials with anisotropic behavior is more complex than isotropic and homogeneous materials. Thus, materials such as wood, require tests to consider all its features and particularities of their behavior when they are requested to efforts. The conventional assay techniques are usually not able to detect such anisotropic behavior, thereby it is necessary to develop testing tools, especially non-destructive techniques. A potential non-destructive testing tool for the analysis of the characteristics of the wood is the “Particle Images Velocimetry” (PIV) technique, particularly

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

in monitoring displacements. This study aims to evaluate the use of PIV with defined points in the specimen surface in bending test in Eucalyptus woods. It was concluded that the use of PIV with defined points on the surface of the material has been able to monitor the displacements of the timber under static bending test and has advantages over other types of particles such as sunset laser and pigmentation with spray paint.
KEYWORDS: Non-destructive testing, Properties, Wood.

INTRODUÇÃO

Desde o início da atividade humana, a utilização da madeira em diversos tipos de aplicações sempre ocorreu de forma intensiva. O desenvolvimento tecnológico deste material se deu basicamente com a industrialização ao redor do mundo, tornando o material madeira cada vez mais confiável para aplicação em situações que demandam segurança.

Com o crescimento populacional e principalmente a escassez de alguns tipos não renováveis de matéria prima, ocorrerá certamente um aumento no consumo da madeira. Isto se deve ao fato de que este material pode ser aplicado em diversos tipos de situações como por exemplo servindo de recurso energético (lenha) e na composição de estruturas em edificações (vigas, pilares, fechamentos, etc). Desta forma, a produção e manuseio desse material é de suma importância para que sua utilização seja adequada independente de onde e como o material madeira será aplicado.

Além da falta de matéria-prima, a variabilidade da qualidade encontrada na madeira, é um fator importante que pode interferir na escolha deste material já que, pode não atender os padrões exigidos por este tipo de material (SHIMOYAMA et al 2005).

A madeira é um material descrito como heterogêneo, pois possui diferentes tipos de células em sua composição e uma estrutura celular muito complexa, anisotrópico, pois responde de forma diferente dependendo do plano de corte em que os esforços são solicitados e ainda higroscópica, porque tem capacidade de trocar água com o ambiente de acordo com as condições climáticas.

A utilização da madeira está condicionada na alta variedade que essa matéria-prima possui, ou seja, a madeira pode apresentar variação entre diferentes espécies, dentro de uma mesma espécie ou até em um mesmo indivíduo. Devido a esse fato, o emprego da madeira em estruturas construtivas está condicionado à classificação das espécies.

De acordo com Evans et al. (2000) as propriedades mecânicas da madeira dependem diretamente de alguns fatores como a densidade básica, a porcentagem de madeira juvenil, a largura dos anéis, o ângulo das microfibrilas, a inclinação da grã, a quantidade de extrativos, o teor de umidade, a vulnerabilidade ao ataque de insetos, o tipo, a localização e quantidade de nós, dentre outros.

As propriedades físicas (teor de água, densidade, retratibilidade, resistência ao fogo, etc) e mecânicas da madeira (resistência à compressão paralela às fibras, resistência à compressão normal às fibras, resistência à tração paralela às fibras, resistência ao cisalhamento, resistência à torção, resistência à flexão, módulo de elasticidade, embutimento, entre outros) são as mais importantes relativas ao uso estrutural (GESUALDO, 2003). Desta forma, torna-se essencial o conhecimento de todas essas características para que este material seja utilizado de maneira adequada e sua vida útil seja prolongada.

A determinação de tais propriedades pode ocorrer a partir de ensaio de flexão estática. No ensaio de flexão com a máquina de ensaio universal, segundo a ASTM–D143-94 1995, o corpo de prova fica apoiado nas extremidades e então é exercido uma carga no centro do corpo de prova para provocar a flexão no mesmo.

Utiliza-se na maioria das vezes os chamados métodos convencionais de ensaios para a determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira. Estes métodos de ensaio são aqueles já consagrados e normatizados, onde o objeto em análise é destruído e descartado, sua execução é geralmente mais demorada e com custo elevado.

No entanto, existem, ainda, os Ensaios Não Destrutivos (END's), que agregam outros valores aos ensaios, como a ausência de contato com o material ensaiado, menor custo e rapidez.

Os END's são aqueles que utilizam como principio de funcionamento alguns conceitos físicos elementares. Podem verificar o interior do material analisando se ocorre ou não presença de fissuras, descontinuidades ou defeitos, sem que ocorra alteração de suas características físicas, químicas, mecânicas ou dimensionais e ainda não interferir em seu uso posterior. O ultrassom, a radiografia, a análise de vibrações e a emissão acústica, técnicas ópticas, dentre outros, são atualmente os END`s mais utilizados.

Segundo BUCUR (1995), os métodos não destrutivos de ensaio tem a função de detectar falhas internas de fabricação que ocorrem nos materiais homogêneos e isotrópicos como os aços, plásticos e materiais cerâmicos. Em relação à madeira, tais irregularidades são intrínsecas do material. Desta forma, nos materiais heterogêneos e anisotrópicos, os END`s podem avaliar a influencia da estrutura interna nas propriedades físicas e mecânicas do material.

A avaliação não destrutiva é uma importante ferramenta de controle, podendo ser utilizada diretamente na indústria com o objetivo de caracterizar o material madeira e com isso melhorar a qualidade e proporcionar mais uniformidade das propriedades desta matéria prima e seus subprodutos (ERIKSON et al., 2000).

Mesmo com a existência de um grande número de métodos de análise não destrutiva, ainda encontra-se certa dificuldade em alguns casos de compreender o comportamento de um corpo submetido a esforços mecânicos. Desta forma, justifica-se a busca por novos métodos não destrutivos de ensaios capazes de suprir esta carência.

Segundo Wang et al. (2007), é de extrema importância a busca de uma metodologia consistente de avaliação não-destrutiva com capacidade de determinar com eficácia as características e propriedades intrínsecas da madeira.

Com o avanço das técnicas ópticas e das metodologias de análise das imagens, é possível a construção de metodologias cada vez mais específicas para atender às diversas demandas de análises de materiais complexos, como a madeira.

Para a análise e caracterização da madeira de Eucalipto deste trabalho, empregou-se a técnica conhecida como velocimetria por imagem de partículas, também amplamente referida por sua terminologia em inglês *particle image velocimetry*, ou mesmo pela sigla que representa essa terminologia, PIV.

Esta metodologia foi empregada *a priori* em áreas como a da medição de fluxo de partículas. A metodologia PIV pode também ser aplicada em materiais sólidos e auxiliar na medição de deformações e deslocamentos dos mesmos quando solicitados a esforços. Souza (2003), utilizou o *laser* HE-Ne associada à técnica *sunset laser* para iluminar a superfície de corpos de prova de madeira de *Pinus* em ensaio de flexão estática. Slominski (2007) *et al.* Em

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

seu trabalho sobre fluxo de material granular em silos, utilizou como marcadores para a aplicação do método PIV os próprios grãos de areia que faziam o papel de material granular no ensaio. O método PIV foi ainda utilizado para verificação de deformações em ensaio de flexão em madeiras com presença de nós (PEREIRA, 2014) e isentas de imperfeições (SOUZA, 2013) e em pilares de aço sob compressão (RODRIGUES, 2015).

Para a utilização do método PIV, é necessário que no corpo em estudo sejam observados grãos ou marcadores localizados na superfície da amostra e são essenciais para a execução de todo o processo de análise. A iluminação da superfície do material com *laser* He-Ne, é um dos pricipais tipos de marcadores ou geradores de grão no material. Entretanto, os pontos gerados no material por meio desta metodologia não são concretos, ou seja, não são gravados fisicamente no material o que dificulta a análise e a comprovação da precisão e acurácia da medição.

Tendo em vista as dificuldades e limitações da aplicação da técnica PIV associado à iluminação da superfície do material com *laser* He-Ne, torna-se necessário a busca por marcadores que proporcionem confiabilidade nos resultados obtidos. Este trabalho propõe a utilização de pontos definidos e igualmente espaçados, marcados com tinta no material a ser ensaiado.

Este trabalho justifica-se pelo fato de que muita das vezes não é possível ensaiar certos objeto em laboratório, ou ainda, em certos casos há restrições quanto ao uso das técnicas convencionais de ensaio. Neste caso utiliza-se técnicas alternativas ou não-convencionais de ensaio, como é o caso do PIV.

O objetivo deste trabalho é demonstrar a eficácia da técnica *particle image velocimetry* (PIV) para mensurar deslocamentos, identificar e predizer padrões de ruptura nos corpos de prova estudados.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo o estudo e a aplicação do PIV (Particle Image Velocimetry) a partir da demarcação com tinta de pontos definidos e igualmente espaçados na superfície do material para quantificar e mapear os deslocamentos pontuais que ocorrem em madeira de Eucalipto, quando solicitada a esforços de flexão estática.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Desenvolvimento de Instrumentação Aplicada à Agropecuária (CEDIA) no Departamento de Engenharia (DEG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

No experimento foram utilizados 5 corpos de prova de madeira da espécie *Eucalyptus grandis,* isento de defeitos, nós ou descontinuidade das fibras. Os corpos de prova foram fabricados de acordo com a norma ASTM–D143-94 1995 com as dimensões de 2,5 x 2,5 x 41 cm.

Para os ensaios, foram utilizados uma câmera fotográfica digital de alta resolução, marca CANON Rabel t3, jogo de lentes para melhor ajuste do foco e zoom, caneta de retro projetor e régua. Além destes materiais, foi necessário a utilização de um equipamento de testes para a execução do ensaio de flexão estática.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Na superfície dos corpos de prova foram adicionadas pontuações com caneta de retroprojetor ponta fina. O espaçamento entre pontos foi de 2,5 mm na horizontal e também na vertical, conforme Figura 1.

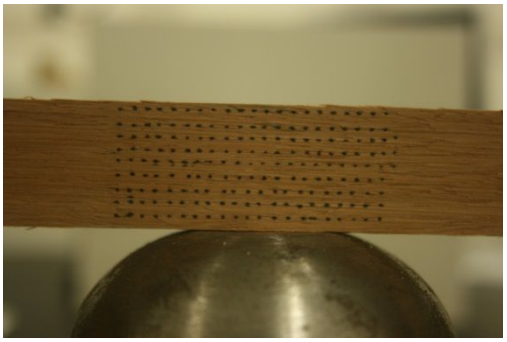


Figura 1: Corpo de prova com pontuações para aplicação do PIV. Fonte: Acervo próprio.

A espécie *Eucalyptus grandis* foi utilizada neste experimento devido sua grande aplicação nas estruturas de madeira presente nas edificações.

Ensaio de flexão estática

O ensaio de flexão estático foi conduzido de acordo com a norma ASTM–D143-94 1995 e a partir do mesmo é possível obter informações como módulo de elasticidade (E) e módulo de ruptura (MOR) do objeto em estudo. No entanto, o ensaio feito neste trabalho teve que ser adaptado às condições de execução do método PIV. Como o método PIV trabalha com o deslocamento dos grãos do material, é necessário que a área em estudo não se movimente. Neste caso o ponto de aplicação de carga no ensaio de flexão estática foi invertido e se tornou o ponto de apoio, enquanto os dois pontos de apoio se tornaram agentes de aplicação de carga. A Figura 2 exemplifica a adaptação do ensaio de flexão estática.

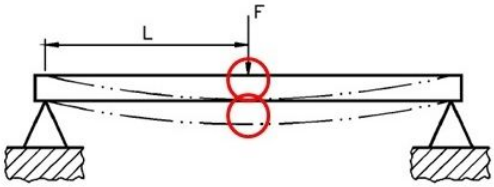


Figura 2a: Método convencional. Fonte: Google imagens.

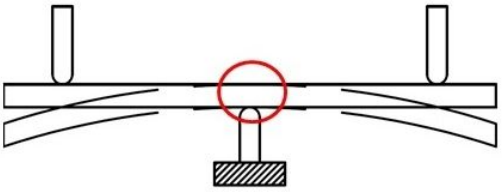


Figura 2b: Adaptação do ensaio para o método PIV. Fonte: Acervo próprio.

PIV

O processo de aplicação do método PIV utilizando os pontos definidos marcados na superfície dos corpos de prova, consiste na identificação por meio da metodologia PIV, do deslocamento dos pontos (grãos) no decorrer dos ensaios de flexão estática. É imprescindível que a câmera fotográfica seja posicionada perpendicularmente à superfície analisada do corpo de prova. É importante também a imagem seja nítida e que os grãos tenham um bom contraste em relação ao restante da imagem.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

O processo completo pode ser resumido nos seguintes passos:

- Subdividir a imagem em células de interrogação;
- Calcular o campo de intensidade no tempo de t+Δt para uma célula de interrogação;
- Calcular a correlação entre imagens a partir dos campos de intensidade;
- Repetir o processo para cada célula de interrogação.

É então iniciado o ensaio e capturadas as imagens em um intervalo regular de tempo (20s). Não é exercida carga sobre a primeira imagem capturada para servir de testemunha para as posteriores. Após a captura das imagens, as mesmas foram trabalhadas no *Software Image J* (Livre) com o intuito de trabalhar apenas com a área de interesse (tamanho). Foi empregado também a ferramenta *Threshold,* que auxilia para obtenção de um maior contraste entre os grãos e o restante da imagem, Conforme Figura 3.

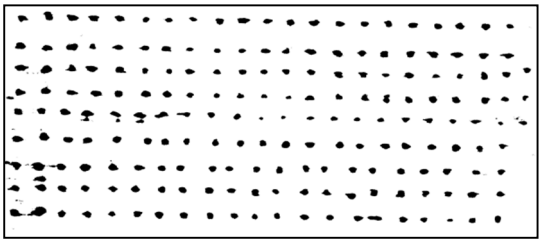


Figura 3: *Threshold* aplicado na imagem original. Fonte: Acervo próprio.

Para o processamento das imagens, utilizou-se o Software Matlab (A Universidade Federal de Lavras possui licença para a utilização deste software e permite o uso do mesmo para pesquisas científicas) com o script do método PIV para rodar as imagens capturadas e tratadas anteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da metodologia PIV é possível obter graficamente vetores que representam o deslocamento de cada grão presente na superfície da madeira. Observa-se na Figura 4 a sequência gráfica do deslocamento dos grãos no decorrer do ensaio.

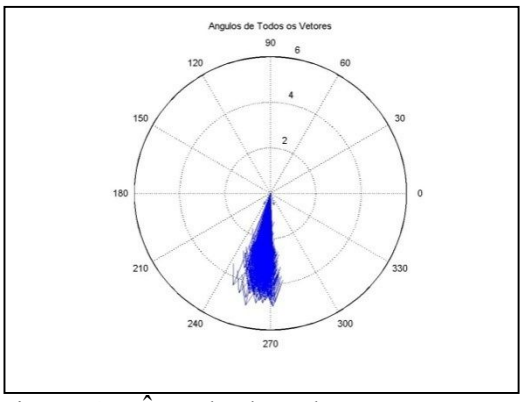


Figura 4a: Ângulo de todos os vetores no

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

início do ensaio.

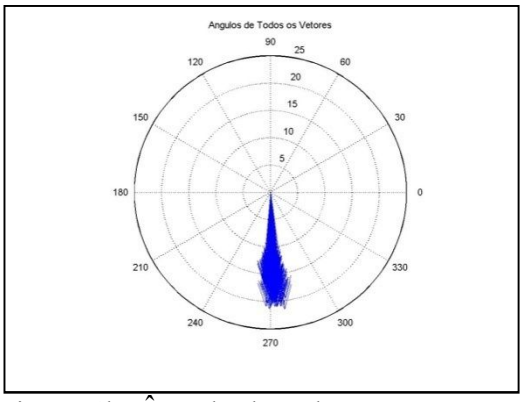


Figura 4b: Ângulo de todos os vetores na metade do ensaio.

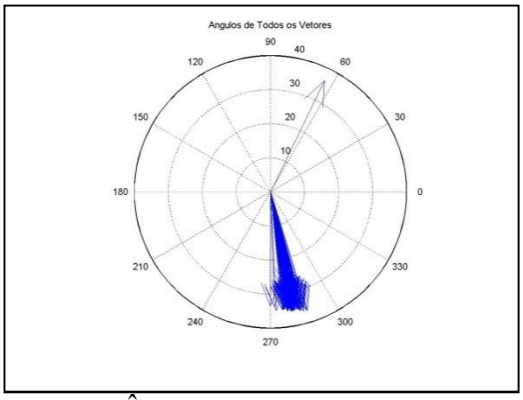


Figura 4c: Ângulo de todos os vetores onde ocorre o início de perda de correlação entre os grãos.

Observa-se na Figura 4a que os vetores correspondentes aos grão presentes na madeira estão apontando para baixo, mais especificamente próximo ao ângulo de 270º. Seu deslocamento gira em torno de 4 (dado pela escala gráfica do método PIV). Na Figura 4b, o mesmo comportamento é encontrado, entretanto nota-se um maior deslocamento, próximo a 20. Por fim, na Figura 4c é notório que o posicionamento de um dos vetores difere bastante dos demais. Este comportamento pode ser explicado pela perda de correlação entre diferentes imagens, ou seja, o corpo de prova tem uma grande deformação e as imagens consecutivas não conseguem manter uma correlação de deslocamento entre um mesmo grão no decorrer do ensaio. Desta forma infere-se que o material inicia seu processo de ruptura.

Em trabalhos recentes utilizando a técnica PIV com diferentes tipos de marcadores como *Sunset laser* (SOUZA, 2013), *Spray* de tinta e *Sunset laser* (PEREIRA, 2014) e pontos definidos aplicados em pilares (RODRIGUES, 2015), observou-se resultados semelhantes relativos à aplicação da técnica de velocimetria por imagem de partículas (PIV).

CONCLUSÃO

Concluiu-se com o presente trabalho que a utilização da metodologia PIV associada aos pontos definidos como marcadores foi satisfatória.

Mesmo com características de análise qualitativa, este trabalho apresentou indícios de que a técnica PIV com pontos definidos na superfície do material responde de mneira adequada na medição de, já que a escala de deslocamentos demonstrou no decorrer do ensaio resultados coerentes com a realidade.

Este é um estudo de caráter preliminar, no entanto é possível vislumbrar sua aplicação em situações que demandam mão de obra especializada e altos custo de execução, como por exemplo o monitoramento de pontes e edificações sujeitas à deformações durante sua vida útil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM. American Society for Testing and Materials. (1995). Standard methods of testing small clear specimens of timber: ASTM D143 – 94. Philadelphia, PA.

BUCUR, V., 1995, “Acoustics of wood.” New York, CRC Press Inc.

ERIKSON, R. G. et al., 2000, “Mechanical grading of lumber sawn from small-diameter lodgepole pine, ponderosa pine and grand fir trees from northern Idaho.” Forest Products Journal. V. 50, n. 7/8, p.59-65.

EVANS, J.L.W.; SENFT, J. F.; GREEN, D. W. Juvenile wood effect in red alder: analysis of physical and mechanical data to delineate juvenile and mature wood zones. Forest Products Journal, v.50, n.7/8, p.75-87, 2000.

GESUALDO, Francisco A. Romero. Estruturas de Madeira. Diponível em: http://www. feciv. ufu. br/docentes/francisco/franscisco. htm, 2003. Data de acesso: 15 dez. 2013.

PEREIRA, R. A. Análise de esforços de flexão estática em madeira (Pinus Taeda) pelo método de velocimetria por imagem de partículas. 2014. 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Construções Rurais e ambiência) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

RIBEIRO, P. G. (2009). Utilização de Técnicas Não Destrutivas para Caracterização de Madeiras de *Pinus caribaea* Var. *hondurensis* e de *Eucalyptus grandis*. **Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal**. Publicação: EFL M – 119/2009. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 114 p.

RODRIGUES, Maykmiller Carvalho. Estudo de flambagem em colunas utilizando a técnica de velocimetria por imagens de partículas (PIV) / Maykmiller Carvalho Rodrigues. – Lavras : UFLA, 2015. 75 p. : il. **Dissertação (mestrado)** – Universidade Federal de Lavras, 2015.

SHIMOYAMA, V. R. S. Estimativas de propriedades da madeira de *Pinus taeda* através do método não destrutivo emissão de ondas de tensão, visando a geração de produtos de alto valor agregado. **Tese de (Doutorado)** – Universidade Federal do Paraná, 2005.

SLOMINSKI, Cezary; NIEDOSTATKIEWICZ, Maciej; TEJCHMAN, Jacek. Application of particle image velocimetry (PIV) for deformation measurement during granular silo flow. **Powder Technology**, v. 173, n. 1, p. 1-18, 2007.

SOUZA, Tomé Moreira de. Análise do mecanismo de ruptura em flexão estática em madeira por meio da técnica de velocimetria por imagem de partículas / Tomé Moreira de Souza. – Lavras : UFLA, 2013. 85 p. : il. **Tese (doutorado)** – Universidade Federal de Lavras, 2013.

WANG, X.; CARTER, P.; ROSS, R.J.; BRASHAW. Acoustic assessment of wood quality of raw forest materials – a path to increased profitability. Forest Products Journal, Madison, v.57, n.5, p.6-14, 2007.

AGRADECIMENTOS

À Capes, CNPq, FAPEMIG e Universidade Federal de Lavras (UFLA) por acreditar e apoiar nós pesquisadores.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE DE PRECISÃO DAS ESTIMATIVAS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIAL DERIVADAS DO SENSOR ORBITAL TRMM PARA LAVRAS, MG

UILSON RICARDO VENÂNCIO AIRES[1], JOSÉ DE OLIVEIRA MELO NETO[2], GUSTAVO ALVES PEREIRA[3], ANDRÉ FERREIRA RODRIGUES[4], CARLOS ROGÉRIO DE MELLO[5]

[1] Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35) 9161-2562, uvaires@gmail.com
[2] Doutorando Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[3] Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[4] Graduando Eng. Ambiental e Sanitária, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[5] Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A medição da precipitação no Brasil ocorre prioritariamente através de estações terrestres convencionais. Desta forma, a obtenção de dados de precipitação estão restritos a regiões que possuem monitoramento, sendo necessário aplicação de modelos estatísticos para a estimação em áreas que não possuem monitoramento. Porém estes modelos exigem várias condições de contorno que limitam a sua aplicação. Com isso, o objetivo deste trabalho foi verificar a precisão da estimativas de precipitação derivadas do sensor orbital TRMM para Lavras, MG. Este sensor permite obter dados de precipitação pluvial com uma resolução espacial de 28 km x 28 km e resolução temporal em escala mensal desde o ano de 2000 para qualquer coordenada geográfica situada na américa do sul. Para calibração dos valores do sensor foi utilizado dados pontuais da estação meteorológica da rede monitoramento do INMET, localizada em Lavras, MG. A série de dados empregada possui um período de análise de 10 anos (2000/2009). Para análise de correlação entre os dados das estações terrestre e as informações orbitais foram aplicados os coeficientes de Wilmott, Determinação, Correlação, PBias e Erro Médio Absoluto. Foi obtido uma boa precisão entre os dados estimados e os observados, com um coeficiente de determinação de 0,90 e de correlação de 0,98.
PALAVRAS–CHAVE: Estatística de precisão, medição da precipitação, estações meteorológicas.

ANALYSIS OF THE ACCURACY OF PRECIPITATION ESTIMATES DERIVED FROM THE ORBITAL SENSOR TRMM FOR LAVRAS, MG

ABSTRACT: The measurement of rainfall in Brazil occurs primarily through conventional ground stations. Thus, the obtainment of the precipitation data are restricted to regions that have monitoring, It requere the application of statistical models to estimate in areas that do not have monitoring. However, these models require several boundary conditions which limit their application. Thus, the aim of this study was to verify the accuracy of the precipitation estimates derived by the orbital sensor TRMM for Lavras, MG. This sensor allows to obtain rainfall data with a spatial resolution of 28 km x 28 km and temporal resolution in monthly

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

scale since the year 2000 to any geographic coordinate located in South America. For calibration of the sensor values it was used point data of the meteorological station of monitoring network of INMET, located in Lavras, MG. The serie of data used has a 10-year analysis period (2000/2009). For correlation analysis between data from terrestrial stations and orbital information it was applied Wilmott coefficients, Determination, Correlation, PBias and Middle Absolute Error. A good accuracy was obtained between the estimated and observed data, with a coefficient of determination of 0.90 and correlation of 0.98.
KEYWORDS: Precision statistics, precipitation measurement, weather stations

INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos mais importante do ciclo hidrológico e tem influência direta em diversas atividades humana, tais como o dimensionamento de obras hidráulicas, planejamento agrícola, e abastecimento hídrico de cidades (ARAUJO et. al, 2001). O entendimento do regime pluvial de uma região permite conhecer a intensidade e frequência de ocorrência de chuvas que podem provocar efeitos prejudiciais (CARVALHO; DANTAS e CASTRO NETO, 2010), produzindo perdas materiais e vidas humanas, onde se destacam a erosão, o transporte de sedimentos, deslizamentos de terra e inundações, pois as taxas de escoamento superficial direto, infiltração de água no solo e o potencial erosivo estão diretamente relacionados com o regime pluviométrico (MELLO e SILVA, 2013).

No entanto, o monitoramento da precipitação pluvial no Brasil ocorre, prioritariamente, através de estações terrestres convencionais que integram as redes de monitoramento dos principais centros de pesquisa do país. Atrelado a isso, a obtenção dos dados de precipitação está restrita aos locais monitorados, sendo necessária a aplicação de métodos estatísticos para a espacialização da precipitação pluvial (MELO NETO, 2012).

Os dados monitorados muitas vezes apresentam falhas que podem inviabilizar a utilização da série (OLIVEIRA et al., 2010).

Neste contexto, a utilização de sensores orbitais pode ser de grande auxilio para contornar estas dificuldades de monitoramento, pois através de sensoriamento remoto é possível estimar os totais precipitados em determinada região (PEREIRA et al., 2013). A utilização do sensoriamento remoto consiste na obtenção de dados que apresentam uma distância considerável entre o sensor e o objeto em estudo. Estes sensores estão, de maneira geral, situados em plataformas aéreas ou espaciais (PACA, 2008).

Dentre os sensores orbitais existentes, o TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*), laçado em 1990, permite obter dados de precipitação pluvial com uma resolução espacial de 28 x 28 km e resolução temporal em escala mensal desde o ano 1997 (PEREIRA et al., 2013). O TRMM é formado por diversos produtos de estimativas de chuvas, cujo o objetivo é o melhoramento da medição da precipitação por sensoriamento remoto (SODRÉ et al., 2012). No entanto, se faz necessário a aplicação de metodologias que visam validar estas séries temporais de dados de sensor remoto em relação aos dados registrados em estações terrestres.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a acurácia dos dados de precipitação estimados pelo satélite TRMM através de comparação com dados de superfície medidos através de estação meteorológica da rede de monitoramento oficial do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o Município de Lavras, MG.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

O Município de Lavras, MG, se estende por 564,5 km², apresenta regime pluvial com dois períodos bem definidos, um chuvoso, no verão, e outro seco, no inverno. A estação meteorológica que contem a base de dados deste estudo está localizada nas coordenadas de latitude -21°13' e longitude -45°58'.

Para a calibração dos dados do sensor TRMM foi utilizada uma série histórica de médias mensais de precipitação, com período de observação de 10 anos (2000 a 2009), pertencente à rede de monitoramento do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As séries temporais de precipitação medidas pelo TRMM utilizadas neste estudo foram obtidas no Laboratório de Sensoriamento Remoto Aplicado a Agricultura e Floresta (LAF), através da ferramenta Series View, que possibilita a visualização instantânea de séries temporais derivadas de sensoriamento remoto.

Na análise de correlação entre os dados das estações terrestre e as informações orbitais foram aplicados os coeficientes de Wilmott, Determinação, Correlação, Pbias e Erro Médio Absoluto.

O índice de concordância (d) de Wilmott é empregado para identificar o grau de concordância entre o valor observado e sua estimativa, em que d=1 indica concordância perfeita e d=0 indica ausência de concordância entre os dados comparados, este índice é dados pela equação 1.

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(E_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(|E_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2}\right] \quad (1)$$

Em que d é o índice de concordância, Ō é a média dos valores observados, Oi representa os dados observados e Ei os valores estimados.

O coeficiente de determinação (r²) representa a parcela que a equação de ajuste dos dados consegue explicar da variável total dependente y, conforme equação 2.

$$R^2 = \frac{\sigma_y^2 - \sigma_{y.x}^2}{\sigma_y^2} \quad (2)$$

Em que σ_y^2 é a variância de y e σ_(y.x)^2 é a variância residual ou de regressão dos erros.

O coeficiente de correlação (r) indica o grau de dispersão dos valores obtidos em relação à função de ajustamento. Os valores deste coeficiente variam entre -1 e 1, em que uma correlação próxima de zero indica que as duas variáveis não estão relacionadas. O coeficiente de correlação pode ser obtido através da equação 3.

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad (3)$$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

O índice de Pbias (porcentagem da diagonal) é utilizado para medir a tendência média dos dados simulados para serem maiores ou menores que os valores observados. O índice Pbias pode ser obtido através da equação 4.

$$Pbias = \sum_{i=1}^{n} \frac{(O_i - S_i)^2}{\sum_{i=1}^{n} O_i} * 100 \quad (4)$$

Em que *n* é o número de dados medidos; O_i e S_i são dados observados e estimados respectivamente, no tempo i; $\bar{O}$ é a média dos valores medidos.

O erro médio absoluto mede o afastamento médio das estimativas em relação aos valores observados, e se constitui na média dos erros da estimativa. Este pode ser obtido através da equação 5.

$$EMA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} |Z^*(x_i) - z(x)| \quad (5)$$

O Erro médio absoluto (EMA), Z (xi) é o valor observado na posição i, Z*(xi) é o valor de interpolação na posição i e n é o tamanho da amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de estatística de precisão entre os valores observados na estação terrestre e dos valores estimados pelo TRMM. Os resultados obtidos, podem ser analisados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado da estatística de precisão entre os dados observados e os valores estimados

Índice	Valores obtidos
d	0,98
EMA (mm)	29,4
Pbias (%)	7,95
r	0,95
R^2	0,89

Observa-se-se que existe concordância entre os valores observados e estimados, para Lavras, MG, pois nota-se que o índice de Wilmott (d), apresentou valores próximos a 1. O mesmo ocorre com o Erro Médio Absoluto (EMA), que apresentou um erro médio de 29,4 mm.

O índice Pbias também apresenta valores aceitáveis. Com base neste índice, percebe-se que os dados estimados pelo TRMM geram uma superestima em relação aos valores observados.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Para o coeficiente de correlação (r), foi encontrado um valor satisfatório, com um índice de 0,95 o que indica a existência de correlação entre os valores observados e os estimados.

Na Figura 1 pode ser observado a disposição dos dados estimados e observados na análise do coeficiente de determinação (R^2).

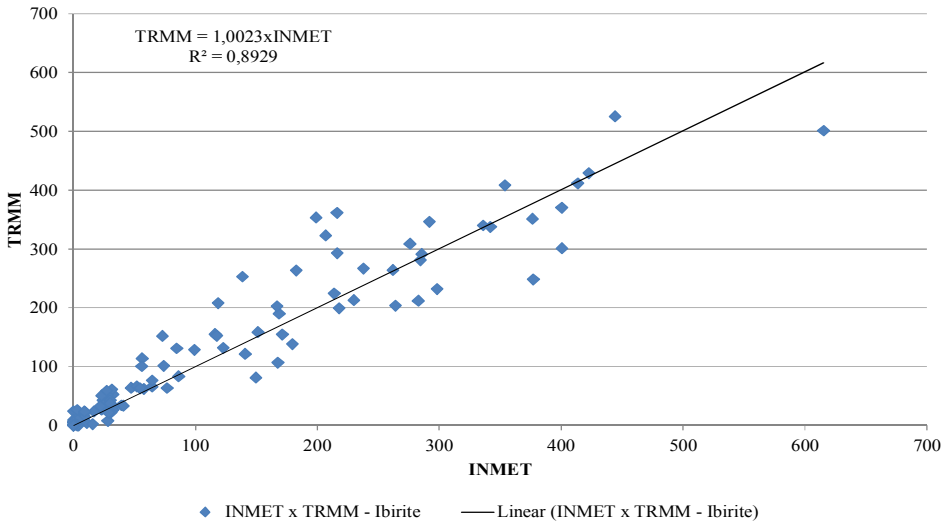


Figura 1 - Ajuste dos dados de precipitação para a estação de Lavras

O coeficiente de determinação também apresentou um valor aceitável, onde a equação de ajuste dos dados consegue explicar a variável independente y (TRMM) em 89% dos dados, o que indica que as duas variáveis estão bem relacionadas.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a utilização das estimativas de precipitação derivadas do sensor TRMM se configura uma opção para localidades que não possuem rede de monitoramento. Como pode ser analisado através da estatística de precisão, os dados estimados apresentam correlação com os dados observados.

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem a FAPEMIG pela concessão de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, W. F.; JUNIOR, A. S. A; MEDEIROS, R. D.; SAMPAIO, R. A. Precipitação pluviométrica mensal Precipitação pluviométrica mensal Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** Campina Grande, v. 5, n. 3, p.563-567, maio 2001.

CARVALHO, L. G.; DANTAS, A. A. A.; CASTRO NETO, P. Precipitação. In: CARVALHO, L. G.; DANTAS, A. A. A.; CASTRO NETO, P. **GNE 109 Agrometeorologia.** Lavras: Ufla, 2010. p. 173-180.

MELO NETO, J. O. **Análise de sensibilidade escalar do modelo hidrológico SWAT.** 2013. 149 f. Dissertação (Mestrado) em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012

MELLO, C. R.; SILVA, A. M. Precipitação. In: MELLO, C. R.; SILVA, A. M. **Hidrologia:** Princípios e aplicações em sistemas agrícolas. Lavras: Ufla, 2013. p. 163-247.

OLIVEIRA, L. F. C.; FIOREZE, A. P.; MEDEIROS, A. M. M.; SILVA, M. A. S. Comparação de metodologias de preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação pluvial anua. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 11, p.1186-1192, ago. 2010.

PACA, V. H. M. **Análise de Informações Satelitais e Dados Convencionais da Rede Pluvio-Fluviométrica como Contribuição à Modelagem Hidrológica na Região Amazônica - Estudo de Caso:** Bacia do Rio Guamá, Pará. 2008. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

PEREIRA, G.; SILVA, M. E. S.; MORAES, E. C.;CARDOZO, F. S. Avaliação dos Dados de Precipitação Estimados pelo Satélite TRMM para o Brasil. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos,** v. 18, n. 3, p.139-148, set. 2013.

SODRÉ, G.; BORGES, L.; VENTURA, J; MELLO, F. Análise Quantitativa e Qualitativa Horária de Dados do Radar, TRMM e Estações Meteorológicas na Região Amazônica. **Revista Brasileira de Geografia Física,** v. 6, n. 1, p.110-117, dez. 2012

WANDERLEY, H. S.; AMORIM, R. F. C.; CARVALHO, F. O. Variabilidade Espacial e Preenchimento de Falhas de Dados Pluviométricos para o Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia,** v. 27, n. 3, p.347-353, maio 2012.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE DO MOMENTO DE RUPTURA DAS FIBRAS DE MADEIRA DE PINUS EM ENSAIO DE FLEXÃO ESTÁTICA OBSERVADOS PELO MÉTODO DA VELOCIMETRIA POR IMAGEM DE PARTÍCULAS E PELA MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAIOS.

RODRIGO ALLAN PEREIRA [1], FRANCISCO CARLOS GOMES [2], ROBERTO ALVES BRAGA JÚNIOR[3], ELLEM WALESKA NASCIMENTO DA FONSECA CONTADO[4], MARIANA DE OLIVEIRA E SILVA[5], LUDMILA MAGALHÃES[6]

[1] Engo Agrícola, Doutorando Engª Agrícola Prof. Assistente DEG/UFLA , Fone: (035) 91294080, rallap.ufla@yahoo.com.br
2 Prof. Doutor, DEG/UFLA, fcgomes@ufla.deg.br
3 Prof. Doutor, DEG/UFLA, robbraga@ufla.deg.br
4 Phd em Engenharia Agrícola, ellem.waleska@gmail.com
5 Doutoranda em Engenharia Agrícola, DEG/UFLA, marianaoesilva@gmail.com
6 Graduanda em Engenharia Agrícola – UFLA, mag.ludmila@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Para que o uso de qualquer material ocorra de maneira eficaz e segura, todas suas propriedades devem ser conhecidas e mensuradas. As propriedades e características de materiais como a madeira, geralmente são obtidos a partir de ensaios por meio de métodos convencionais. Tais métodos não demonstram de forma minimalista o que ocorre no material solicitado a esforços. Para isso, utliza-se os métodos de ensaios não-destrutivos, que são capazes de analisar em escala milimétrica o que ocorre na superfície do material. Entre estas ferramentas está o particle image velocimetry (PIV), um método de análise que utiliza imagens para descrever o que ocorre com o material ensaiado sem nenhum contato com o mesmo. Observou-se pelo método PIV que as fibras dos corpos de prova ensaiados entram em ruptura antes do observado nos resultados gerados pela máquina universal de ensaios.
PALAVRAS-CHAVES: flexão estática, madeira de pinus, PIV.

ANALYSIS OF RUPTURE MOMENT OF THE PINUS WOOD FIBERS IN STATIC BENDING TEST OBSERVED BY METHOD PARTICLE IMAGE VELOCIMETRY AND TESTING UNIVERSAL MACHINE .

ABSTRACT: for the use of any material occurs in a safe and effective way all their properties must be identified and measured. The properties and characteristics of materials such as wood are generally obtained from testing by conventional methods. Such methods do not demonstrate a minimalist way what is happening in the material prompted efforts. For this, we use the methods of non-destructive tests, which are able to analyze in millimeter scale what is happening on the surface of the material. Among these tools is the particle image velocimetry (PIV), a method of analysis that uses images to describe what happens to the material tested without any contact with it. It was observed by the PIV method that the fibers of the tested specimens get break before the observed in the results generated by the universal testing machine.
KEYWORDS: static bending, pinus wood, PIV.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

A madeira sempre foi um dos materiais mais utilizados pelo homem, a fim de satisfazer às suas mais diversas necessidades e seu uso baseado em informações empíricas. Com a industrialização, a sua utilização passou a contar com desenvolvimento tecnológico em todas as fases da produção e processamento.

De acordo com Ribeiro (2009), quanto mais desenvolvido economicamente e tecnologicamente um país, mais intensa é a utilização da madeira. A madeira deixou de ser apenas um tecido vegetal para ser também um recurso energético (lenha e carvão), matéria-prima da construção civil (tábua, vigas, ripas, parede, piso, telhado) e móveis em geral.

Além da falta de matéria-prima, outro fator que preocupa os consumidores é a variada qualidade da madeira produzida que, em geral, não atende aos padrões exigidos pelos produtos (SHIMOYAMA et al 2005).

Desta forma, torna-se indispensável o conhecimento a fundo das propriedades químicas, físicas e mecânicas.

Para usos estruturais as propriedades mais importantes são as físicas e mecânicas. Segundo Gesualdo (2003), basicamente, do ponto de vista estrutural, deve-se conhecer propriedades da madeira relativas às seguintes características: propriedades físicas da madeira, compressão paralela às fibras; compressão normal às fibras; tração paralela às fibras; cisalhamento; módulo de elasticidade; embutimento.

A determinação de tais propriedades geralmente ocorre a partir de ensaio de flexão estática. No ensaio de flexão com a máquina de ensaio universal, segundo a ASTM–D143-94 1995, o corpo de prova fica apoiado nas extremidades e então é exercida uma carga no centro do corpo de prova para provocar a flexão no mesmo.

A análise crítica dos materiais e a caracterização de suas propriedades na maioria das vezes são dadas a partir de ensaios envolvendo técnicas convencionais, como é o caso da máquina universal de ensaios. No entanto, utilizam-se cada vez mais, técnicas não convencionais de ensaios, que tem como vantagens baixo custo, rapidez nos resultados, maior aplicabilidade, possibilidade de execução em campo, facilidade de execução, entre outras.

Utilizou-se neste trabalho a técnica conhecida como velocimetria por imagem de partículas, também amplamente referida por sua terminologia em inglês *particle image velocimetry*, ou mesmo pela sigla que representa essa terminologia, PIV muito empregada em áreas como a da medição de fluxo de partículas, em particular utilizando o *laser* para iluminar as partículas injetadas no fluxo em estudo. O PIV é uma técnica óptica que não tem contato com o objeto em estudo.

Este trabalho justifica-se pela recorrente dificuldade ou impossibilidade de se ensaiar certos objetos em laboratório, ou ainda, em casos onde há restrições quanto ao uso das técnicas convencionais de ensaio. Neste caso utilizam-se técnicas alternativas ou não convencionais de ensaio, como é o caso do PIV.

O objetivo deste trabalho é demonstrar a eficácia da técnica *particle image velocimetry* (PIV) para mensurar deslocamentos, identificar e predizer padrões de ruptura nos corpos de prova estudados.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Centro de Desenvolvimento de Instrumentação Aplicada à Agropecuária (CEDIA) e no Laboratório de Resistência dos Materiais do departamento de engenharia (DEG), ambos da Universidade Federal de Lavras.

Os equipamentos do Laboratório de Resistência dos Materiais utilizados foram a máquina universal de ensaios mecânicos, paquímetro, balança de precisão e computador para aquisição de dados. Os equipamentos necessários para a execução do experimento, disponíveis no CEDIA, foram *laser* de He-Ne (632 nm e de 5 a 17 mW), câmara CCD digital e lente com filtro.

O experimento foi realizado utilizando-se 10 corpos de prova de madeira, espécie *Pinus Taeda*, dimensões 2,5 x 2,5 x 41,0 cm (ASTM–D143-94 1995), que foram iluminados na face radial que representa a altura do corpo de prova.

A espécie *Pinus Taeda* foi utilizada por ser uma das espécies mais empregadas na construção civil e nos mais variados usos.

Ensaio de flexão estática

O ensaio de flexão estática foi conduzido de acordo com a norma ASTM–D143-94 1995 e a partir do mesmo é possível obter informações como capacidade de deformação (MOE) e resistência (MOR) do objeto em estudo. No entanto, o ensaio feito neste trabalho foi adaptado às condições de execução do método PIV. Como o método PIV trabalha com o deslocamento dos grãos do material, é necessário que a área em estudo não se movimente. Neste caso o ponto de aplicação de carga no ensaio de flexão estática foi invertido e se tornou o ponto de apoio, enquanto os dois pontos de apoio se tornaram agentes de aplicação de carga.

PIV

O processo de aplicação do método PIV com o marcador *laser* He-Ne ocorre basicamente com o posicionamento do Laser He-Ne de forma com que seu feixe de luz ilumine paralelamente a superfície do corpo de prova simulando o por do sol em uma cadeia de montanhas, fenômeno tal denominado de *sunset laser*. As irregularidades na superfície do corpo de prova juntamente com o feixe de luz do laser, são os agentes criadores dos grãos na madeira. É necessário ainda que a câmera digital seja posicionada perpendicularmente ao centro do corpo de prova.

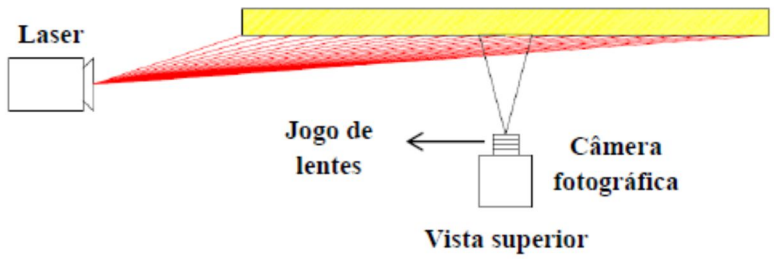


Fig. 3: *Set up* experimental do ensaio de flexão na máquina de ensaio universal
Fonte: SOUZA (2013).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

O processo completo pode ser resumido nos seguintes passos:

- Subdividir a imagem em células de interrogação;
- Calcular o campo de intensidade no tempo de t+Δt para uma célula de interrogação;
- Calcular a correlação entre imagens a partir dos campos de intensidade;
- Repetir o processo para cada célula de interrogação.

Inicia-se o ensaio e as imagens são capturadas em um intervalo regular de tempo (20s). Não é exercida carga sobre a primeira imagem capturada para servir de testemunha para as posteriores. Após a captura das imagens, as mesmas foram trabalhadas no *Software Image J* (Livre) com o intuito de trabalhar apenas com a área de interesse (tamanho) e transformar a imagens em matrizes de frequência RGB que favorecem a execução do processo. Utilizou-se a matriz de frequência *Green*, pois foi aquela que proporcionou os melhores resultados.

Para o processamento das imagens, utilizou-se o software Matlab (A Universidade Federal de Lavras possui licença para a utilização deste software e permite o uso do mesmo para pesquisas científicas) com o script do método PIV para rodar as imagens capturadas e tratadas anteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a descrição dos resultados obtidos será utilizado o corpo de prova número 5.

As figuras a seguir demonstram o ensaio sendo executado e as imagens capturadas nos tempos determinados.

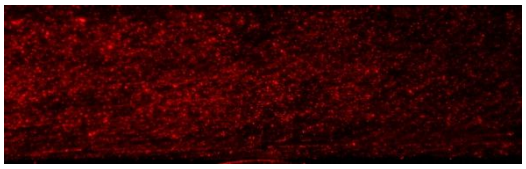


Fig. 1: Imagem 1 – sem carga (testemunha).

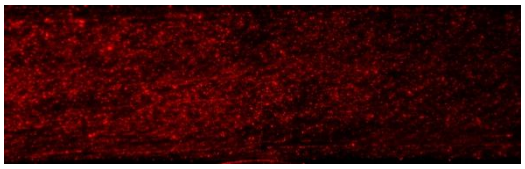


Fig. 2 : Imagem 4 – Capturada após 60s.

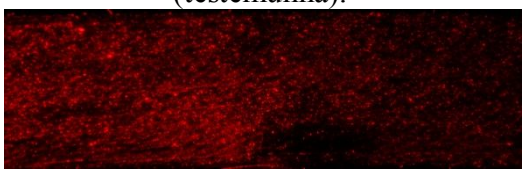


Fig. 3: Imagem 9 – Capturada após 160s.

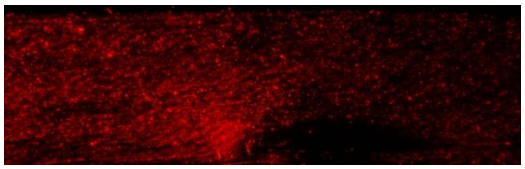


Fig. 4: Imagem 13 – Capturada após 280s.

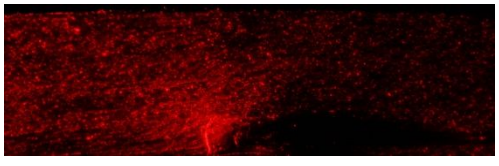


Fig. 5: Imagem 16 – Capturada após 240s.

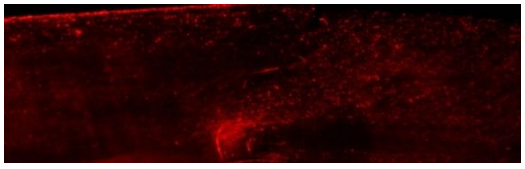


Fig. 6: Imagem 17 – Capturada após o rompimento total das fibras.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

As imagens anteriores mostram o ensaio sendo realizado e o deslocamento dos grãos do corpo de prova (obtidos a partir da iluminação do *laser* He-Ne). Observa-se ainda que na parte inferior da imagem, tem-se um padrão de ruptura pela compressão das fibras. Isto vem a confirmar o trabalho de Souza (2013), indicando o rompimento das fibras por compressão antes do rompimento por tração.

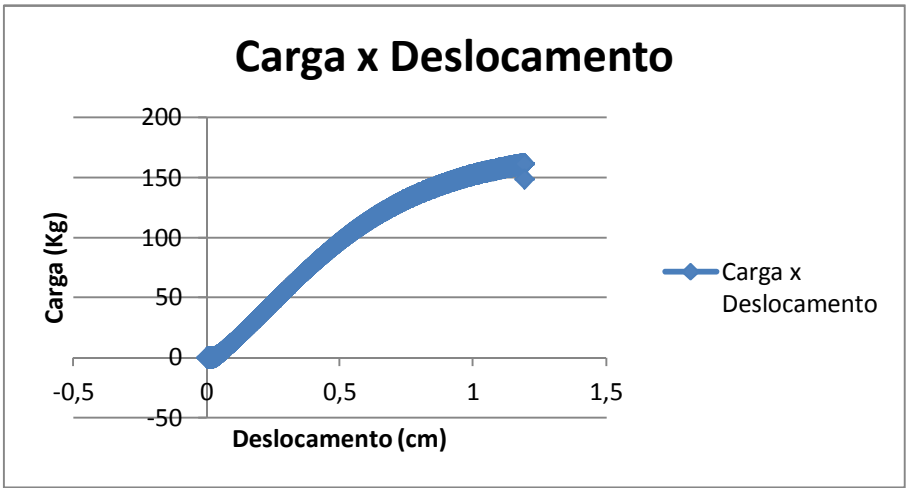


Fig. 7: Gráfico confeccionado com os dados fornecidos pela máquina universal de ensaios.

Os dados fornecidos pela máquina universal de ensaios permite a confecção do gráfico "Carga x Deformação" e por meio de cálculos foi atribuído para este corpo de prova Módulo de ruptura (MOR) 47,64 Mpa e Módulo de elasticidade (MOE) 4020,8 Mpa.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos verificou-se a eficácia de aplicação do método PIV com ótimos resultados e ainda a possibilidade de acompanhamento em tempo real do que ocorre com o objeto em estudo durante a realização do ensaio.

Outros trabalhos estão sendo realizados para que seja possível mensurar o deslocamento que ocorre nos corpos de prova sem a necessidade da máquina universal de ensaios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM. American Society for Testing and Materials. (1995). Standard methods of testing small clear specimens of timber: ASTM D143 – 94. Philadelphia, PA.

GESUALDO, Francisco A. Romero. Estruturas de Madeira. Diponível em: http://www. feciv. ufu. br/docentes/francisco/franscisco. htm, 2003. Data de acesso: 15 dez. 2013.

RIBEIRO, P. G. (2009). Utilização de Técnicas Não Destrutivas para Caracterização de Madeiras de *Pinus caribaea* Var. *hondurensis* e de *Eucalyptus grandis*. **Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal**. Publicação: EFL M – 119/2009. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 114 p.

SHIMOYAMA, V. R. S. Estimativas de propriedades da madeira de *Pinus taeda* através do método não destrutivo emissão de ondas de tensão, visando a geração de produtos de alto valor agregado. **Tese de (Doutorado)** – Universidade Federal do Paraná, 2005.

SOUZA, Tomé Moreira de. Análise do mecanismo de ruptura em flexão estática em madeira por meio da técnica de velocimetria por imagem de partículas / Tomé Moreira de Souza. – Lavras: UFLA, 2013. 85 p. : il. **Tese (doutorado)** – Universidade Federal de Lavras, 2013.

AGRADECIMENTOS

À Capes, CNPq, FAPEMIG e Universidade Federal de Lavras (UFLA) por acreditar e apoiar nós pesquisadores.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE ESPACIAL DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO MUNICÍPIO DE NAZARENO, MG

RAFAELA GUIMARÃES SILVA[1], MARCELO DE CARVALHO ALVES[2], REGIANE APARECIDA VILAS BÔAS[3], DANIEL FERNANDO DA COSTA PRADO[4], SORAYA ALVARENGA BOTELHO[5]

[1] Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, Universidade Federal de Lavras, telefone: (32) 9948-0790, e-mail: mgrafaelaguimaraes@yahoo.com.br
[2] Doutor em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, e-mail:marcelocarvalhoalves@gmail.com
[3] Doutora em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, e-mail: vilasboasfaria@gmail.com
[4]Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, e-mail: danfernando010@gmail.com
[5] Doutora em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, e-mail:sbotelho@dcf.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Uma análise espectral pode caracterizar espacialmente alvos pequenos, destacando densidade de vegetação ou solo exposto por meio de parâmetros metereológicos. Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi caracterizar espacialmente quatro Áreas de Preservação Permanente em diferentes estádios de conservação visando avaliar o uso e cobertura do solo. Foram utilizadas imagens de alta resolução espacial (RapidEye) do ano de 2011 e destas foram calculados os parâmetros SAVI e albedo do solo bem como para comparação foram realizadas visitas nas áreas de estudo. Com base nos resultados da análise espectral e de campo, observou-se que a APP1 era a mais conservada, apresentando maior densidade de vegetação, enquanto as outras foram caracterizadas como perturbada (APP2) e degradada (APP3 e APP4). Os maiores valores de SAVI se concentraram na área ocupada pela cobertura vegetal que variaram de acordo com a fitofisionomia e densidade da vegetação. Em contrapartida, valores altos de albedo do solo evidenciaram áreas de solo exposto, estradas e pastagens mal manejadas. Os dados coletados em campo corroboram com as informações obtidas da análise espectral e dos parâmetros metereológicos, sendo que a regeneração natural não foi detectada pelas imagens de alta resolução. O estudo mostrou que o uso de imagens de sensoriamento remoto de alta resolução espacial e parâmetros metereológicos são ótimas alternativas para o planejamento de estudos ambientais bem como análise do uso e cobertura do solo que auxiliem em tomadas de decisão.
PALAVRAS–CHAVE: APP, análise espectral.

SPATIAL ANALYSIS OF PERMANENT PRESERVATION AREAS OF NAZARENO, MG

ABSTRACT: A spectral analysis has been characterized small objects spatially, highlighting vegetation density or soil exposed by meteorological parameters. In this context, the aim of this study was characterizing spatially four Permanent Preservation Areas, in different conservation stages, assessing the land use and land cover (LULC). We were used high spatial resolution images (RapidEye) of the year 2011 and we calculated SAVI and ground albedo

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

parameters based in these images. We also visited the study areas. Based on the spectral and field results, we observed that the APP1was the most conserved with greater vegetation density, while other ones were characterized as disturbed (APP2) and degraded (APP3 and APP4). SAVI higher values were concentrated in the greencover according to the physiognomy and vegetation density. In contrast, we observed ground albedo higher values in soil exposed areas, roads and poor-managed pastures. The data collected in the field corroborated to the information obtained from spectral analysis and meteorological parameters, wherein the natural regeneration had not been detected by high-resolution images. The study showed that remote sensing high spatial resolution images and meteorological parameters are greater alternatives for planning of environmental studies and that shoul be sed in the land use and land cover analysis to decision-making.
KEYWORDS: APP, spectral analysis.

INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos, o sensoriamento remoto juntamente com os avanços das geotecnologias tem exercido um papel importante no entendimento de mudanças climáticas e monitoramento ambiental (LONGLEY, 2014).

De sensores remotos podem ser obtidas várias informações como: estimar índices de vegetação, balanço de energia, a emissividade da superfície, evapotranspiração, entre outros parâmetros (MOREIRA, 2005). A partir dos valores de radiância registrados pelo sensor no satélite, após correção geométrica e atmosférica, podem ser derivadas assinaturas de reflectância, a fim de quantificar as características biofísicas da cobertura vegetal (JI et al., 2014).

O estudo das características espectrais da cobertura vegetal são obtidas principalmente a partir de índices de vegetação e parâmetros metereológicos que são funções matemáticas entre bandas espectrais. Esses índices são usados para diferentes fins e são estimados com base numa variabilidade de alvos terrestres que podem subestimar ou superestimar os valores calculados, tais como: posição das folhas, a arquitetura do dossel, o substrato e presença de água (NOVO, 2011). Essas características da vegetação interferem no valor refletido do objeto, consequemente na assinatura espectral do alvo que é dependente também das variáveis espaço e tempo (ALVES et al., 2012).

Dentre os índices de vegetação utilizados em diversos estudos (ALVES et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013, REN e FENG, 2014) tem o SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index), que apresenta um fator de ajuste para o substrato da cobertura vegetal (L) em que seus valores podem variar de 0 a 1, de acordo com a densidade da vegetação. Esse índice é recomendável para discriminar a vegetação levando em conta sua biomassa (HUETE, 1988).

Outro parâmetro utilizado é o albedo do solo que desempenha função importante em sistemas ecológicos, cujos valores variam de acordo com as condições microclimáticas de culturas agrícolas e vegetação nativa, em que a absorção da radiação constrasta aspectos físicos, fisiológicos e processos biogeoquímicos (WANG et al., 2010).

Nesse contexto, o foco desse trabalho foi estudar as características espectrais de Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes e cursos d'agua e sua circunvizinhança comparando as formas de uso do solo e os diferentes estádios de degradação. Para esse tipo de análise foram utilizadas as variáveis SAVI e albedo do solo. Foram levantadas as seguintes perguntas para esse estudo: (1) a análise espectral poderá fornecer informações sobre as

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

características dos alvos; (2) os diferentes estádios de degradação poderão ser detectados por meio da análise espectral?

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização das áreas de estudo:

O estudo foi realizado em quatro pequenas propriedades rurais localizadas no município de Nazareno, Minas Gerais, pertencente à bacia do Alto Rio Grande, entre as coordenadas 21°16'15"S, 44°36'48"W e 21°17'02"S, 44°31'W. As principais atividades econômicas desempenhadas nessas propriedades são a agricultura e pecuária de leite.

O clima da região de estudo é Cwa, segundo a classificação de Koppen, caracterizado por clima temperado úmido com inverno seco e verão quente (SÁ JÚNIOR et al., 2012).

O foco desse trabalho foram as Áreas de Preservação Permanente (APP's) de nascentes e de cursos d'agua adjacentes a elas, uma vez que são afetadas por atividades antrópicas nessa região. O Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012) define que:

1. APP's de curso d'água: suas faixas de proteção dependem do tamanho da propriedade (módulo fiscal) e da largura dos cursos d'água. Nesse estudo, a faixa de proteção das APP's de cursos d'água será de 30 metros, as quais estão localizadas em propriedades com menos de 4 módulos fiscais e em torno de cursos d'água com menos 2 metros de largura (córregos).
2. APP's no entorno de nascentes: a faixa de proteção de 50 metros de raio é definida partir do olho d'água principal (nascentes pontuais).

A importância de identificar quais são as formas de uso do solo no interior das APP's bem como a sua circunvizinhança são aspectos importantes a serem considerados em um planejamento ambiental. Por esse motivo, foi realizada uma visita a campo em janeiro de 2014 com o objetivo de avaliar aspectos ambientais: formas de uso do solo, presença de regeneração natural no interior da APP, presença ou não de cercamento das APP's, presença de erosão e sulcos no solo. Para avaliação dessas variáveis qualitativas foram analisados apenas a presença e ausência, apenas como critério de validação das informações provenientes dos dados de sensoriamento remoto.

Análise espectral

Com base nas coordenadas geográficas das quatro áreas de estudo foram obtidas as imagens do produto RapidEye nível 3A, com correção radiométrica e geométrica. As imagens RapidEye foram obtidas em 02/07/2011 e 27/09/2011 com resolução radiométrica de 12 bits e resolução espacial de 5 metros. As imagens são compostas por cinco bandas espectrais: azul (faixa 440-510 nm), verde (banda 520-590 nm) vermelho (630-685 nm), Red-Edge (faixa 690-730 nm) e Infravermelho Próximo (760-850nm).

A correção atmosférica das imagens foi realizada com o pacote ATCOR 2 (Atmospheric and Topographic Correction for Satellite Imagery), módulo do programa ERDAS IMAGINE® 2011. Utilizou-se o código de transferência radiativa MODTRAN-4 (MODerate Resolution Atmospheric TRANsmittance Algorithm) para processar as imagens, com base nas informações de data de aquisição da imagem, número de bandas, arquivo de calibração do sensor, ângulo zenital solar, ângulo azimutal do satélite, ângulo de visada do satélite, modelo atmosférico, elevação média da área e visibilidade da cena (tabela 1).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1: Parâmetros utilizados para correção atmosférica no módulo ATCOR 2 do programa ERDAS IMAGINE® 2011

	2329216	2329217
Centroide (lat./long)	(-21,26, -44,77)	(-21,26, -44,54)
Zênite Solar (°)	69,2	21,8
Azimute solar (°)	287,5	27,3
Azimute do satélite (°)	287,97	98,35
Elevação média (km)	0,996	0,982
Visibilidade (km)	39	25

A correção atmosférica foi realizada com o objetivo de amenizar a faixa de valores digitais registrados pelo sensor RapidEye, diminuir o contraste entre superfícies vizinhas e alteração do brilho de cada ponto na imagem proporcionados pela presença de vapor d´água, gases e aerossóis que provocam alterações nesses valores (RICHTER, 2000).

Após a correção atmosférica, foram calculados os índices SAVI e albedo do solo. representadas nas seguintes escalas (GEOSYSTEMS, 2011):

- SAVI: faixa de 0 a 1000, numa escala de 1000, então se SAVI = 500 corresponde a SAVI = 0.5;
- Albedo do solo: faixa de 0 a 1000, numa escala de 10, então se albedo = 500 corresponde a albedo = 50% .

O índice de vegetação SAVI (Soil Ajusted Vegetation Index) proposto por Huete (1988) apresenta uma constante de ajuste ao solo (L), que varia com a reflectância do solo e densidade da vegetação, minimizando assim os efeitos do solo. A equação do SAVI é mostrada abaixo:

$$SAVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED} \times 1,5}{\rho_{NIR} + \rho_{RED} \times 0,5} \quad (1)$$

em que, ρ_{NIR} e ρ_{RED} correspondem, respectivamente, aos valores de reflectância do solo para as bandas espectrais vermelho (650 nm) e infravermelho próximo (850 nm).

O albedo do terreno é a razão entre a radiação refletida e incidente dentro da porção do espectro solar de comprimento de ondas curtas (0,3 - 3,0 μm). É, portanto, uma medida da refletividade da superfície de um corpo (RODRIGUES et al., 2009). Sendo assim, valores altos do albedo caracterizam áreas com baixa umidade do solo e solo exposto, em contrapartida, valores menores retratam presença de vegetação nativa e aumento na umidade do solo (SILVA et al., 2010).

$$\rho = \frac{\rho d + \rho b \cdot {}^{Ri(t)}\!/_{Di(t)}}{1 + {}^{Ri(t)}\!/_{Di(t)}} \quad (2)$$

em que ρ_d é o albedo de superfície para radiação solar difusa, ρ_b é o albedo de superfície para o fluxo de radiação solar, $R_{i(t)}$ é a radiância difusa refletida no terreno diária em uma superfície inclinada e $D_{(i)t}$ é a irradiância difusa em uma superfície inclinada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise espectral possibilitou caracterizar a troca energética entre superfície terrestre e atmosfera das áreas estudadas. Observou-se que os maiores valores de SAVI se concentraram na área ocupada pela cobertura vegetal (FIGURA 1).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

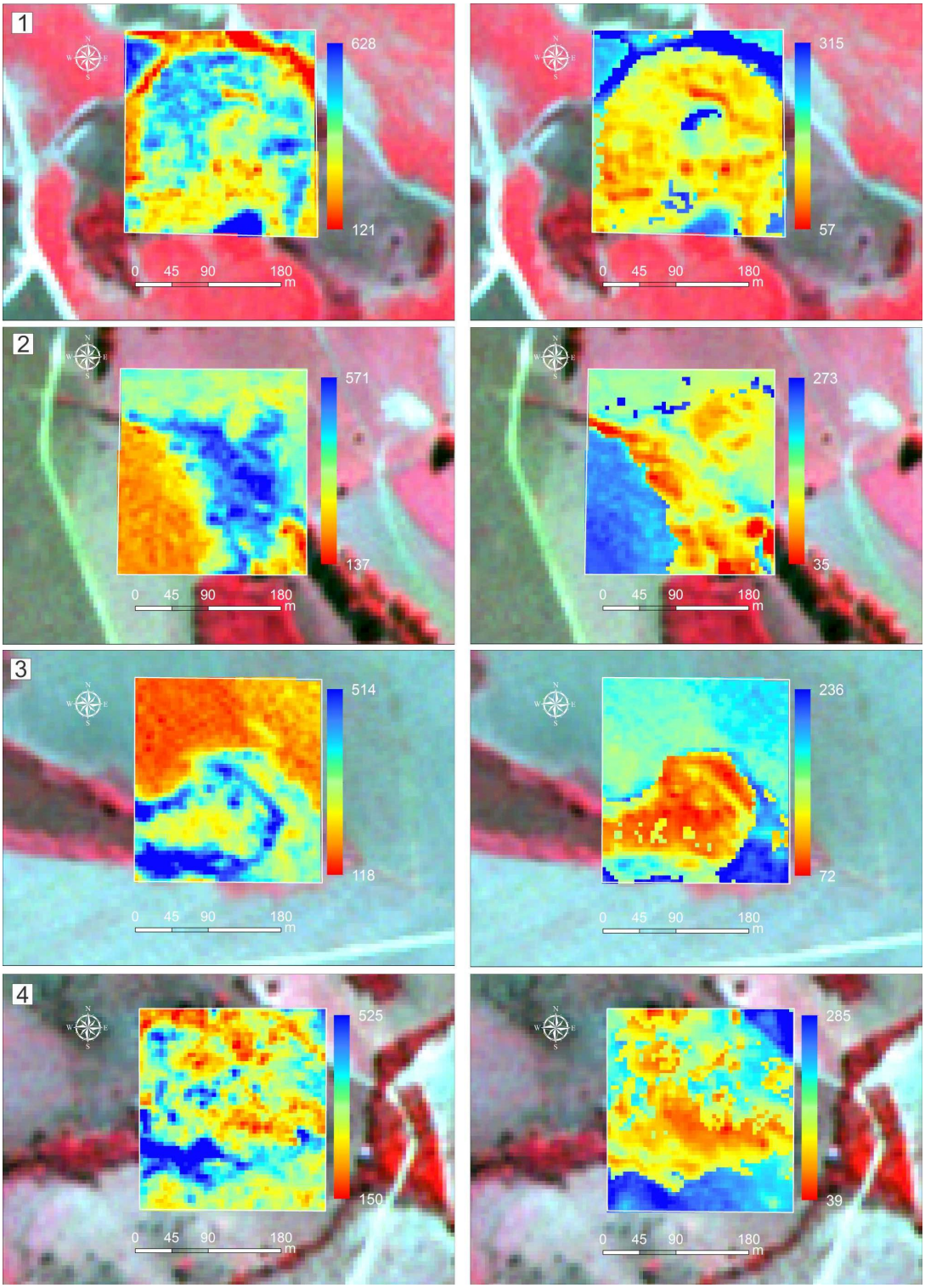


Figura 1 – Imagens RapidEye (composição colorida nas bandas R5 G3 B2) das APP's (1, 2, 3 e 4) e suas respectivas variáveis: SAVI, representada pelas imagens do lado esquerdo; e albedo do solo, representado pelas imagens do lado direito.

Os maiores valores de SAVI foram encontrados nas APP's 1 e 2 (0,628 e 0,571) que

exibiram maior cobertura vegetal nativa por hectare. Essas zonas ripárias, caracterizadas como capoeiras, são compostas por árvores de grande porte atingindo diferentes gradientes de altura, localizadas ao redor do olho d'água e do cursos d'água. Seguindo critérios de estado de conservação da Sociedade de Restauração Ecológica (SER, 2004) e parâmetros descritos por FARIA et al. (2012), as APP's foram classificadas como conservada e perturbada, respectivamente. Já as APPs 3 e 4, caracterizadas por vegetação nativa rala, com predominância de arbustos, herbáceas e árvores esparsas, apresentaram menores valores de SAVI (0,525 e 0,514). Essas APP's apresentaram áreas com menor cobertura de vegetação nativa, presença de pastagem e/ou cultura agrícola em seu interior, sendo assim, foram classificadas como degradadas.

Os valores de SAVI observados estão dentro do intervalo também encontrado por Viganó et al. (2011) que foi entre 0,5039 e 0,7046 para áreas cobertas por densidades médias de vegetação nativa. Sendo assim, com base nas informações obtidas em campo e na assinatura espectral das APP's, foi possível observar que os valores de SAVI e a realidade em campo são coesas.

Com relação ao albedo, os maiores valores variaram entre 23,6 e 31,5%, em função das diferentes formas de uso do solo, representados por áreas de solo exposto, estradas, pastagens mal manejadas e culturas agrícolas. Esses resultados concernem com aqueles encontrados por Rodrigues et al. (2009) em áreas com solos descobertos da bacia do Rio Trussu-CE, cujo albedo variou entre 28 e 29%. E está dentro do intervalo de albedo encontrado por Leite et al. (2012), na bacia do Rio Vieira, norte de MG, que variou entre 13,41 e 32,69%.

Portanto, há um intervalo grande para o albedo quanto às classes de solo exposto que podem variar com a época de chuva, apresentando menores valores que aqueles encontrados para a mesma classe de solo em época de seca (CORREIA et al., 2002).

Em contrapartida, os menores valores de albedo foram encontrados em regiões úmidas que se concentram no entorno das nascentes e dos cursos d'água (3,5 a 7,2%). Esses valores corroboram com aqueles encontrados na literatura (RODRIGUES et al., 2009; ROTENBERG e YAKIR, 2010; SILVA et al., 2010).

Diante do exposto, a pequena diferença encontrada entre os valores de SAVI para os diferentes tipos de vegetação encontradas nas APP's pode ser justificada pela posição das folhas, a arquitetura do dossel, o substrato, características químicas das folhas, entre outros aspectos que interferem na assinatura espectral do alvo terrestre, bem como sofrem influência das condições climáticas e do tempo (NOVO, 2011). Assim como os valores de albedo podem apresentar variações para superfícies suaves ou rugosas, secas ou úmidas e de coloração clara ou escura que também são agentes determinantes na assinatura espectral de determinado alvo terrestre (CORREIA et al., 2002).

Os dados coletados em campo corroboram com as informações obtidas da análise espectral e dos parâmetros metereológicos, mesmo que a regeneração natural não tenha sido detectada pelas imagens de alta resolução. Ainda assim, os dados de campo juntamente com as variações dos índices espectrais ilustraram o padrão espacial das áreas estudadas puderam fornecer informações acerca do estado de conservação da vegetação ciliar das APP's e os diferentes usos alternativos do solo em suas circunvizinhanças.

CONCLUSÕES

O estudo mostrou que o uso de imagens de sensoriamento remoto de alta resolução espacial e parâmetros metereológicos são ótimas alternativas para o planejamento de estudos ambientais bem como análise do uso e cobertura do solo que auxiliem em tomadas de decisão.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. C. **Signature of pest-organisms in Mato Grosso agroecosystems using worldview-2 imagery. Cuiabá**: UFMT, 2012. 24 p.

CAMPBELL, G. S.; NORMAN, J. M. **An introduction to environmental biophysics**. 2nd ed. New York: Springer, 1998. 286 p.

CORREIA, F. W. S.; ALVALA, R. C. S.; GIELOW, R. Albedo do Pantanal Sul Matogrossense durante o período de transição seco-úmido de 2001-2002, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., Foz do Iguaçu, 2002**. Anais...** Rio de Janeiro: SBMET, p. 2794-2800.

FARIA, R. A. V. B.; BOTELHO, S. A.; SOUZA, L. M. Diagnóstico ambiental de áreas do entorno de 51 nascentes localizadas no município de Lavras, MG. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 648-661, nov. 2012.

GEOSYSTEMS. **ATCOR for ERDAS IMAGINE 2011**: haze reduction, atmospheric and topographic correction. Berlin: Germering, 2011. 226 p.

HUETE, A. R. A soil adjusted vegetation index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 25, n. 3, p. 295-309, Aug. 1988.

JI, L. et al. Geostatistical estimation of signal-to-noise ratios for spectral vegetation indices. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, Amsterdam, v. 96, p. 20-27, Oct. 2014.

LEITE, M. R.; BRITO, J. L. S. Sensoriamento remoto aplicado à análise temporal da relação uso da terra/temperatura e albedo de superfície na bacia do Rio Vieira no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, Presidente Prudente, v. 10, n. 1, p. 98-120, jan./jun. 2012.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman. 2013.540p..

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 320 p.

NOVO, E. M. L. M.. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 4ed. São Paulo: Blucher, 2011. 387p.

OLIVEIRA, I. A. et al. Variabilidade espacial de atributos físicos em um cambissolo háplico, sob diferentes usos na região sul do Amazonas. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 4, p. 1103-1112, jul./ago. 2013.

REN, H; FENG, G. Are soil-adjusted vegetation indices better than soil-unadjusted vegetation indices for above-ground green biomass estimation in arid and semi-arid grasslands?. **Grass and Forage Science**, doi: 10.1111/gfs.12152

RODRIGUES, J. O. et al. Sazonalidade de variáveis biofísicas em regiões semiáridas pelo emprego do sensoriamento remoto. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 452-465, jul./set. 2009.

RICHTER, R. **Atmospheric correction algorithm for flat terrain:** model ATCOR2. Wessling: Geosystems, 2000. 208 p.

ROTENBERG, E.; YAKIR, D. Contribution of semi-arid forests to the climate system. **Science**, New York, v. 327, n. 5964, p. 451-454, Jan. 2010.

SÁ JÚNIOR, A. et al. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theorical and Applied Climatolology**, Berlin, v. 108, p. 1-7, Apr. 2012.

SILVA, A. P. N. et al. Albedo de superfície estimado a partir de imagens Landsat 5 – TM no Semiárido Brasileiro. Revista de Geografia, Recife, v. 27, p. 154-168, jan/mar. 2010.

VIGANÓ, H. A.; BORGES, E. F.; FRANCA-ROCHA ,W. J. S. Análise do desempenho dos Índices de Vegetação NDVI e SAVI a partir de imagem Aster. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 15., Curitiba, 2011, **Anais...** São José dos Campos: INPE, p.1828-1834.

WANG, M. R. et al. Ecological restoration of polluted plain rivers within the haihe river basin in China. **Water, Air and Soil Pollution**, Dordrecht, v. 211, n. 1/4, p. 341-357, Sept. 2010.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE HISTÓRICA DOS DESLIZAMENTOS DE TERRA NA CIDADE DE UBÁ MG

LEILA MESQUITA NASCIMENTO[1], MOISÉS DE SOUSA SETTA[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO NETO[4]

[1] Graduanda em Eng. de Produção, FUPAC, (32)99496781, leilamesquitanascimento@hotmail.com
[2] Graduado em Engenharia Civil, FUPAC, coordenacaoengenhariacivil@ubafupac.com.br
[3] Mestre em Engenharia Civil, Universidade federal de Viçosa, israeliasbikcivil@gmail.com
[4] Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamato@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Obras de terra como cortes verticais, aterros e contenções, muitas vezes são essenciais para implantação de habitações e empreendimentos de todos os tipos. As cidades brasileiras cresceram sem um planejamento e acompanhamento adequado de profissionais como engenheiros e urbanistas, acarretando vários problemas, um deles, os deslizamentos ou escorregamentos de terras, que geram graves danos à população e ao meio ambiente. Assim, é apresentado, uma análise histórica dos movimentos de terra mais recentes no município de Ubá MG, localizado na Zona da Mata Mineira. O estudo é baseado em dados obtidos nos órgãos de defesa social do Estado, Corpo de Bombeiros Militar e Polícia Militar, através dos quais, foi possível relacionar as principais causas aparentes dos deslizamentos e confecção de um mapa de risco atualizado, com o objetivo de servir de apoio aos demais profissionais e órgãos ligados à área de defesa social e defesa civil da região. Mostrando que os períodos chuvosos são os mais críticos para ocorrerem os movimentos de terra. Sendo as causas antrópicas as canalizações irregulares, retirada da vegetação natural, execuções de cortes e vazamentos na rede de abastecimento de água e esgoto. Os escorregamentos de terra ocorrem devido a região estar situada em mares de morro. Não se tem um padrão correto nos deslizamentos deste município. Assim, foi observada a necessidade de políticas voltadas para preservação e planejamento futuro da cidade.
PALAVRAS–CHAVE: Escorregamentos de Terra, Taludes, Causas Antrópicas.

ANALYSIS OF HISTORICAL MUDSLIDES IN UBA MG CITY

ABSTRACT: Earthworks and vertical cuts, embankments and retaining walls are often essential for deployment of houses and businesses of all types. Brazilian cities grew without proper planning or assistance of professionals such as engineers and planners, resulting in several problems, one of them slips and landslides, which cause serious damage to people and to the environment. Thus, it's presented a historical analysis of the recent movements of land in the municipality of Uba, MG, located in the Zona da Mata Mineira. The study is based on data obtained from the organs of social defense of the State, Fire Station and Military Police, through which made it possible to relate the apparent main causes of the earth

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

slips, and to create an updated risk map, with the goal to provide support to other professionals and agencies related to the field of social defense and civil defense of the region. Showing that the rainy periods are the most critical for land movements occur. Being the anthropogenic causes irregular pipes, removal of natural vegetation, executions of cuts and leaks in the water supply and sewage systems. The slip of land occur due to region being located in seas of Hill. You don't have a correct pattern in slips of this municipality. Thus, we observed the need for further policies for preservation and future city planning.
KEYWORDS: Landslides, Embankments, Anthropogenic Causes.

INTRODUÇÃO

A superfície da Terra vem sendo constantemente modificada por ações geológicas, climatológicas, biológicas e antrópicas. Algumas dessas interações necessitam de milhares de anos para serem observadas, mas outras, como o caso das antrópicas, são observadas em períodos curtos de tempo.

A ocupação humana das cidades é um processo acelerado e irreversível denominado urbanização. No Brasil, em meados do século XX, por falta de normas, diretrizes e um planejamento urbano adequado, esse processo se agravou originando uma urbanização desordenada nas cidades por todo o país.

Devido à questões econômicas e à falta de infraestrutura nos municípios brasileiros, as populações migram para áreas próximas aos centros, ocupando regiões periféricas e desvalorizadas como morros, encostas e aterros.

Ocupações urbanas em encostas foram bastante comuns na Europa na Idade Média. Nesse período, a busca de sítios de implantação que propiciassem segurança, do ponto de vista militar, valorizava, dentre outros, os topos de colinas ou de montanhas. A partir desses locais estratégicos, a defesa era facilitada, a visão de eventuais movimentos inimigos era completa e o acesso ficava dificultado aos invasores. Desde o período colonial, o Brasil apresenta também inúmeras ocupações urbanas em encosta. Herança da Idade Média e da tradição da escolha de sítios elevados para implantação urbana (SILVA, 2006).

A ocupação desordenada dessas áreas, ocasionam graves problemas ambientais, de escorregamento de taludes entre outros, que colocam em risco a vida de grande parte da população.

Exemplo desses riscos de urbanização sem um planejamento adequado, foi o ocorrido na região serrana do Rio de Janeiro no mês de janeiro do ano de 2011, onde a ocorrência de chuvas intensas e sucessivas resultou em incontáveis deslizamentos de encostas, causando mais de 1500 mortes e incalculáveis danos materiais ao estado e aos moradores.

O crescimento dos centros urbanos, ocorre sem um estudo sobre a população futura. Áreas que deveriam ser preservadas, são exploradas colocando em risco toda uma população e o meio ambiente.

Segundo Oliveira (2010), historicamente, os primeiros estudos sobre escorregamento datam de cerca de 2000 anos, na China e no Japão. No Brasil, durante o Império, existem relatos do ano de 1671, sobre deslizamentos nas encostas da cidade de Salvador.

Os prejuízos gerados por estes escorregamentos são enormes, devido ao caráter catastrófico que causam às áreas afetadas, como a destruição de patrimônios públicos e privados.

O objetivo deste trabalho é apresentar, analisando dados recentes do Corpo de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) e da Policia Militar de Minas Gerais (PMMG), as principais causas dos deslizamentos ocorridos no município de Ubá MG.

Com essa visão, o presente estudo aborda algumas formas errôneas de ocupação do solo, as características antrópicas que agravam os deslizamentos que afetam a geografia da cidade, fatos que devem ser observados por engenheiros e todos os demais profissionais atuantes na área de Defesa Civil no Município para evitar e minimizar esses deslizamentos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O local de realização do estudo foi o município de Ubá, localizado na Zona da Mata Mineira, sendo considerada a segunda principal cidade da região, assim como o segundo centro industrial e comercial, atrás de Juiz de Fora. Atualmente, a cidade é o maior polo moveleiro do estado e o terceiro do país.

Com o objetivo de identificar o problema, a metodologia utilizada e apresentada a seguir, está estruturada em levantamentos e análises de históricos de ocorrências de defesa social, antigo boletim de ocorrência, onde a natureza deslizamentos ou desabamentos de terra, foram registrados pelos órgãos do Estado, em atendimentos presentes exclusivamente no Município de Ubá MG.

O estudo foi conduzido através de pesquisa no Registro de Eventos de Defesa Social (REDS) assentado no Sistema Integrado de Defesa Social (SIDS), onde são registradas pelo CBMMG e PMMG todas as ocorrências de Minas Gerais.

Assim, a coleta se iniciou com uma pesquisa detalhada, onde foram levantados os atendimentos realizados no período entre 01 de outubro de 2011 e 01 de outubro de 2014, pela 3ª Companhia do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais e a 35ª Companhia da Policia Militar de Minas Gerais.

Após separar os deslizamentos de terra das ocorrências de outras naturezas e analisar separadamente todos os boletins confeccionados, foram enumeradas 28 ocorrências desses órgãos no período sobre o tema, onde foi possível fazer uma análise dos pontos geográficos e das principais causas relacionadas no histórico dos relatos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram encontradas nos registros, 28 ocorrências onde constavam deslizamentos ou escorregamentos de terra, 24 ocorrências foram acompanhadas e registradas pelo CBMMG e 04 registradas pela PMMG. Para análise dos dados as ocorrências foram organizadas pela data do fato, conforme QUADRO 1.

QUADRO 1 – Resumo das ocorrências de deslizamento em Ubá MG.

	Data e Hora do Fato:	Endereço do Fato:	Resumo da Ocorrência:
1	06/11/2011 15 h 42 min.	Av. Juscelino Kubistchek n° 1350, Cidade Jardim.	Barranco com aproximadamente 07 m de altura. Águas pluviais dos terrenos superiores desviadas para este.
2	27/11/2011 10 h 20 min.	Av. Padre Arnaldo Jansen n° 1325, Santana.	Devido ao grande volume de chuvas, ocorreu deslizamento na cabeceira da ponte.
3	27/11/2011 11 h 45 min.	Av. Juscelino Kubistchek n° 1355, Cidade Jardim.	Barranco com aproximadamente 08 m de altura. Águas pluviais dos terrenos superiores desviadas para este.
4	28/11/2011 06 h 54 min.	Av. Quintino Poggiali n° 206, Cidade Jardim.	Vitima de soterramento, ao passar pelo local, parte da terra cedeu devido a infiltrações no solo.
5	10/12/2011 16 h 36 min.	Rua Geraldo Campos n° 172, São Domingos.	Sinistro causado devido tubulações rompidas da COPASA.
6	14/12/2011 09 h 00 min.	Rua José Sales Colares n° 56, Santa Edwiges.	Sinistro causado devido tubulações rompidas da COPASA .
7	02/01/2012 02 h 11 min.	Av. José Resende Brando n° 654, Bom Pastor.	Deslizamento em barranco com aproximadamente 08 m de altura. Orientamos a colocação de lonas no local.
8	02/01/2012 09 h 40 min.	Rua Farm. José Rodrigues de Andrade n° 295, São Sebastião.	Deslizamento em barranco com aproximadamente 05 m de altura. Orientamos a colocação de lonas no local.
9	02/01/2012 17 h 55 min.	Av. José Francisco da Silva n° 172, Olaria.	Deslizamento de barranco, devido a uma rua recente aberta em cima deste, sem capitação pluvial adequada.
10	03/01/2012 13 h 15 min.	Rua Erotides Neiva Campomizzi n° 85, Industrial.	Corte de árvores ameaçando residência. Uma inclinada e outra com suas raízes expostas.

11	07/01/2012 15 h 45 min.	Rua Delio Couto Malta n° 81, Jardim Primavera.	Deslizamento no fundo de residência.
12	08/01/2012 08 h 50 min.	Rua Ten. Pedro Batalha n° 299, Cristo Redentor.	Árvore de grande porte em barranco com deslizamentos.
13	09/01/2012 09 h 42 min.	Rua Candido Martins de Oliveira n° 34, Santa Bernadete.	Barranco com aproximadamente 15 m de altura. Deslizamento devido as chuvas.
14	09/01/2012 14 h 01 min.	Av. Olegário Maciel n° 338, Industrial.	Um galpão nos fundos da agropecuária, veio a ceder devido deslizamentos de terra, em decorrência das chuvas.
15	10/01/2012 12 h 00 min.	Rua Farm. José Rodrigues de Andrade n° 295, São Sebastião.	Árvore com risco de queda, devido a deslizamentos de parte do barranco.
16	10/01/2012 17 h 55 min.	Av. Maestro Jesualdo Muzitano n° 145, Santana.	Deslizamento em barranco com aproximadamente 10 m de altura. Orientamos a colocação de lonas no local.
17	10/01/2012 22 h 00 min.	Rua Farm. José Rodrigues de Andrade n° 305, São Sebastião.	Árvore com risco de queda, devido a deslizamentos de parte do barranco.
18	30/01/2012 23 h 45 min.	Rua Tereza Casa Grande n° 95, Concórdia.	Deslizamento atrás de residência.
19	31/01/2012 20 h 30 min.	Rua Paulo Laroca n° 104, Residencial São José.	Residência sobre barranco de aproximadamente 10 m de altura, o morador da residência na parte de baixo, retirou grande quantidade de terra, devido ao período chuvoso risco de deslizamento.
20	09/05/2012 17 h 40 min.	Rua Cecilia Braga n° 121, Santo Antônio.	Vitima de soterramento devido deslizamento de terra, vitima sem gravidade.

21	20/05/2012 15 h 12 min.	Av. Juscelino Kubistchek n° 1355, Cidade Jardim.	Durante as chuvas houve um deslizamento de terra, foi orientada pelo engenheiro da defesa civil, a realizar um muro de contenção, fazendo também uma canaleta para o desvio de agua.
22	11/10/2013 06 h 45 min.	Rua Farm. José Rodrigues de Andrade n° 395, São Sebastião.	Barranco com aproximadamente 08 m de altura. Devido as águas pluviais ocorrência de deslizamentos.
23	08/12/2013 11 h 00 min.	Av. Juscelino Kubistchek n° 1322, Santana.	Deslizamento de encosta ocasionando queda de poste de alta tensão.
24	12/12/2013 11 h 15 min.	Rua Sebastião Paiva Soares n° 135, São Domingos.	Casa com risco de queda próxima a barranco já com deslizamentos.
25	12/12/2013 17 h 40 min.	Rua Laios n° 105, Bom Pastor.	Barranco com aproximadamente 05 m de altura. Devido as águas pluviais, ocorreram deslizamentos de terra.
26	26/12/2013 08 h 00 min.	Av. Ex Combatentes n° S/N, Laurindo de Castro.	Risco de deslizamento de encosta.
27	26/12/2013 09 h 20 min.	Rua Ten. Pedro Batalha n° 303, Cristo Redentor.	Após deslizamento de terra, vitima ficou em local de difícil acesso. Vítima sem ferimento.
28	14/07/2014 14 h 43 min.	Rua Farm. Mario de Azevedo n° 172, Colina Jardim Glória.	Um barranco de 30 m de altura, onde ocorreu a remoção de parte do referido barranco, a encosta não possui nenhuma declividade estando totalmente na vertical.

Com a análise destes dados foi possível identificar as principais causas dos deslizamentos. Tendo como causas naturais a relação com o índice de pluviosidade mensal do munícipio; os meses com maiores registros de deslizamentos são também os de maior pluviosidade. A saturação de água em declives é a principal causa dos deslizamentos, isso pode ocorrer sob a forma de chuvas intensas.

A inobservância de normas e técnicas adequadas ao uso do solo, são as principais causas antrópicas que acarretam deslizamentos de terra por todo o mundo.

As causas registradas foram: remoção da cobertura vegetal, vazamentos na rede de abastecimento de água e de esgoto, lançamento e caminhamento irregular de águas pluviais e de servidão e execução de cortes com geometria incorreta. Também, em 13 ocorrências das 28 analisadas, não foi possível determinar com clareza a principal causa dos sinistros o que deixa claro a imprevisibilidade quando se trata de solo natural e/ou uma simultaneidade das causas, o que só com estudos detalhados dos casos é que vai poder se chegar a um resultado

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

satisfatório.

Os mapas são ferramentas úteis e convenientes para a apresentação de informações sobre riscos de deslizamentos. Eles podem apresentar vários tipos e combinações de informações em diferentes níveis de detalhe. Mapas de risco usados são valiosos instrumentos de planejamento de atividades coletivas de uso do solo e sua ocupação.

Analisando as ocorrências de deslizamentos registradas, com base no campo endereço do fato ocorrido, foi possível confeccionar um cartograma apresentando todos locais que os órgãos de defesa social CBMMG e PMMG, foram em atendimento no município de Ubá MG.

No cartograma gerado, observa – se que não se tem um padrão correto nos deslizamentos na cidade, e em muitos pontos registrados deve se ter uma preocupação pois são locais de grande aglomeração de residências e pontos vitais para o fluxo do município, onde qualquer deslizamento pode se tornar um transtorno ou mesmo uma catástrofe.

CONCLUSÕES

Deslizamentos ocorrem por todo o mundo, sob todas as condições climáticas e de terreno, com elevados custos monetários e gerando muitas mortes a cada ano.

As análises históricas dos deslizamentos no município de Ubá MG mostram que são os períodos chuvosos, os mais críticos para ocorrerem os movimentos de terra. Canalizações irregulares, retirada da vegetação natural, execuções de cortes e vazamentos, foram as causas antrópicas que mais influenciaram os sinistros. Devido estar situada numa região de mares de morros, Ubá apresentou escorregamentos de terra dispersos por toda a cidade.

A ocupação próxima a taludes precisa ser feita de forma planejada, é necessário um conjunto de esforços políticos e técnicos, no sentido de um planejamento adequado da cidade num futuro próximo. Precauções e ações de baixa tecnologia podem ser adotadas para, ao menos, garantir a segurança imediata da população.

As ações preventivas são imprescindíveis para garantir o equilíbrio da natureza. Prevenir significa definir uma política de caráter sustentável para o uso dos recursos do solo e da água, preservando-os de modo a mantê-los renováveis ao longo das gerações.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

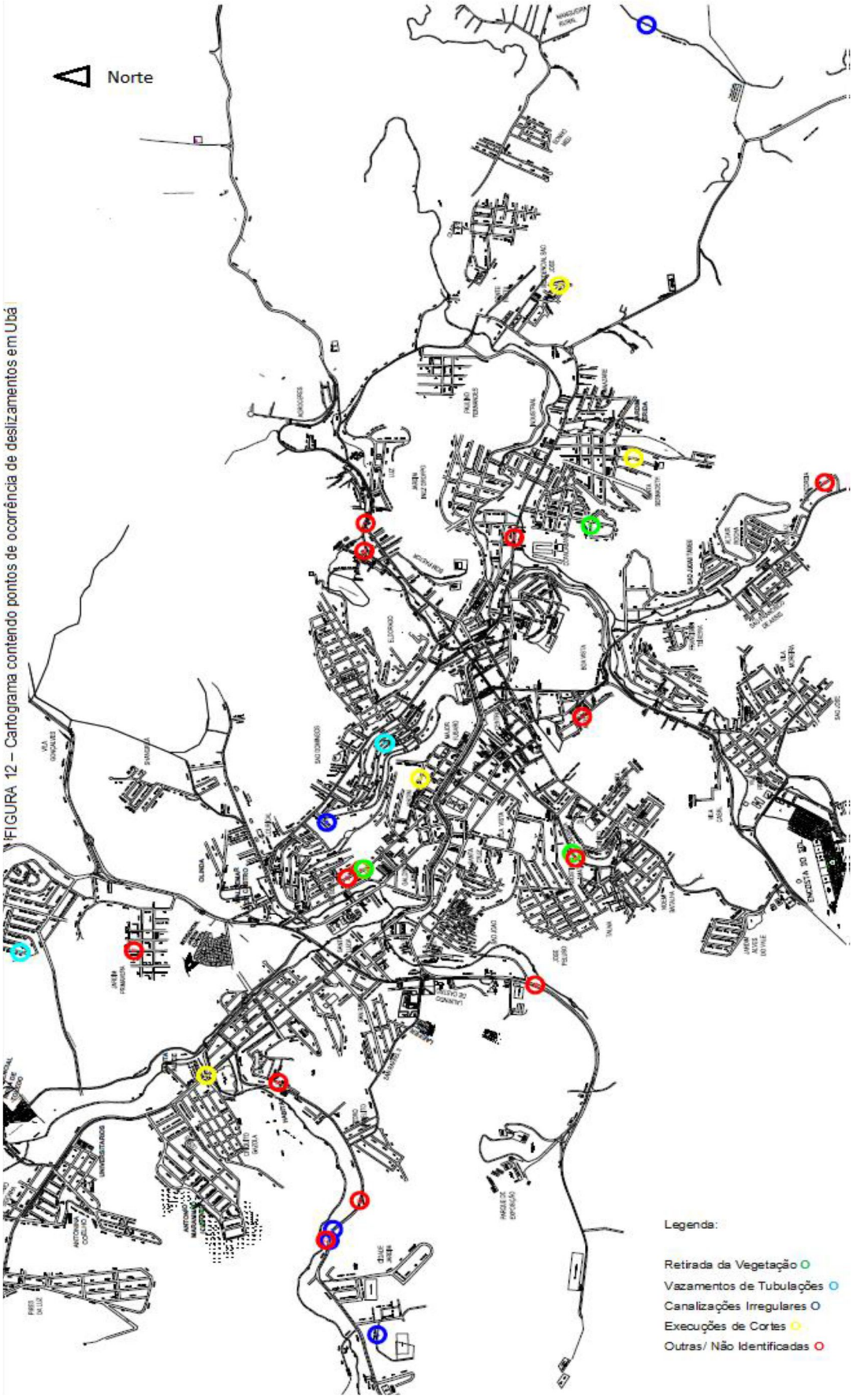


FIGURA 12 – Cartograma contendo pontos de ocorrência de deslizamentos em Ubá

REFERÊNCIAS

ABREU S. H. C.. **Escorregamento de encostas em áreas urbanas habitada por população de baixa renda**. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11682.** Estabilidade de taludes. Rio de Janeiro, 1991.

AGUIAR, M. F. P. **Estudo da estabilidade de um colúvio na serra do mar por elementos finitos**. 2008. 204p. Tese de doutorado - COPPE Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

AUGUSTO FILHO, O. **Cartas de Risco de Escorregamentos:** uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilhabela, SP. 1994. 167p. Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

BITAR, O. Y. **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente.** São Paulo: IPT Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações.** Fundamentos. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1988.

CARDOSO, F. F. **Sistemas de contenção**. 2002. 32p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

CARVALHO, C. S. & GALVÃO, T. **Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas**: Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Brasília: Ministério das Cidades, 2006.

CASTRO, Marcia C. de. & ÁVILA, Josefa B. C. **Obtenção de um indicador único para mensurar o risco dos acidentes do trabalho por CNAE**. Brasília: MPAS, 2000.

DURAN, Jaime da Silva; JUNIOR, S. Petrúcio. **Estruturas de solo reforçado com o sistema terramesh.** São Paulo: Maccaferri do Brasil Ltda, 2005.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. **Movimentos de massa**: uma abordagem geológico geomorfológica. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro. **Manual Técnico de Encostas:** analise e investigação. 2.ed. Rio de Janeiro: GeoRio, 2000.

GONÇALVES, N. M. S. **Impactos fluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador, BA**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1992.

GUIDICINI, G., NIEBLE, C. N. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação.** São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1976.

HIGHLAND, L. M. & BOBROWSKY, P. **O manual de deslizamento**: um guia para a compreensão de deslizamentos. Reston, (U.S): Geological Survey Circular, 2009.

INFANTI JR., N.; FORNASARI FILHO, N. **Processos da dinâmica superficial.** Rio de Janeiro/São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1998.

ÍTALO J. R. T. **Estudo comparativo de duas alternativas para contenção de taludes verticais:** solo grampeado e cortina atirantada. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2011.

KOBIYAMA M. *et al*. **Prevenção de desastres naturais conceitos básicos**. Curitiba: 2006.

MANHAGO, S. R. **Técnicas de revegetação de talude de aterro sanitário.** Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.

MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geoteconologias**: conceitos básicos. Santa Maria: INPE/CRS, 2008.

MARCELINO, E. V. **Mapeamento de áreas susceptíveis a escorregamento no município de Caraguatatuba SP usando técnicas de sensoriamento remoto e SIG.** São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003.

OLIVEIRA, R. M. **Desenvolvimento de elementos sensores de cerâmicas porosas de ZrO2-TiO2 para aplicação no monitoramento do conteúdo de águas em solos**. São José dos Campos: Instituto Nacional de pesquisas Espaciais IMPE, 2010.

OLIVEIRA, A. M. S. & BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.
SELBY, M.J. **Hillslope materials and processes**. 2.ed. Oxford: Oxford Univ. Press, 1993.

SILVA, A. M. B. G. **Condicionantes geológico-geotécnicos de escavação grampeada em solo residual de gnaisse**, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2006.

TOBIN, G. A; MONTZ, B. E. **Natural hazards**: explanation and integration. New York: The Guilford Press, 1997.

TOMINAGA, L. K.; JAIR S.; ROSANGELA A. **Desastres naturais conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto geológico, 2009.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CARRANCAS, MINAS GERAIS

PAULA SILVA TRINDADE[1], NATHÁLIA SILVA DE CARVALHO[2], ELISA M. G. CARVALHO SILVA[3], MICHEL EUSTÁQUIO DANTAS CHAVES[4], LUCAS COELHO VICTÓRIA[5], LUIS MARCELO TAVARES DE CARVALHO[6]

[1]Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras - UFLA, (35)998855200, paulatrindade052@gmail.com
[2]Bióloga, Mestranda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras – UFLA, natalia.bioufla@gmail.com
[3]Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras - UFLA, elisamousinho@gmail.com
[4]Geógrafo, Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras – UFLA, micheldchaves@gmail.com
[5]Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras - UFLA, lucas.c.victoria@gmail.com
[6]Eng. Florestal, Prof. Adjunto, Depto. Ciências Florestais, UFLA, Lavras – MG, passarinho@dcf.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O município de Carrancas, localizado ao Sul do Estado de Minas Gerais, possui relevantes Patrimônios Naturais, como serras e cachoeiras, os quais atraem turistas de todo o país. No entanto, esta riqueza vem sendo ameaçada pelo avanço das atividades minerárias existentes na região. Uma vez que a extração de recursos minerais se encontra como prática consolidada cada vez mais indispensável ao desenvolvimento econômico local, evidencia-se a necessidade de conciliar o aspecto econômico com a proteção das riquezas naturais, visando a sustentabilidade. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi estabelecer áreas prioritárias para conservação neste município, com base em características biológicas, geológicas e pedológicas locais. A partir de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), estes parâmetros biogeofísicos foram utilizados como referência para realizar uma análise multicritério, na qual foram atribuídos níveis de importância aos parâmetros avaliados em função de sua relevância ecológica. De acordo com o nível de importância para a conservação, cada parâmetro recebeu um peso (1,2,3) e suas classes foram ranqueadas em três níveis: baixo, médio e alto. O resultado final foi a geração de um mapa indicativo das áreas prioritárias para conservação em Carrancas, que pode servir como apoio à tomada de decisão, a fim de auxiliar na definição das áreas que não devem ser exploradas para a mineração, devido sua importância ecológica.
PALAVRAS–CHAVE: Proteção ambiental, Mineração, Apoio à decisão.

MULTICRITERIA ANALYSIS TO DEFINE PRIORITY AREAS FOR CONSERVATION IN THE CITY OF CARRANCAS, MINAS GERAIS.

ABSTRACT: The city of Carrancas located in Minas Gerais has Natural Heritage sites, such as mountains and waterfalls, which attract tourists from all over the country. However, the advance of existing mining activities in that region is threatening Carrancas. The extraction of mineral resources is a consolidated activity, and indispensable to the economic development of the area. Under these circumstances, there is a need to reconcile the protection of natural resources with the economic development. The aim of this study was to establish priority

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

areas for conservation in this city, based on geological, biological, and local soil criteria. We used parameters extracted from Geographic Information Systems (GIS), to perform a multi-criteria analysis. Those parameters had weights assigned to their ecological relevance (1, 2, 3). Each parameter had its classes ranked in low, medium and high, related with the importance of the area. Overlaying the different parameters, we obtained the result, a map indicating the priority areas for conservation on Carrancas, which can be used to support the decision takin process.
KEYWORDS: Environmental protection, Mining, Decision Support

INTRODUÇÃO

Para suprir a crescente demanda por recursos minerais, os empreendimentos minerários encontram-se em constante busca de novas jazidas. Uma vez encontrada a fonte de minério, as empresas precisam passar pelo licenciamento ambiental para então dar início à extração.

O Licenciamento ambiental, na definição da Resolução CONAMA N° 237 DE 1997, se trata do processo administrativo através do qual o órgão ambiental licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que possam vir a causar danos ambientais.

Na maioria dos casos de licenciamentos deste tipo de atividade, as mineradoras encontram dificuldades no que se refere à regularização ambiental devido aos danos causados em áreas naturais de relevante conservação, que impedem ou dificultam a obtenção da licença e, consequentemente, o início da exploração. Neste contexto, a análise multicritério se insere como instrumento auxiliar no processo de tomada de decisão, uma vez que, pode direcionar os planejamentos ambientais e auxiliar no manejo destas áreas naturais.

O Método Multicritério de Análise vem sendo cada vez mais estudado e inserido nos mais diversos campos de aplicação. Análise multicritério consiste em uma técnica na qual é possível listar uma série de critérios envolvidos numa dada situação e ponderar o nível de contribuição de cada um destes para um objetivo pretendido, de forma que se possa chegar a um resultado que reflita a interação destes critérios entre si.

Dessa maneira, o presente trabalho tem como objetivo aplicar a Análise Multicritério para estabelecer áreas prioritárias para conservação no município de Carrancas – MG, com base em uma série de parâmetros biogeofísicos, por meio do uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG), gerando desta forma um mapa que dê embasamento às políticas públicas constituindo um elemento de suporte à decisão.

MATERIAL E MÉTODOS

Localizada na região sul do estado de Minas Gerais, o Município de Carrancas tem extensão territorial de 727,894 km², cerca de 4.093 habitantes e constitui um importante pólo turístico na região, uma vez que, mais da metade do PIB local é oriundo do setor terciário (IBGE, 2012). A cidade se encontra na faixa de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado e possui atrativos naturais preservados restringindo o avanço das atividades produtoras de commodities instaladas na região (Figura1).

Os parâmetros a serem considerados no estudo foram selecionados tendo em vista a conservação dos recursos naturais. Estes dados foram extraídos a partir do diagnóstico do

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais – ZEE e constitui-se de arquivos do tipo raster cujas células têm dimensões de 270m x 270m. Os seguintes parâmetros foram selecionados: compactação, contaminação e vulnerabilidade do solo, declividade, erosão atual, integridade da Fauna, integridade da Flora, ocorrência de minerais e vulnerabilidade à erosão. Para definir as áreas prioritárias para conservação e suas respectivas relevâncias ecológicas, aplicou-se a análise multicritério. Assim, cada arquivo raster corresponde à uma camada que contém informações referentes a um dos parâmetros.

Devido alguns dados originais do ZEE utilizados neste trabalho apresentarem cinco classes, todos os parâmetros foram reclassificados em três níveis de prioridade de conservação (alta, média e baixa), a fim de padronizar as análises realizadas.

As classes originais do ZEE são: muito alta, alta, média, baixa e muito baixa. No presente estudo, as duas primeiras classes foram reunidas em "alta", as duas últimas em "baixa" e a intermediária foi mantida. Em seguida, foi feito um recorte destas camadas considerando a delimitação do município de Carrancas.

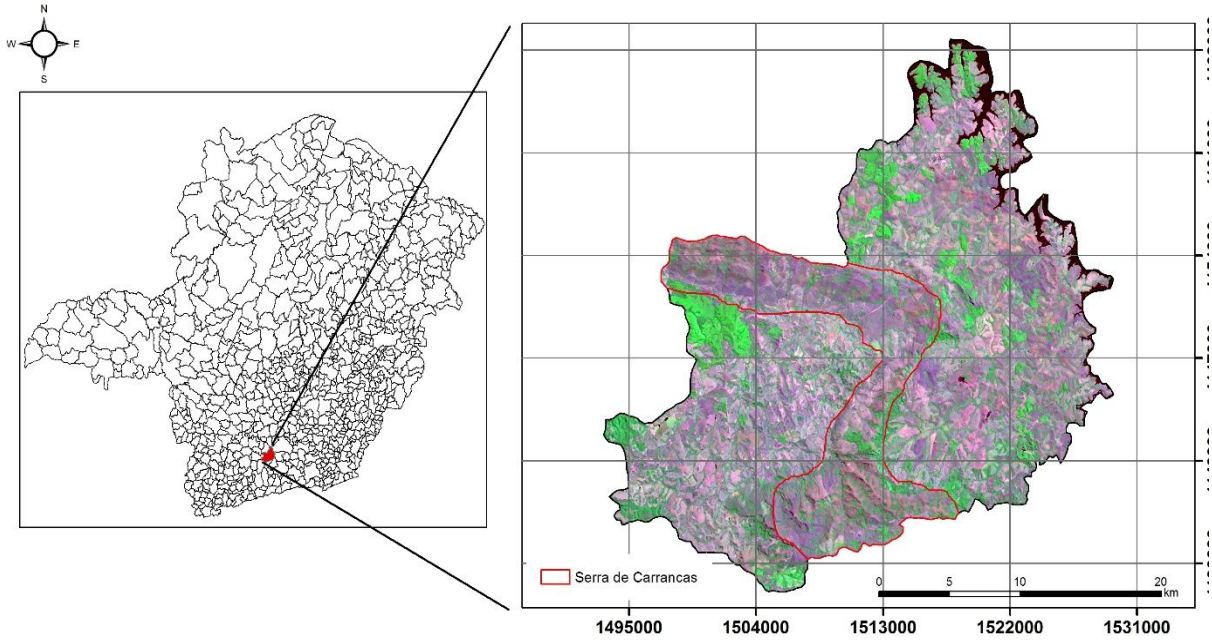


Figura 1 – Município de Carrancas e sua localização no estado de Minas Gerais. Em destaque a Serra de Carrancas.

Utilizou-se um método de ordenação dos parâmetros para calcular o peso atribuído a cada critério. De acordo com o objetivo a ser alcançado, os parâmetros foram ranqueados em função do seu respectivo nível de importância, de modo que aquele que exerce maior influência ocupe a primeira posição seguido dos demais em ordem decrescente de relevância. Como 9 parâmetros estão em análise, ao parâmetro de maior importância foi atribuído valor 9, ao segundo valor 8 e assim sucessivamente, até o último parâmetro listado, ao qual foi atribuído valor 1. Assim, o valor do peso de cada camada foi calculado segundo a fórmula (equação 1):

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

$$Pp_i = \frac{v_i}{\sum_{i=1}^{9} v_i} \quad (1)$$

Em que, Pp_i é o peso calculado para a camada *i* e V é o valor atribuído à camada de acordo com sua posição no ranking.

Variando a ordem de ranqueamento dos parâmetros, foi possível analisar o município de Carrancas, sob diferentes aspectos. Uma primeira análise foi realizada considerando prioritárias a susceptibilidade da área à degradação por agentes contaminantes e integridade da biota local. Em seguida, priorizou-se os fatores biológicos e, posteriormente, deu-se ênfase à locais onde já ocorre degradação e/ou intervenção de natureza antropogênica (Tabela 1).

Tabela 1 - Ranqueamento dos parâmetros em cada análise realizada e respectivas relevâncias atribuídas e pesos calculados.

Ordem	ANÁLISE 1	ANÁLISE 2	ANÁLISE 3	Relevância	Peso
1	Contaminação	Integ. Flora	Compactação	9	0,20
2	Vuln. Solo	Integ. Fauna	Erosão atual	8	0,18
3	Integ. Flora	Vuln. Solo	Vuln. Erosão	7	0,16
4	Integ. Fauna	Compactação	Contaminação	6	0,13
5	Vuln. Erosão	Vuln. Erosão	Minerais - ocor	5	0,11
6	Compactação	Erosão atual	Vuln. Solo	4	0,09
7	Declividade	Declividade	Declividade	3	0,07
8	Minerais – ocor	Contaminação	Integ. Flora	2	0,04
9	Erosão atual	Minerais – ocor	Integ. Fauna	1	0,02

O mesmo princípio foi usado para as classes de cada parâmetro. Neste caso, a atribuição de valores variou entre 1-3, sendo que a classe cujas características são mais relevantes foi atribuído o maior valor. Logo, para todos os parâmetros, às classes baixa, média e alta foram atribuídos os pesos 1, 2 e 3 respectivamente.

O software ArcGIS10.3 foi utilizado na aplicação da álgebra de mapas, ferramenta utilizada na análise multicritério, que consiste na utilização de operações aritméticas para associar diferentes camadas, permitindo agrupar e classificar áreas com características semelhantes (MEDEIROS, 2015). Com base nisto, procurou-se associar o peso calculado para cada camada e o peso atribuído à classe, de maneira que a soma das células sobrepostas de cada parâmetro resulte no valor final referente à prioridade de conservação (Equação 2), (Figura 2).

$$Pcel = \sum_{n=1}^{9} (Pp_i \times Pc_i) \quad (2)$$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Em que, Pcel é o peso calculado para a célula, Pp_i é o peso calculado para a camada *i* e Pc_i é o peso da classe referente à camada *i*.

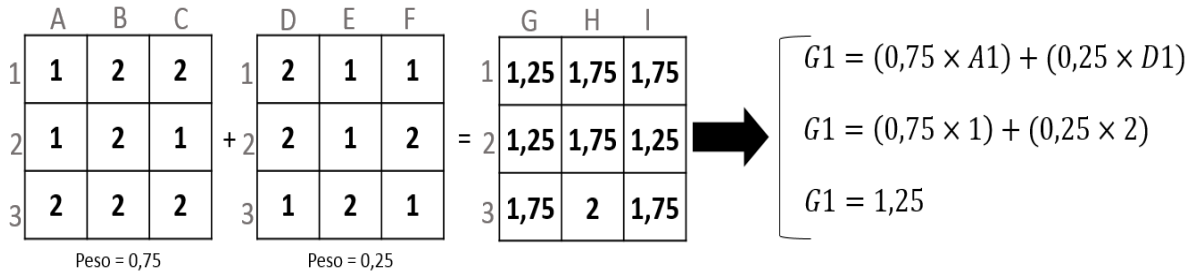


Figura 2 – Representação do cálculo para cada célula realizado na Álgebra de Mapas.

Com o intuito de avaliar a localização das zonas mais prioritárias à conservação com relação às áreas de ocupação urbana, calculou-se a distância euclidiana por meio do software ArcGIS 10.3. A distância euclidiana é a extensão a partir do centro da célula de origem até o centro de cada uma das células circundantes, o algoritmo opera de forma que para cada célula vizinha, a distância da célula de origem é determinada através do cálculo da hipotenusa com x_{max} e y_{max} como os catetos do triângulo (Figura 3).

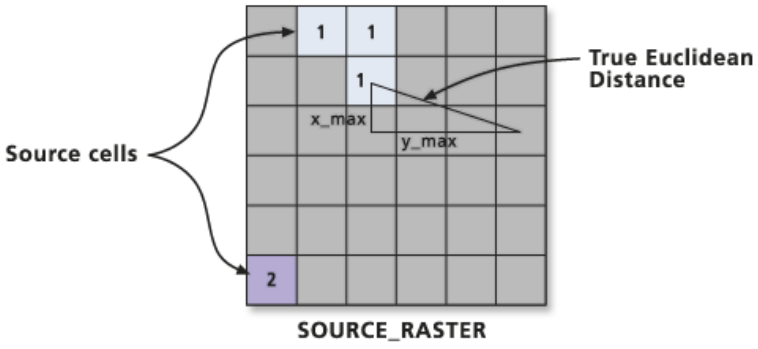


Figura 3 – Representação do cálculo da Distância Euclidiana entre duas células.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 4 ilustra os resultados da análise multicritério para as três condições de ranqueamento consideradas. O tratamento dos dados permitiu observar que, na análise 1, a região que se apresentou mais relevante para preservação está localizada nas áreas central, leste e parte do sul do município. Com ênfase para a Serra de Carrancas, onde ocorreram os maiores valores de célula e de forma mais concentrada espacialmente, coincidindo com a região de maior altitude.

O resultado reflete, principalmente o peso atribuído às camadas contaminação, vulnerabilidade do solo e integridade da flora. Parâmetros estes que ocupam as primeiras posições no ranqueamento e cujas classes "alta" sobrepõe-se onde as células resultantes apresentaram os maiores valores aplicando-se a álgebra de mapas. Além disso, uma pequena área localizada mais ao sul do município foi destacada como de maior relevância. Esta região está situada onde dois dos critérios de maior peso desta análise, Integridade da flora e fauna, têm suas classes "alta" sobrepondo-se.

No que diz respeito ao parâmetro susceptibilidade à contaminação do solo, ressalta-se a inviabilidade de se instalar um empreendimento de extração mineral na região abrangida pela classe "alta" desta camada, uma vez que, este tipo de atividade faz uso de substância de alto potencial contaminante.

Quando os parâmetros biológicos são priorizados (Análise 2), tem-se uma resposta semelhante à anterior no que diz respeito às maiores altitudes. Embora, o intervalo de valores de célula tenha variado de 1,35 a 2,85 na Análise 1 e de 1,62 a 2,89 na Análise 2, células com maiores valores ocorreram com maior frequência na Análise 1.

Como esperado, a região ao sul do mapa citada na análise anterior foi realçada ainda mais, o que se deve aos parâmetros que a deram origem, Integridade da flora e fauna, que ocupam as duas primeiras posições no ranqueamento.

A terceira análise proporcionou resultados semelhantes aos anteriores, em relação às regiões noroeste e sudoeste, em que, há uma baixa prioridade de conservação definida para as três análises.

No entanto, com relação à região sul da Serra de Carrancas, esta se comportou de forma distinta nas três análises. No primeiro caso, a referida área se mostrou com valores maiores de célula comparada à mesma região nas demais análises, logo, tem elevada prioridade de conservação. Provavelmente, isso se deve ao alto peso atribuído às camadas Contaminação e Vulnerabilidade do Solo, cujas classes "Alta" se sobrepões nesta região.

Na segunda análise, a região sul se comportou de maneira oposta, apresentando menores valores de célula. Este fato se deve à contribuição da primeira camada desta análise (integridade da flora) e suas células classificadas como "baixa" abrangendo esta região.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

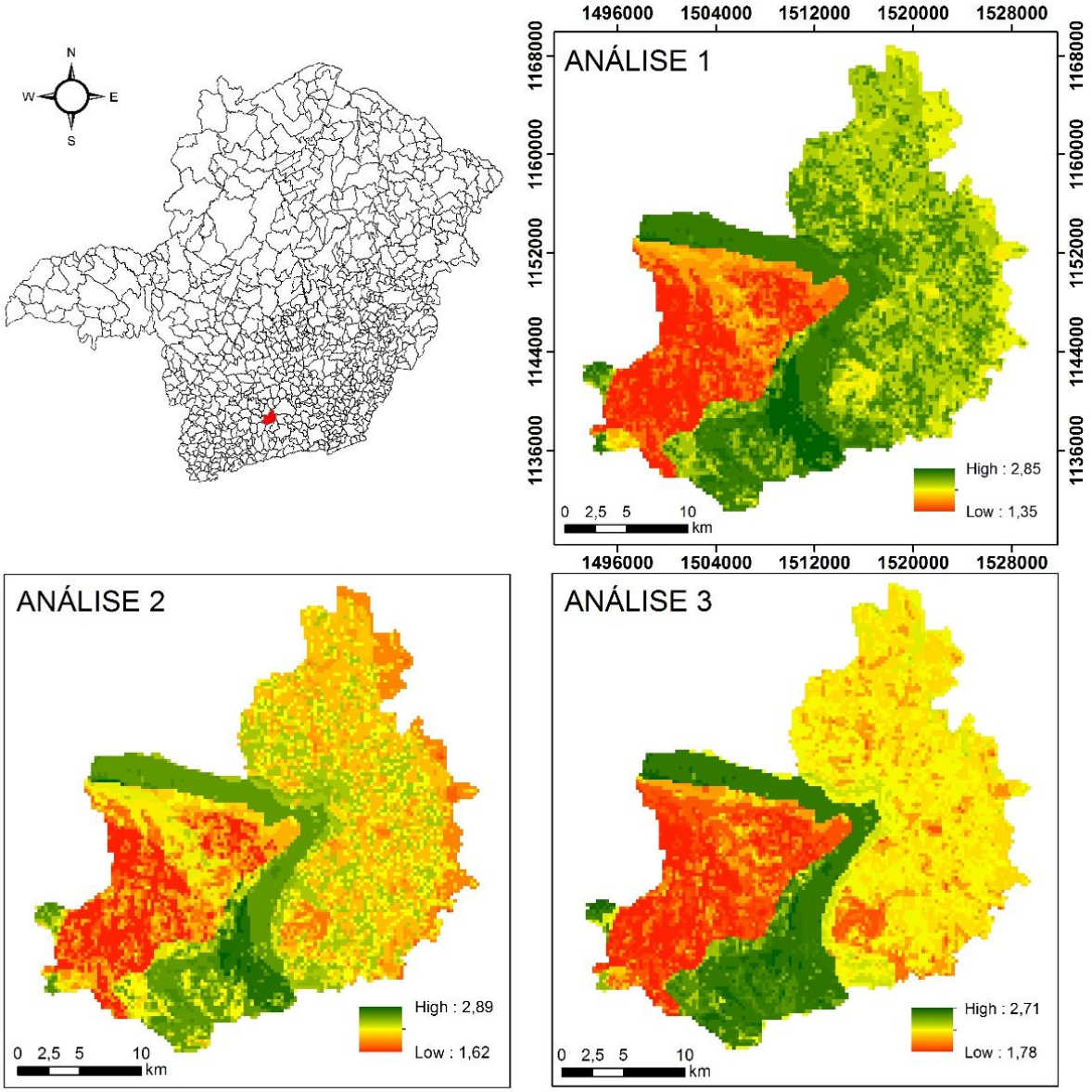


Figura 4 - Caracterização da Área de Carrancas em função da relevância para conservação sob aspecto considerado prioritário em cada uma das três análises realizadas.

Com cálculo da distância euclidiana, foi possível observar que não há ocupação urbana em áreas classificadas como de máxima relevância. Mostrou, ainda, que a área urbana mais próxima das zonas prioritárias para conservação está a aproximadamente 1700m de distância desta (Figura 5.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

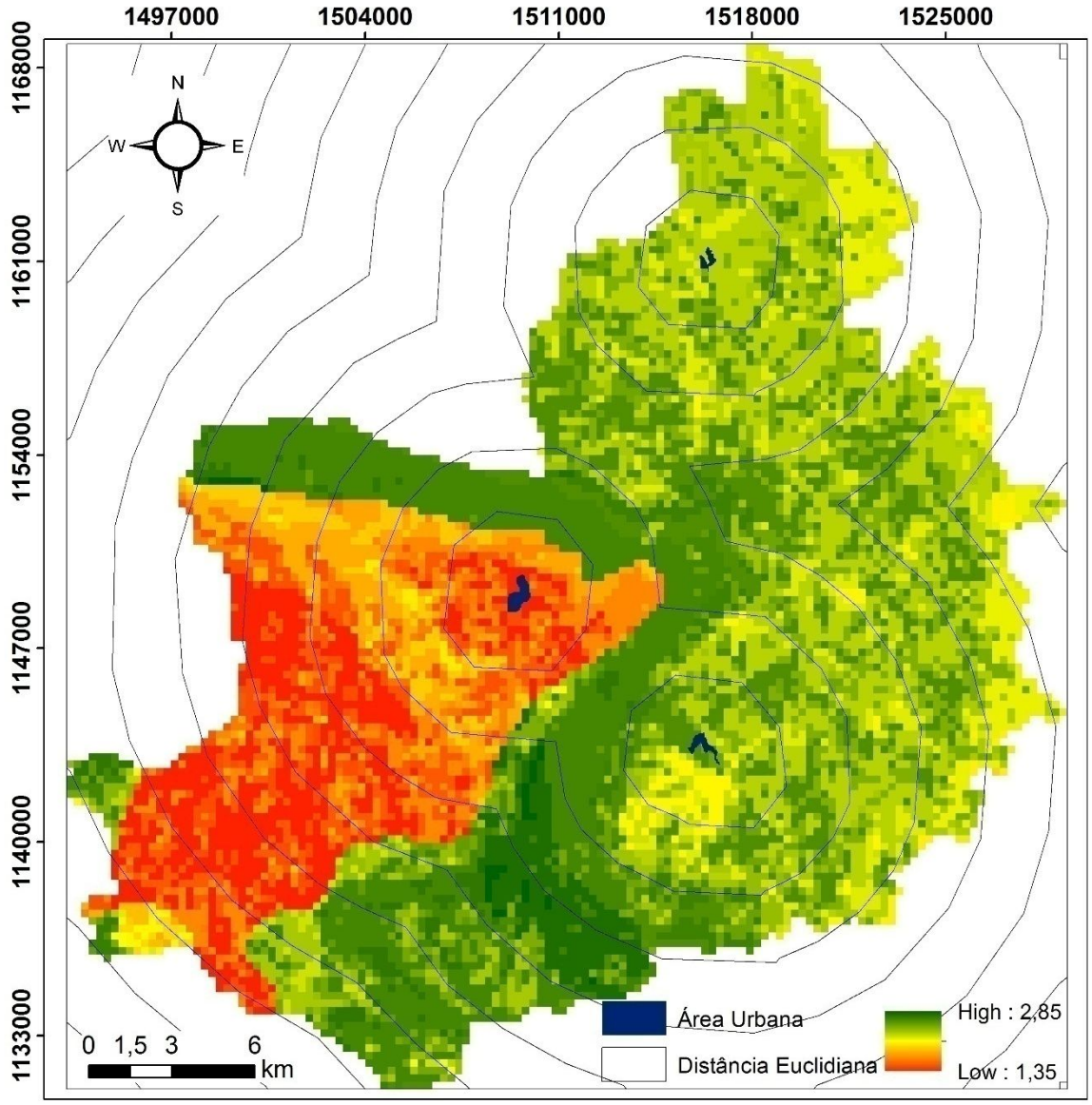


Figura 5 – Representação da Distância Euclidiana sobre o mapa de caracterização do Município de Carrancas incluindo a localização de suas áreas de ocupação urbana.

CONCLUSÕES

A partir das análises realizadas, foi possível observar que a região da Serra de Carrancas foi classificada como de alta relevância para conservação em todos os casos estudados, ao passo que as demais áreas tiveram comportamentos variando de forma mais representativa.

Além disso, conclui-se que com o uso da técnica de Análise Multicritério associado ao emprego do Sistema de Informações Geográficas, tem-se um instrumento de elevado potencial facilitador para auxílio à tomada de decisão e às gestões pública e privada.

REFERÊNCIAS

CONAMA. **RESOLUÇÃO Nº 237** , de 19 de dezembro DE 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Minas Gerais, Carrancas: Infográficos: Dados Gerais do Município**. Disponível em <http://cod.ibge.gov.br/235XV>. Acesso em 12 de set. de 2015.

MEDEIROS, A. **Criando Mapa de Susceptibilidade Erosiva no ArcGIS**. Disponível em <http://andersonmedeiros.com/mapa-suscetibilidade-erosiva-arcgis/>. Acesso em 11 de set. de 2015

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE DA RIGIDEZ DE FIBROCIMENTOS EXTRUDADOS REFORÇADOS COM NANOFIBRILAS CELULÓSICAS

THAÍS FERREIRA DA SILVA[1], MATHEUS FELIPE SILVA[2], ISABELA RODRIGUES DE CAMPOS OLIVEIRA[3], CAMILA FONSECA[4], PAULO RICARDO GHERARDI HEIN[5], GUSTAVO HENRIQUE DENZIN TONOLI[6].

[1] Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFLA, (35)9120-0895, thais.ferret@hotmail.com
[2]Graduando em Engenharia Florestal, UFLA, (35)9826-3160, matheusfelipe_silva@hotmail.com
[3]Graduando em Engenharia Florestal, UFLA, (35)9192-1736, 201220521@engflorestal.ufla.br
[4]Doutoranda em Engenharia de Biomateriais, UFLA, (31)9418-0141, camilafonseca8@hotmail.com
[5] Professor Departamento de Ciências Florestais, UFLA, paulo.hein@dcf.ufla.br
[6] Professor Departamento de Ciências Florestais, UFLA, gustavotonoli@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Uma forma alternativa ao principal processo (Hastschek) para produção de fibrocimento é a extrusão, que permite entre muitas vantagens a produção de compósitos cimentícios com geometrias diferenciadas e requer baixo investimento inicial para produção industrial. Nesse contexto o objetivo desse trabalho foi avaliar a rigidez dos compósitos cimentícios produzidos com nanofibrilas celulósicas por meio de ressonância. Os testes de vibração transversal são vantajosos para aplicação em fibrocimento devido a sua rapidez, facilidade e por não danificarem o material. As nanofibrilas celulósicas foram produzidas em desfibrilador mecânico e caracterizadas quanto a sua morfologia. Os compósitos extrudados foram produzidos com 0,5 e 1,0% (em massa) de nanofibrilas e comparados com compósitos sem nanofibrilas. Foi realizado o envelhecimento natural e em ambiente controlado das três formulações. O módulo de elasticidade (E) dinâmico dos compósitos foi obtido pela avaliação das frequências naturais de vibração flexural e sua variação foi avaliada em função do envelhecimento do material. Verificou-se o aumento do E dinâmico dos compósitos com o aumento do conteúdo de nanofibrilas e com o aumento do tempo de exposição ao envelhecimento. O presente trabalho gerou informações importantes sobre o uso do ensaio de ressonância na classificação dos fibrocimentos e sobre as propriedades das nanofibrilas celulósicas para o desenvolvimento de novos materiais e engenharia de produtos à base de cimento.
PALAVRAS–CHAVE: nanofibras, celulose, fibras vegetais, frequências naturais de vibração, Sonelastic.

NON-DESTRUCTIVE ANALYSIS OF EXTRUDED FIBER-CEMENT REINFORCED WITH CELLULOSE NANOFIBERS

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the performance of extruded cement based composites reinforced with cellulosic nanofibers. Extrusion may be an alternative process for the commonly used Hatschek process, leading to some advantages such as different geometries and low cost of initial investment. Cellulose nanofibers were produced by mechanical defibrillation and characterized about their morphology. Composites were

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

produced with the reinforcement of 0.5 and 1.0% (by mass) of nanofibers, and compared to unreinforced composites. Composites were characterized by natural frequencies of vibration for determination of the dynamic modulus of elasticity (E) according their exposition to natural ageing and ageing in laboratory conditions. The content of 1% of nanofibers and the evolution of ageing led to higher E dynamic. The present work presents important information about the assesment of mechanical properties of the fibercement composites using natural frequencies of vibration; and about the properties of cellulose nanofibers for development of cement-based composites.
KEYWORDS: vegetable fibers, extrusion, cellulose, nanofibers, natural frequencies of vibration.

INTRODUÇÃO

Estruturas em nano escala (um nano é a bilionésima parte de um metro, ou seja, 10^{-9} metros) apresentam propriedades funcionais únicas, não encontradas na macro escala (ASSIS et al., 2012). Um material em nano escala pode se comportar de forma diferente que o mesmo material em partículas maiores com relação a cor, propriedades termodinâmicas, propriedade mecânica, condutividade elétrica, etc. As propriedades dos materiais em nano escala são diferenciadas devido a grande área superficial. Existe portanto o interesse crescente nos possíveis usos das nanofibrilas celulósicas por serem provenientes de um biopolímero abundante na natureza: a celulose. Acredita-se que as nanofibrilas de celulose sejam mais efetivas para reforço do que suas equivalentes em micro/macro escala, devido à interações entre os elementos em nano escala que formam uma rede percolada conectada por ligações de hidrogênio, desde que exista a boa dispersão de nanofibras na matriz (ANGLÉS & DUFRESNE, 2001; NAKAGAITO et al., 2005).

No caso específico das matrizes cimentícias, a inclusão de fibras como reforço tem o intuito de minimizar os efeitos da retração, principalmente, no que diz respeito à fissuração. De acordo com Bentur & Mindess (2007), a diminuição da fissuração devido à incorporação de fibras pode ter um efeito sobre a durabilidade de estruturas de concreto armado, reduzindo a penetração de agentes agressivos (umidade, oxigênio e cloretos) e diminuindo a probabilidade de ocorrência de corrosão de armaduras. Além disso, a ausência de fissuras torna o revestimento de argamassa menos permeável à penetração de chuva em fachadas, reduzindo, desta forma, os problemas causados pela umidade nas edificações.

O cimento-amianto foi o primeiro material de construção fibro-reforçado produzido em escala industrial, que devido ao seu baixo custo e ao seu ótimo comportamento mecânico, tem sido um dos materiais de construção mais utilizados. As fibras vegetais tem sido utilizadas em substituição ao amianto (devido ao seu banimento em diversos países e em alguns estados brasileiros) como reforço de matrizes frágeis à base de cimento. Elas têm despertado grande interesse nos países em desenvolvimento pelo seu baixo custo, disponibilidade, economia de energia, por serem de fonte renovável, não tóxicas e também no que se refere às questões ambientais (MACVICAR et al., 1999). O emprego dos compósitos de matriz cimentícia que possuem fibras vegetais (ou derivados) como reforço em placas, telhas de cobertura e componentes pré-fabricados, pode representar significativa contribuição para o crescimento da infraestrutura em países em desenvolvimento. Nos países desenvolvidos, o uso de fibrocimentos que utilizam polpa celulósica também tem sido

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

consagrado, graças a constantes aperfeiçoamentos das matérias-primas, processos produtivos com consumo racionalizado de energia e custos de investimento cada vez menores (COUTTS, 2005). Atualmente, os compósitos de fibrocimento com fibras celulósicas podem ser encontrados em produtos como telhas, painéis de vedação (paredes) e outros materiais de construção não estruturais, principalmente produtos em placas delgadas.

Quase 85% dos produtos de fibrocimento vendidos no mundo são produzidos pelo processo Hatschek (IKAI et al., 2010), mas este possui um alto custo de investimento para a implementação da linha de produção. Por isso estudos recentes apresentam o processo de extrusão como alternativa econômica de manufatura para produzir elementos construtivos com características mecânicas e físicas semelhantes, ou superiores, aos oriundos do processo Hatschek (QIAN et al., 2003; TAKASHIMA et al., 2003). A extrusão tem demonstrado grandes vantagens como: utilização de máquinas mais simples para produção continuada; produção livre de resíduos líquidos e sólidos; possibilidade de melhor alinhamento das fibras, o que o torna vantajoso para certos produtos; além da utilização de baixa relação água/cimento o que promove uma maior compactação do compósito gerado, resultando em um produto mais resistente e durável para situações de fadiga gerada em processo de envelhecimento natural. Apesar destas vantagens, ainda são necessárias pesquisas para elucidar os aspectos fundamentais sobre as variáveis do processo de extrusão, sobre as matérias-primas empregadas, sobre a possibilidade de melhorar a dispersão do material de reforço quando usando nanofibras celulósicas e sobre a durabilidade dos produtos extrudados obtidos.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da adição de diferentes porcentagens de nanofibrilas no módulo de elasticidade dinâmico de compósitos envelhecidos naturalmente e em laboratório, por meio de ensaio vibração transversal.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das nanofibrilas celulósicas

Polpa Kraft comercial branqueada de eucalipto (híbrido: *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) foi utilizada na obtenção das nanofibrilas celulósicas. As nanofibrilas foram obtidas através de um desfibrilador mecânico conforme sugerido por Guimarães Jr. et al. (2015a; 2015b), utilizando-se o equipamento Super Masscolloider Massuko Sangyo modelo MKCA6-2. Esse equipamento é utilizado no refino em nanoescala de matérias-primas para diversas aplicações, tais como, indústria alimentícia, química, medicina, cosmética, combustível e meio ambiente. Soluções contendo 1% (m/v) de polpa celulósica, saturadas em água durante 48 h, sendo posteriormente agitadas a 2000 rpm por 1 h, foram processadas no desfibrilador mecânico com velocidade de 1500 rpm, com distância de 0,01 mm entre a pedra rotativa e a fixa, ambas de carbeto de silício. A suspensão com aspecto gelatinoso foi obtida depois de 35 passagens pelo desfibrilador. O excesso de água foi removido por filtração. As etapas para obtenção das nanofibrilas são ilustradas na Figura 1.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

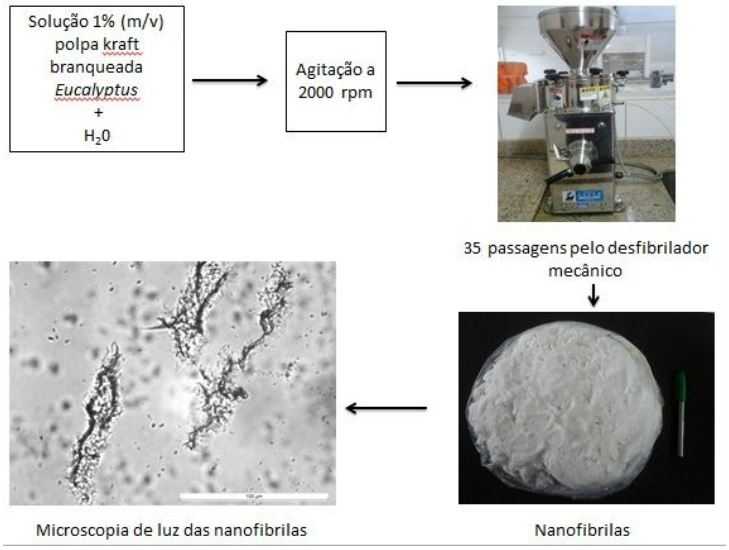


Figura 1. Etapas da produção de nanofibrilas no desfibrilador Supermasscolloider.

Caracterização morfológica das nanofibrilas

As micro/nanofibrilas foram visualizadas em um microscópio eletrônico de transmissão (MET) FEI Tecnai 12 operado em 120 kV. As amostras consistindo de uma suspensão de micro/nanofibrilas foram preparadas com a adição de uranil acetado para melhorar o contraste das amostras. Uma gota da suspensão foi então depositada em grides de cobre (400 mesh) com filme formar e secas antes da visualização no MET. O diâmetro médio das nanofibrilas foi determinado por análise digital das imagens (Image J 1.48v, National Institutes of Health, USA) usando somente imagens representativas. Em torno de 500 medições foram realizadas para análise dos dados de diâmetro das nanofibrilas.

Produção dos compósitos de fibrocimento

A composição (% em massa) das misturas utilizadas para produção dos compósitos esta apresentada na Tabela 1. Foram utilizados como matriz cimentícia o cimento Portland CPV-ARI (NBR 5733, ABNT 1983) e o calcário agrícola moído. Este cimento foi escolhido por não apresentar outras adições minerais em sua composição (como escória de alto forno ou materiais pozolânicos). O calcário foi usado em substituição parcial do cimento Portland, com o objetivo de reduzir custos de produção do fibrocimento, como é normalmente empregado na indústria de fibrocimento. Para auxiliar na reologia da mistura foram utilizados os aditivos Hidroxipropelmetilcelulose (HPMC) e poliéter carboxílico (ADVA). O HPMC foi doado pela empresa Aditex Ltda. e apresentava viscosidade entre 60000 a 70000 cP. Enquanto que o ADVA foi doado pela empresa Grace Brasil Ltda., e apresentava massa específica de 1,1 g/cm³ e pH de 3,4. Em todas as formulações, foram utilizadas 1% de cada aditivo (ADVA e HPMC).

Tabela 1. Composição das misturas dos compósitos a serem extrudados .

Tratamentos	Cimento (%)	Calcário (%)	Nanofibrilas (%)
1	63,2	34,8	0,0
2	62,9	34,6	0,5
3	62,6	34,4	1,0

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Os compósitos foram obtidos em uma extrusora de laboratório Verdés modelo 51. Placas de fibrocimento com dimensões nominais de 28 mm de largura, 200 mm de comprimento e 18 mm de espessura foram preparadas pela extrusora em laboratório.

Após a moldagem, as placas foram armazenadas em saco plástico selado para cura em temperatura ambiente por 3 dias. Em seguida as placas foram submetidas a cura térmica (em torno de 60^{o}C por 7 dias) em ambiente com alta umidade relativa (>90% UR) para acelerar e/ou otimizar o processo de cura (total de 10 dias). Foram preparadas 6 corpos de prova para cada série / tratamento. Na Figura 2 estão representadas as etapas da produção dos compósitos.



Figura 2. Etapas de produção dos compósitos extrudados.

Envelhecimento natural e em laboratório

Para o envelhecimento natural, os corpos de prova foram colocados em bancada com inclinação de 45º com a superfície do terreno e com as faces expostas às intempéries voltadas para o norte verdadeiro. A bancadas estão localizadas em Lavras/MG, onde a temperatura média anual é de 27ºC e a umidade relativa (UR) é em torno de 60%.

Para o envelhecimento em laboratório, os corpos de prova foram colocados em uma sala climatizada com temperatura de 18,5ºC e umidade relativa (UR) de 59%.

Caracterização dos compósitos por frequência de vibração

Para determinar o módulo de elasticidade dinâmico foi utilizado frequências naturais de vibração por meio do equipamento Sonelastic da ATCP, na Unidade Experimental em Painéis de Madeira – Departamento de Ciências Florestais, UFLA-MG. A principal vantagem da utilização do teste dinâmico para determinação do módulo de elasticidade é que é um ensaio não destrutivo, sendo possível a utilização dos corpos de prova em outras analises. Os métodos dinâmicos são normatizados e utilizados, principalmente para materiais compósitos frágeis. Para esse ensaio foram utilizados corpos de prova prismáticos com dimensões médias de 18 mm x 28 mm x 200 mm. Foram ensaiados 3 corpos de prova envelhecidos naturalmente e 3 dispostos em bancada de laboratório por aproximadamente 135 dias para cada formulação analisada.

O equipamento para avaliação das frequências de vibração consiste nos seguintes dispositivos: pulsador, transdutor excitador que converte sinal elétrico em vibração mecânica,

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

suporte para barra, transdutor de recepção que converte vibração mecânica em sinal elétrico, frequencímetro, osciloscópio, computador e software Sonelastic. O corpo de prova é submetido a um impacto de curta duração e responde com vibrações em suas frequências naturais de vibração de acordo com as condições de contorno impostas. O pulsador é o dispositivo que aplica o impacto no corpo de prova para gerar as vibrações mecânicas, sem danificá-lo; e os transdutores captam a resposta acústica e a transforma em sinal elétrico, ou vice-versa, de maneira a possibilitar a leitura das frequências de vibração. O cálculo do módulo elástico dinâmico no modo de vibração flexural foi realizado como mostrado pela eq. (1) e segundo o procedimento E1876 da ASTM (2007).

$$E = 0{,}9465\left(\frac{m*f_f^2}{b}\right)*\left(\frac{L^3}{t^3}\right)*T1 \qquad (1)$$

Onde, E é o módulo elástico; m é a massa do corpo de prova (g); L é o comprimento (mm), b é a largura (mm) e t é a altura do corpo de prova (mm); f_f é a frequência de ressonância fundamental flexional (Hz); T1 é um fator de correção para o modo fundamental flexional, que depende da razão de Poisson μe da razão de aspecto do corpo de prova dado pela eq. (2).

$$T1 = 1 + 6{,}585*(1 + 0{,}0752*\mu + 0{,}8109*\mu^2)*\left(\frac{t^2}{L^2}\right)2 - 0{,}868*\left(\frac{t^4}{L^4}\right) - \left[\frac{8{,}34*(1+0{,}2023*\mu+2{,}173*\mu^2)*\left(\frac{t^4}{L^4}\right)}{1+6{,}338*(1+0{,}1408*\mu+1{,}536*\mu^2*\left(\frac{t^2}{L^2}\right)}\right]\alpha \qquad (2)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Morfologia das nanofibrilas obtidas

A Figura 3 mostra imagens de microscopia eletrônica de transmissão (MET) das nanofibrilas de eucalipto obtidas. As medições do diâmetro das nanofibrilas mostraram que somente 55% das nanofibrilas apresenta diâmetro inferior a 40 nm. O diâmetro médio das nanofibrilas obtidas é de aproximadamente 50±4,1 nm.

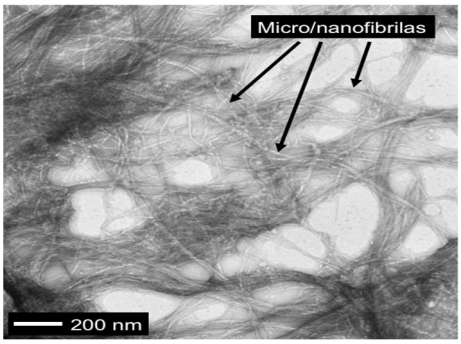


Figura 3. Microscopia eletrônica de transmissão (MET) das micro/nanofibrilas obtidas pela desfribilação mecânica da polpa de eucalipto.

Caracterização dos compósitos

A evolução do módulo de elasticidade dinâmico dos compósitos com diferentes conteúdos de nanofibrilas, com o envelhecimento natural está demonstrada na Figura 4 e com o envelhecimento em bancada de laboratório está na Figura 5. A técnica de avaliação por

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

frequências de vibração permitiu identificar os aumentos e decréscimos de rigidez dos compósitos de fibrocimento com a evolução do tempo de exposição. Esta técnica também foi efetiva na identificação do efeito da inclusão das nanofibrilas na rigidez dos compósitos.

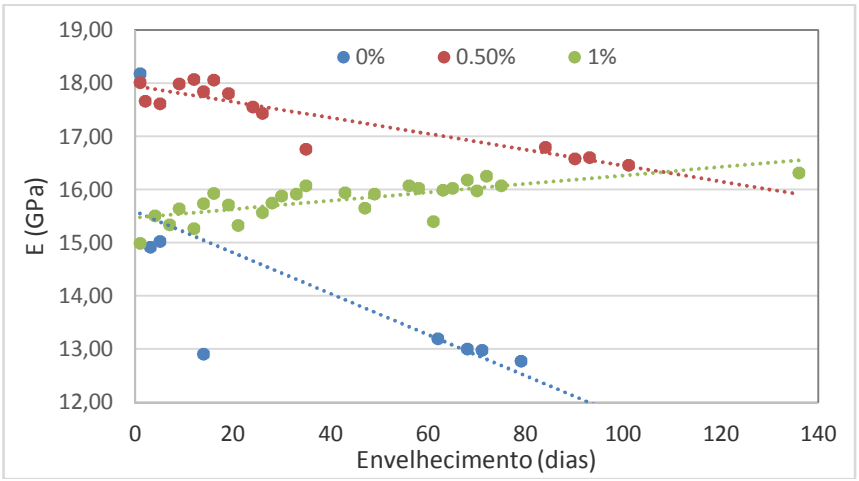


Figura 4. Evolução do módulo elástico dinâmico (E) dos fibrocimentos com diferentes porcentagens de nanofibrilas, com o tempo de envelhecimento natural.

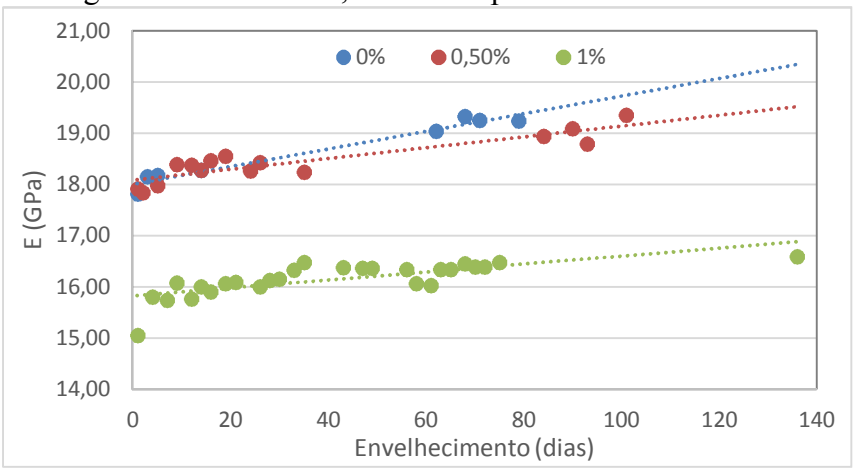


Figura 5. Evolução do módulo elástico dinâmico (E) dos fibrocimentos com diferentes porcentagens de nanofibrilas, com o tempo de envelhecimento em laboratório.

Para o envelhecimento natural (Figura 4) pode-se notar que o valor do módulo de elasticidade (E) para os fibrocimentos sem reforço (controle) diminuiu com o tempo, demonstrando que os fibrocimentos ficaram menos rígidos com a exposição as intempéries. As amostras extrudadas com 0,5% de nanofibrilas celulósicas apresentaram valores superiores de E, porém com a evolução do envelhecimento apresentaram redução do E. Com relação as amostras extrudadas com 1% de nanofibrilas, ocorreu o aumento do E demonstrando que as nanofibrilas são efetivas para o aumento da rigidez dos corpos de prova. Esse fato pode estar relacionado com a re-precipitação dos produtos de hidratação do cimento nos poros da matriz e ao redor das nanofibrilas durante a exposição as intempéries, resultando no aumento da adesão entre as nanofibrilas e a matriz cimentícia. O aumento da rigidez com o tempo é amplamente reportado na literatura (TONOLI et al., 2009; TONOLI et al., 2011) e esse

comportamento foi identificado com sucesso pela técnica não-destrutiva adotada neste trabalho.

Para o envelhecimento em laboratório (Figura 5) os valores do módulo elástico dinâmico (E) aumentaram com o tempo de envelhecimento, porém os compósitos com 1% de nanofibrilas foram o que obtiveram menores valores de E. Esse resultado pode ter ocorrido devido a uma má distribuição das nanofibrilas dentro da matriz, sendo que essas podem ter ficado aglomeradas ou não desfibrilaram adequadamente durante a mistura. Adicionalmente, nesse caso o local de envelhecimento não permitiu a re-hidratação dos compósitos e por isso ocorreu menos re-precipitação de produtos do cimento nos poros da matriz e ao redor das nanofibrilas. Esses fatores podem atuar isoladamente ou em conjunto.

CONCLUSÕES

A avaliação do módulo elástico dinâmico (E) por vibração em frequências naturais durante o envelhecimento natural permitiu identificar os aumentos de rigidez dos compósitos em função do tempo de exposição as intempéries. Foi demonstrado também que esta técnica não-destrutiva permitiu identificar o aumento da rigidez com a inclusão das nanofibrilas celulósicas. Para o envelhecimento em laboratório a adição de nanofibrilas não aumentaram o E dinâmico, provavelmente devido a ausência das intempéries que causam a re-hidratação da matriz cimentícia e reprecipitação nos poros da matriz. Este trabalho ainda em andamento contribui para a definição e adaptação de procedimentos não-destrutivos para identificação e acompanhamento de mudanças microestruturais e no desempenho mecânico de compósitos de fibrocimento submetidos a diferentes processos de envelhecimento e exposição aos agentes degradantes.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Processos n. 484082/2013-2; 309796/2012-1; 506506/2013-4), À FAPEMIG (Processo n. APQ-01188-11), a CAPES, a Rede Brasileira de Compósitos e Nanocompósitos Lignocelulósicos (RELIGAR), e a Universidade Federal de Lavras (UFLA-MG).

REFERÊNCIAS

ANGLÈS M.N., DUFRESNE A. Plasticized starch/tunicin whisker nanocomposites. 2. **Mechanical behavior**. Macromolecules, v.34, p.2921-2931, 2001.

ASSIS, L. M. de et al. Revisão: características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos. **Braz. J. Food Technol**., Campinas , v. 15, n. 2, June 2012.

ASTM E 1876. Standard Test Method for Dynamic Young's Modulus, Shear Modulus and Poisson's Ratio by Impulse Excitation of Vibration.West Conshohocken, PA, USA. 2007. **Anais...**2007.

BENTUR, S.; MINDESS, A. Fibre Reinforced Cementitous Composites. [s.l: s.n.], 2007.

COUTTS R.S. P. A review of Australian research into natural fibre cement composites. **Cement & Concrete Composites** 27 p.518-526, 2005.

GUIMARÃES JR. M. et al. Preparation of cellulose nanofibrils from bamboo pulp by mechanical defibrillation for their applications in biodegradable composites. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology**, v.15, p.6751-6768, 2015a.

GUIMARÃES JR. M. et al. Starch/PVA-based nanocomposites reinforced with bamboo nanofibrils. **Industrial Crops and Products**. 70:72–83, 2015b.

IKAI, S. et al. Asbestos-free technology with new high toughness polypropylene (PP) fibers in air-cured Hatschek process. **Construction and Building Materials**, v. 24, n. 2, p. 171–180, 2010.

MACVICAR R., MATUANA L. M., BALATINECZ J.J. Aging mechanism in cellulose fiber reinforced cement composites. **Cem Concr Comp** 1999; 21:189–96.

NAKAGAITO A., IWAMOTO S., YANO H. Bacterial cellulose: the ultimate nano-scalar cellulose morphology for the production of high-strength composites**. ApplPhysA** 80:93–97. 2005.

QIAN, X. et al. Fiber alignment and property direction dependency of FRC extrudate. **Cement and Concrete Research**, v. 33, n. 10, p. 1575–1581, 2003.

TAKASHIMA, H. et al. A design approach for the mechanical properties of polypropylene discontinuous fiber reinforced cementitious composites by extrusion molding. **Engineering Fracture Mechanics**, v. 70, n. 7-8, p. 853–870, 2003.

TONOLI, G. H. D.; et al. Cellulose modified fibres in cement based composites. **Composites. Part A, Applied Science and Manufacturing**, v. 40, p. 2046-2053, 2009.

TONOLI, G. H. D.; et al. Hybrid reinforcement of sisal and polypropylene fibres in cement based composites. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 23, p. 177-187, 2011.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE PRÁTICA POR MEIO DE SIMULAÇÃO DE EVENTOS DISCRETOS EM UMA INDÚSTRIA DE MÓVEIS

IORRANA VASCONCELOS[1], ARTHUR FEITAL LEITE[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO NETO[4]

[1] Graduanda em Engenharia da produção, Fundação Presidente Antônio Carlos, iorranavasconcelos@hotmail.com
[2] Graduado em Engenharia da Produção, Fundação presidente Antônio Carlos,
[3] Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, israeliasbik@gmail.com
[4] Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamatoneto@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO Difundir a simulação de eventos discretos como excelente técnica para tomada de decisão, de forma a avaliar o número de recursos necessários para cada atividade produtiva e ministrar planejamentos exequíveis, por meio de um modelo computacional em uma indústria de móveis. Essa metodologia é testada através de uma análise teórica e um estudo de caso aplicado em um setor de estofados, onde as operações estão sujeitas a grande variabilidade por serem executadas manualmente. Assim, a construção de um modelo computacional por meio da utilização da linguagem de simulação do *software* Arena® é utilizado para tomar as decisões que otimizem os processos. Logo, o estudo de caso possibilitou através deste modelo, avaliar as necessidades de contratação e investimento para cada processo produtivo e realizar planejamentos exequíveis de acordo com a realidade prática da produção. Mostrar os benefícios da simulação de eventos discretos, bem como a utilização de uma linguagem de simulação para agilidade e confiabilidade dos resultados. Por fim, possibilitar a continuidade da pesquisa de forma a avaliar e identificar outras variáveis que são passíveis de aleatoriedade, ou seja, incerteza como falhas em equipamentos e manutenção dos mesmos e buscar meios que possibilitem automatização dos processos.
PALAVRAS–CHAVE: Simulação de eventos discretos, modelagem computacional.

PRACTICAL ANALYSIS BY MEANS OF DISCRETE EVENT SILMULATION ON A FURNITURE INDUSTRY

ABSTRACT: Diffuse the discrete event simulation as an excellent technique for decision making, in order to evaluate the number of resources for each productive activity and provide practicable planning, by means of a computational model on a furniture industry. This methodology is tested by a theoretical analysis and by a case study applied in an upholstered furniture sector, where the operations are exposed to great variability because of being manually executed. Therefore, the making of a computational model by means of the using of the simulation software Arena is used for making decisions that improves the processes. Hence, the case study enabled by means of this model, to evaluate the necessity of hiring and investing in each productive process and to execute practicable planning according to the practical reality of the production process. Demonstrate the benefits of the simulation of

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

discrete events, as well as the using of a simulation language for agility and reliability of the results. Lastly, enable the continuity of this research in order to evaluate and identify other variants which can be aleatory, in other words, uncertainties like failures and maintenance in equipments and find means that allow the automation of the processes.
KEYWORDS: Discrete event simulation, computational modeling.

INTRODUÇÃO

Atualmente, com a forte concorrência entre as indústrias, evitar investimentos desnecessários ou por vezes equivocados, tornou-se uma grande vantagem competitiva, impedindo a descapitalização no caixa da empresa. Com advento da simulação computacional, é possível então, descrever um sistema real transformando-o em um modelo para conduzir experimentos com o mesmo. Assim, o número de pessoas, máquinas, recursos para a atividade produtiva serão analisados antes mesmo de serem adquiridos (PRADO, 2009).

A produção então deve ser dimensionada de forma que atenda à demanda com custos mínimos, de maneira que mantenha altos níveis de produtividade. Essa, que por sua vez é a razão entre *outputs* (saídas: produtos, serviços, funções de transformação) e *inputs* (entradas: insumos, recursos necessários, instalações, capital, mão de obra, tecnologia, energia elétrica, informações e outros) (MARTINS; LAUGENI, 2005).

A técnica de simulação é uma ferramenta da Pesquisa Operacional, que é um método científico aplicado na resolução de problemas complexos, centrado em tomada de decisões através de modelos quantitativos. Logo, a simulação é uma ferramenta para análise e tomada de decisão. De acordo com Prado (2010, p.24): "Simulação é uma técnica de solução de um problema pela análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema usando um computador digital."

A simulação pode ser aplicada a vários tipos de sistemas. A Simulação de Eventos Discretos e Estocásticos, que é utilizada para modelar sistemas em que seu estado muda discretamente no tempo, não de forma contínua. O processo não segue a um padrão determinístico de entradas e saídas, mas aleatório, geralmente atribuído por uma distribuição probabilística que melhor representa o fenômeno real estudado (FREITAS FILHO, 2008).

O computador é uma ferramenta essencial para a simulação, e com a sua difusão, várias empresas especializadas em desenvolvimento de softwares se interessaram, como consequência foi desenvolvido vários *softwares* de simulação de eventos discretos. Os mais conhecidos atualmente são: ARENA®, PROMODEL, SIMIO, TAYLOR, AUTOMOD. O *software* ARENA®, desenvolvido pela Rockwell, um ambiente gráfico integrado de simulação, que comporta todos os recursos para modelagem de processos, desenho e animação, análise estatística e análise de resultados (PRADO, 2010).

O objetivo deste trabalho é difundir a simulação computacional como uma ótima ferramenta de análise e decisão. Criar um modelo de simulação computacional utilizando o *software* ARENA® para conduzir experimentos e análises no setor de estofados de uma indústria de móveis. Este modelo auxilia alcançar os objetivos específicos dessa metodologia que é definir as quantidades de recursos (equipamentos, máquinas, pessoas, outros) e a alocação dos mesmos em cada estação de trabalho, para então atender à demanda de mercado com eficiência e economia, por meio de uma análise prévia.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A justificativa de se utilizar a simulação computacional nessa metodologia se dá por que:
• Minimiza gastos, justificando os investimentos.
• Aperfeiçoa o processo, evitando gargalos, nivelando a capacidade produtiva dos recursos.
• Reduz riscos, analisando as mudanças antes mesmo que qualquer uma seja aplicada no sistema real.

Conceito de simulação:

A palavra simulação remete a vários significados, pois é aplicada em várias áreas do conhecimento. De modo geral, a simulação pode ser explicada como a imitação do mundo real.

Evidentemente, a simulação tem um conceito mais técnico e estrito, segundo Freitas Filho (2008), pois consiste em projetar um modelo para descrever o comportamento de um sistema real, desenvolver teorias e hipóteses considerando as observações realizadas e usar para antever o comportamento futuro devido à ação ocasionada por modificações no sistema ou nas metodologias empregadas em sua operação.

Chwif e Medina (2010), classificam a simulação em duas grandes categorias: simulação não computacional e simulação computacional. Então nada impede que a técnica seja efetuada manualmente, mas a realização da mesma requer muito trabalho para desempenhar cálculos, assim com o avanço tecnológico o computador passa a ser uma ferramenta aliada e fundamental.

Geralmente, os textos clássicos de simulação citam várias definições do que é simulação. Chwif e Medina (2010) fazem uma apresentação diferente, definem o que não é simulação, apoiado no que normalmente o senso comum acha sobre a mesma.

Simulação não é uma bola de cristal: A simulação não pode prever o futuro. O que pode ser predito é o comportamento de um sistema apoiado em dados de entradas específicos e com respeito a um conjunto de premissas. Tudo realizado com um certo nível de confiança.

A simulação não é um modelo matemático: A simulação não pode ser reduzida a um simples cálculo ou a uma formula matemática, visto que não há uma "expressão analítica fechada" ou qualquer conjunto de equações que, uma vez fornecidos os valores de entrada, é gerado os resultados sobre o comportamento do sistema.

A simulação não é uma ferramenta estritamente de otimização: Embora possa ser combinada com algoritmos de otimização, a simulação é uma ferramenta de análise de cenários, logo não é por si só uma ferramenta de otimização capaz de identificar uma solução ótima.

A simulação não é substitutiva do pensamento inteligente: A simulação não substitui o pensamento humano nas tomadas de decisões.

A simulação não é uma técnica de último recurso. Anteriormente a simulação era empregada quando todas outras possíveis falhassem, porém, a simulação é uma das técnicas mais aplicadas na Pesquisa Operacional e na Ciência da Administração.

A simulação não é uma panaceia para solucionar todos os problemas, é mais bem aplicada em problemas complexos e estocásticos.

Conceito de Modelos:

Avaliar o desempenho de um sistema e propor melhorias é relevante. A concepção de um modelo que é a representação do real, faz-se de capaz medir seu desempenho, compreendê-lo e propiciar mudanças sem riscos ao funcionamento do sistema.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

O modelo é uma simplificação do sistema real, mas com o nível de detalhes capaz de proporcionar a validação das conclusões elaboradas (PRADO, 2010).

Conceitos utilizadas em modelagem e simulação de sistemas:

Na prática de modelagem e simulação de sistemas é comum utilizar alguns conceitos básicos. É importante lembrar que outros autores podem adotar termos diferentes. Baseado em Freitas Filho (2008) estão a seguir algumas nomenclaturas:

• Variáveis de Estado: como o próprio nome traduz, são variáveis em que os valores determinam o estado do sistema em algum momento. São informações necessárias para a compreensão do comportamento do sistema ou modelo, relacionado aos arranjos de estudo. O número de peças à espera do processo em uma máquina (fila) define, por exemplo, o estado da máquina em ocupada ou livre.

• Eventos: são acontecimentos, programados e/ou não programados, que promovem a mudança de estado. A ocorrência de um evento é responsável por alterar ao menos uma variável de estado. Como exemplo, a chegada de clientes a um banco, altera o estado do sistema, no caso, os atendentes para ocupado, caso já não estejam, e o tamanho da fila de espera, para o atendimento.

• Entidades e Atributos: As entidades correspondem aos objetos que compõem o sistema em estudo. Essas entidades que são caracterizadas por atributos, dessa forma, podem-se dar nome, roteiro de fabricação, tempo médio de processamento, entre outras particularidades. As entidades são classificadas em estáticas (não se movem pelo sistema) e dinâmicas (se movem pelo sistema). Para exemplificar, em uma fábrica, as peças produzidas se movem pelas máquinas para processamento, as peças são entidades dinâmicas e as máquinas entidades estáticas, ainda, os atributos da peça podem ser investigados, como, tempo de processamento, demanda do mercado entre outros.

• Recursos: são entidades estáticas. São responsáveis por fornecer serviços às entidades dinâmicas.

• Filas: são o conjunto permanente ou temporárias de entidades associadas a algum recurso e são facilmente entendidas pelas pessoas através das suas experiências no dia a dia, por exemplo, quando vão a banco, ao barbeiro.

• Atividade: Em simulação atividade refere-se a um período de tempo predeterminado. Este período de tempo que por sua vez, admite valores constantes ou baseado em uma expressão matemática ou a partir de uma distribuição de probabilidade.

• Períodos de Espera: são intervalos de tempo que de modo geral, o seu comprimento é desconhecido (não se tem controle). Em analogia, um caso típico de períodos de esperas, são os tempos dispendidos em filas.

• Tempo Simulado (Real) e Tempo de Simulação: é muito importante entender a diferença entre tempo simulado, que se refere ao tempo do funcionamento real do sistema, e tempo de simulação, que corresponde ao tempo para execução do modelo. Citando o caso, em um porto, as atividades, o tempo simulado (real), dispende de muito tempo. A partir de um modelo de simulação é possível acelerar os eventos (tempo de simulação) de modo a obter mais rápido, os resultados. Em outra situação, agora um modelo de rede de computadores, os eventos podem ocorrer numa unidade de tempo na casa de milissegundos, neste caso, é possível desacelerar os eventos e melhor analisar o comportamento do sistema.

Etapas para o projeto de simulação:

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Em todo estudo de simulação é utilizado o termo projeto, para caracterizar um esforço temporário, isto é, possui início e fim e a realização das atividades propostas são divididas em etapas. Como exemplo, o desenvolvimento de um produto é executado por projeto.
Baseado em pergunta feitas a profissionais do ramo, Prado (2010) define que um projeto de simulação para ser bem-sucedido deve:
• O cliente/usuário fica satisfeito com o produto recebido
• O modelo desenvolvido:
1. Deve resolver o problema.
2. Deve gastar um tempo aceitável para ser desenvolvido.
3. Deve ter um custo aceitável.
4. Deve ser bem documentado.
5. Deve aceitar alterações de dados do cenário sem alterações no código.

Estatística aplicada à simulação:

A maioria dos sistemas os quais se deseja modelar, são regidos por acontecimentos aleatórios. Isto é, são estocásticos e não determinísticos, dado que suas alterações ocorrem de forma probabilística.

Assim, na técnica de simulação, cujo sistema tem comportamento estocástico, é indispensável que o modelo apresente o mesmo comportamento. Esse objetivo é auferido por meio da aplicação de distribuições de probabilidade (FREITAS FILHO, 2008).

Em modelos de simulação, o objetivo é representar experimentos aleatórios. Estes que são representados por meio de variáveis aleatórias. Segundo Montgomery; Runger (2013, p. 39): "Uma variável aleatória é uma função que confere um número real a cada resultado no espaço amostral de um experimento aleatório."

Montgomery; Runger (2013, p.39) classificam as variáveis aleatórias em discretas e contínuas. "Uma variável aleatória discreta é uma variável aleatória com faixa finita (ou infinita contável). Uma variável aleatória contínua é uma variável aleatória com um intervalo (tanto finito como infinito) de números reais para sua faixa."
São exemplos de variáveis aleatórias contínuas: peso, temperatura, tempo (MONTGOMERY; RUNGER, 2013).

São exemplo de variáveis aleatórias discretas: número de peças defeituosas, número de pessoas em uma fila (MONTGOMERY; RUNGER, 2013).

Deste modo, em simulação, a modelagem de dados é importante para descrever o comportamento de acordo com uma distribuição de probabilidade. (BATEMAM *et al*., 2013)

Simulação aplicada à indústria de móveis:

A escolha da aplicação da simulação em um setor de estofados em uma indústria moveleira é por todo o seu processo realizado de forma manual. Como é proposto por Galinari, Teixeira Junior e Morgado (2013, p. 229): "a existência de etapas do processo produtivo cuja automação é difícil, como montagem e estofamento". Assim, todas atividades estão sujeitas a variabilidade no tempo de execução das atividades.

A metodologia do estudo foi o estudo de caso. Os dados foram coletados no período de julho e agosto do ano de 2014 na empresa Móveis Rufato Ltda, situada na cidade de Rodeiro, Minas Gerais.

A primeira etapa para o estudo de simulação é definir os objetivos. Em um mesmo modelo o objetivo é definir quantidade de mão de obra para atendimento da demanda em cada

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

processo produtivo, assim nivelar a capacidade produtiva. A formulação do modelo conceitual considerou as seguintes atividades: montar esqueleto, lixar, colar espuma, encapar, cortar tecido, costurar, estofar e por fim, embalar.

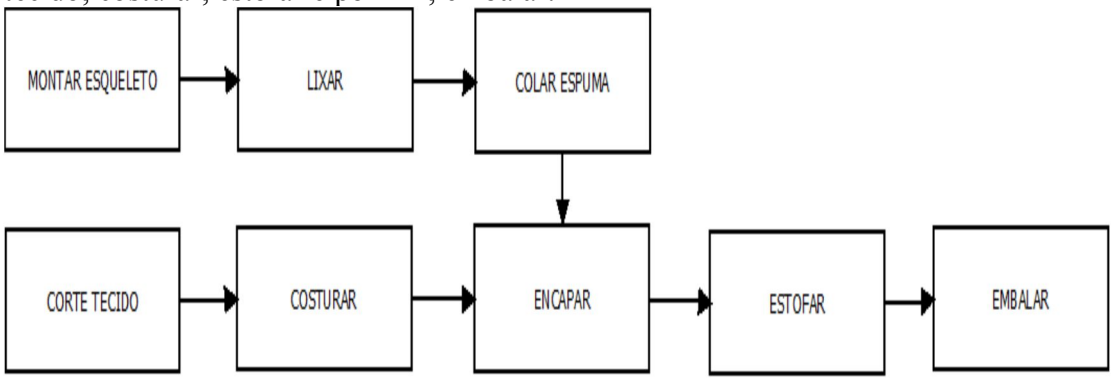


FIGURA 1 - Fluxograma de atividades, produtos
Fonte: O autor.

Os fluxogramas (Modelos Conceituais) são utilizados para nortear as coletas de dados e auxiliar a tradução do modelo (FREITAS FILHO, 2008).

MATERIAIS E MÉTODOS

A etapa de macroinformações e dados, foi levantada a demanda de mercado para cada produto e os tempos das atividades para cada produto e por fim realizados todos os tratamentos de dados.

A coleta do tempo de atividades foi realizada por meio de observação das atividades em campo no período de julho e agosto de 2014. Foram coletados 100 elementos para cada atividade e produto.

Os dados gerados a partir das replicações foram analisados através do planejamento, por meio de uma demanda calculada e a prioridade de cada produto foi definida através do menor tempo médio de produção, mas nada impede que este modelo seja utilizado para avaliar o planejamento real da necessidade diária e considerar a prioridade do pedido.

TABELA 1: Demanda de volume/ dia produção

Produto	Quantidade de cadeiras vendidas em 3 meses	Média Móvel mensal	Volumes (embalagem c/ 2 cadeiras)	Volumes/Dia
Verona	18160	6054	3027	138
Viena	11760	3920	1960	90
Aurora	7820	2607	1304	60
Viva/Bari	7428	2476	1238	57
Diamante	6836	2279	1140	52
Barcelona	3948	1316	658	30
Veneza	2514	838	419	20

Fonte: O Autor

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADO E DISCUSSÃO

Após 22 replicações o que representa os 22 dias (500 minutos por dia) trabalhados em um mês, a média percentual de atendimento da demanda para cada dia foi de 75,60%, desta forma 24,40% da média percentual deixaria de ser atendida. Esta avaliação é evidenciada no sistema real, devido à constante necessidade de hora extra para atingir a meta planejada.

No mesmo modelo foi avaliada a quantidade de horas extra que serão necessárias para atender ao planejamento. O tempo de um dia de trabalho é 500 minutos, o tempo simulado necessário para atender à demanda, constatado após as replicações, foi a média de 722 min. Deste modo será necessário uma média de 3,7 horas adicionais, o que aumenta o custo da operação. A hora extra é necessária ser realizada nos setores de estofar, encapar e costurar.

Projeto Experimental:

Na etapa do projeto experimental a meta é atingir o objetivo do projeto de simulação. Para nivelar a capacidade foram realizados experimentos que resultaram na capacidade ideal de cada processo para realizar o planejamento da demanda na produção durante o funcionamento normal (500 minutos).

A tabela 2 representa um comparativo do sistema com o modelo do projeto experimental em relação à capacidade.

TABELA 2 - Comparativo da capacidade entre sistema e projeto experimental.

Atividade	Sistema	Projeto Experimental
Montar Esqueleto	4	4
Lixar	1	1
Colar Espuma	2	1
Cortar Tecido	2	1
Costurar	5	6
Encapar	3	4
Estofar	5	8
Embalar	1	1
Total sem hora extra	23	26
Total com hora extra	31	26

Fonte: O autor.

A tabela 2 permite fazer melhores comparações, no processo colar espuma e cortar tecido, uma de suas capacidades podem ser realocadas para os setores de costurar, ou encapar, ou estofar. No sistema o total da capacidade é 23, mas com a adição do custo da capacidade devido à hora extra, como visto anteriormente com o valor de oito, esse número passa a 31. Para melhor entendimento, caso o valor do custo da capacidade seja igual a R$ 1500,00 por mês, o custo da produção em termos de capacidade da mão de obra seria igual a R$ 46500,00 por mês.

No projeto experimental o total da capacidade passa a ser 26, sem adição de qualquer hora extra. Seguindo o mesmo raciocínio anterior, caso o valor do custo da capacidade seja R$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

1500,00 mensais, o custo da produção em termos de capacidade seria igual a R$ 39000,00 havendo uma economia mensal de R$ 7500,00 reais.

Este mesmo valor projetado em um horizonte de um ano, equivaleria a uma economia de R$ 90000,00, valor que pode ser considerado importante comparado ao tamanho do setor em relação a toda indústria.

CONCLUSÃO

Por meio da simulação de eventos discretos foi possível avaliar cenários de forma preliminar para possíveis melhorias no desempenho da produção no setor de estofados de uma fábrica de móveis da cidade de Rodeiro. Nesta direção, foram coletados dados para desenvolver um modelo e tomar decisão com finalidade de justificar todas a modificações e sem interferir ou perturbar o sistema durante a avaliação. Este modelo ainda, pode ser utilizado para planejar a produção de acordo com a real capacidade e estimular metas exequíveis.

A simulação computacional de eventos discretos, permitiu avaliar não somente dentro do contexto teórico mas também prático, avaliação desempenho de sistemas, conhecimento prático dos processos, troca de ideias e conhecimento, além de ser uma atividade na qual é desempenhada em grupo, apesar da modelagem ser computacional, nada substitui a decisão do ser humano. Assim o trabalho em equipe é fator crucial para o sucesso de projeto de simulação.

Então, a partir dos resultados foi possível avaliar a alocação de mão de obra para cada processo com finalidade de atender à demanda e reduzir o custo de operação, é possível também analisar custos de energia, alimentação e transporte dos funcionários já que a hora extra há adicional nos mesmos. Dentro deste aspecto é factível analisar a questão sindical, visto que o sistema tem a necessidade de execução de hora extra, minimizando também, entraves com a legislação trabalhista.

Para a sequência desta pesquisa é aconselhável automatizar a atividade de coleta de dados para tornar possível, uma melhor avaliação da variabilidade da execução dos processos e tornar o tempo de análise compatível com o tempo de planejamento. Dentro deste contexto é possível também inferir novas variáveis como falhas em equipamentos e retrabalho.

Vale ainda ressaltar que a simulação não é muito difundida em empresas de pequeno e médio porte. Esse aspecto sendo avaliado dentro do contexto das empresas brasileiras, em que este porte de empresas são os maiores responsáveis pelo desenvolvimento do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro, futuras pesquisas que visam minimizar o custo desta técnica para a implementação, pode ser tornar um fator para o sucesso empresarial brasileiro.

E por fim, com a realização deste trabalho foi possível avaliar os tópicos que devem ser melhorados, como estatística e linguagens computacionais, para futuros projetos da área estudada.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BATEMAM, R. E. *et al*. **Simulação de sistemas:** aprimorando processos de logística, serviços e manufatura. Rio de Janeio: Elsevier, 2013. p. 200.

BOTTER, R. C. **Tratamentos de dados em modelos de simulação discreta.** 2002. 147 f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

CHWIF, L; MEDINA, A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos:** teoria e aplicações. 3. ed. São Paulo: Ed. do Autor, 2010. p. 309.

FREITAS FILHO, P. José de. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas com aplicações em arena**. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008. p. 384.

GALINARI, R.; TEIXEIRA JUNIOR, J. R.; MORGADO, R. R. **A competitividade da indústria de móveis do Brasil:** situação atual e perspectivas. BNDS Setorial, 2013 p 227-272. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/BNDES_Setorial/201303_06.html>. Acesso em: 12 nov. 2014.

MÓVEIS RUFATO LTDA. Disponível em:<www.moveisrufato.com.br> Acesso em 12 nov. 2014.

PRADO, Darci Santos do. **Teoria das filas e simulação**. 4. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2009. p. 127. v. 2.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISE QUALITATIVA DA BACIA DO CÓRREGO CERCADINHO, BELO HORIZONTE - MG

MÁRCIA RODRIGUES MARQUES [1]; GIULIA GONÇALVES MENITHI [2]; JÉSSICA RODRIGUES ALVES[3]; JÉSSICA STÉFANE SANTOS CANDIDO[4]; LAYNARA PIRES DE SÁ[5]

[1] Mestre em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Professora Assistente do Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, marcia.marques@prof.unibh.br.
[2]Graduando em Geologia, Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, menicheligiulia@gmail.com
[3] Graduando em Geografia, Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, jessica.geo@msn.com
[4] Graduando em Geologia, Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH. laypiresdesa@gmail.com
[5] Graduando em Geologia, Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, jessica15111995@icloud.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O córrego do Cercadinho está localizado na vertente norte da Serra do Curral, limite sul do município de Belo Horizonte, sendo tributário do Ribeirão Arrudas, um dos principais afluentes do Rio das Velhas. A bacia do Córrego Cercadinho possui relevância social, ambiental e econômica, uma vez que é um dos poucos córregos da região que ainda não foi canalizado, apresentando vários trechos sobre o leito natural. O córrego passa por grande número de bairros na regional Oeste de Belo Horizonte e abastece parte da população do município. Este estudo se propõe a trabalhar a valorização deste curso d'água típico de áreas urbanas, por meio da análise das condições socioambientais e do levantamento dos principais impactos gerados pela pressão urbana no córrego a partir de análise qualitativa da água. Durante o desenvolvimento do estudo, foi aplicado um protocolo de diagnóstico preliminar de cursos d'águas urbanas, coletando-se amostras em 23 pontos da bacia, de montante a jusante. Foram analisadas características macroscópicas, tais como, cor da água, odor, material em suspensão, presença de resíduos sólidos, presença de esgoto, vegetação nas margens, etc. Com isso, foi observado ao longo da pesquisa que o córrego, em algumas localidades, encontra-se em estado crítico, estando os equipamentos urbanos próximos e até sobre seu leito, e que a qualidade da água encontra-se visivelmente alterada pela falta de saneamento básico. Assim, tem-se como projeto a proposição de revitalização de partes da Sub-bacia do Cercadinho, assim como a conscientização dos moradores.
PALAVRAS–CHAVE: Córrego Cercadinho, diagnóstico, revitalização.

QUALITATIVE ENVIRONMENTAL ANÁLISE OF THE STREAM BASIN CERCADINHO, BELO HORIZONTE - MG

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ABSTRACT: The stream Cercadinho is located on the northern slope of the, Serra do Curral, the southern boundary of the city of Belo Horizonte, being tributary of Arrudas stream, one of the main tributaries of the Rio das Velhas. The basin of the stream Cercadinho has social relevance, environmental and economic, since it is one of the few streams in the region that has not yet been channeled, with several stretches of the natural bed. The stream passes through many neighborhoods in Belo Horizonte West regional and supplies part of the municipality's population. This study aims to work the appreciation of this course d'typical water in urban areas, through the analysis of environmental conditions and the survey of the main impacts caused by urban pressure in the stream from qualitative analysis of the water. During the development of the study, a preliminary diagnosis protocol was applied to urban water streams, collecting samples in 23 points of the basin, from upstream to downstream. Macroscopic characteristics were analyzed, such as water color, odor, suspended matter, presence of solid waste, presence of sewage, vegetation on the banks, etc. Thus, it was observed during the research that the stream, in some locations, is in critical condition, with the urban facilities nearby and even on his bed, and that the water quality is noticeably altered by poor sanitation basics. Thus, it has been the project of revitalization proposition parts of Sub-basin Cercadinho, as well as the awareness of the residents.
KEYWORDS: Stream Cercadinho, diagnosis, revitalization.

INTRODUÇÃO

O Córrego Cercadinho é afluente do Ribeirão Arrudas, que integra a bacia do Rio das Velhas. A área total da sua bacia hidrográfica corresponde a 12,6 km², com nascentes localizadas nas proximidades da BR040. A rede de drenagem do Cercadinho é considerada singular no território belorizontino, pois a maior parte do seu curso ainda corre em leito natural e sua área possui ainda relevância social, ambiental e econômica para o município por apresentar expansão urbana de destaque nas últimas décadas. Situa-se na porção sudoeste do município e abrange grande diversidade socioeconômica expressa em bairros como Buritis, Estoril, Estrela Dalva, Palmeiras, Havaí, parte do Belvedere e Olhos d'água.

A bacia do Cercadinho já foi considerada o principal manancial de Belo Horizonte. Nela existe uma área protegida na bacia, classificada como Área de Proteção Ambiental do Cercadinho, criada pelo Decreto Estadual nº 32017, de 1990, mantendo a área com baixo potencial de degradação ambiental. Hoje grande parte de sua área faz parte também da Estação Ecológica do Cercadinho, de responsabilidade do Instituto Estadual de Florestas - IEF e da Companhia de Abastecimento de Minas Gerais – Copasa, esta última responsável pela captação, tratamento e distribuição de água no município.

Este estudo se propõe a trabalhar a valorização da bacia do córrego Cercadinho, um curso d'água típico de áreas urbanas, por meio da análise das condições socioambientais encontradas no decorrer deste curso e do seu principal afluente, o Córrego Ponte Queimada. Busca também o levantamento dos principais impactos gerados pela pressão urbana nos córregos a partir de análise qualitativa da água. Assim, foi possível realizar um levantamento das principais características e da atual situação que abrange a bacia.

A realização de estudos hidrológicos em bacias hidrográficas vem da necessidade de se compreender o funcionamento dos processos que controlam o movimento da água e os impactos de mudança do uso da terra sobre a quantidade e qualidade da água (WHITEHEAD; ROBINSON, 1993, citados por ARAÚJO *et al*, 2009). Esse levantamento foi elaborado

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

através do protocolo de avaliação rápida proposto por Lemos *et al* (2014), que diagnostica preliminarmente os possíveis problemas da qualidade da água de acordo com os parâmetros de cor, odor, presença de material em suspensão, resíduos sólidos e esgoto, e também relativos ao uso do solo e vegetação, tal como focos de erosão nas margens, material obstruindo a fluidez da água e a canalização ou retificação dos cursos d'água.

MATERIAS E MÉTODOS

Foi realizado um diagnóstico ambiental, enfatizando sua real condição através de uma análise macroscópica, por meio da observação de aspectos como descarte de lixo próximo ou dentro do córrego, moradias ao redor de seu leito, conservação da mata que o circunda, além de outros aspectos referentes a particularidades de seu curso. Para esta análise foi aplicado um protocolo de diagnóstico preliminar de cursos d'águas urbanas, seguindo parâmetros propostos por Lemos *et al.* (2014).

No protocolo são analisados fatores como qualidade da água e ocupação e paisagem. A qualidade da água foi avaliada por meio de características como cor, odor, material em suspensão, presença de resíduos sólidos nas margens e nos leitos e presença de esgotos. Já em relação à ocupação e paisagem, foram considerados na caracterização a presença de focos de erosão nas margens, vegetação nas margens, ocupação e equipamentos urbanos próximos do leito do rio, ocupação e equipamentos urbanos próximos do leito do rio, presença de obstruções à fluidez da água, canalizações e retificações no curso d'água. A proposta metodológica surgiu da busca de uma metodologia que pudesse ser ao mesmo tempo, rápida, de fácil compreensão e aplicação da avaliação. Dessa forma nos itens avaliados foram distribuídas notas que variavam entre 0 (ruim), 5 (média) e 10 (boa) buscando avaliar a qualidade macroscópica (LEMOS *et al,* 2014).

Interessante ressaltar que este procedimento, além de possibilitar um diagnóstico qualitativo da bacia, facilita a seleção de pontos para análise físico-química da água, uma vez que em alguns trechos é notável que a água apresente parâmetros muito ruins em função de fatores como odor, material em suspensão e presença de lixo.

O protocolo foi aplicado durante trabalho de campo, realizado, ao longo do curso do Córrego do Cercadinho e do Córrego Ponte Queimada, em junho de 2015. Os pontos foram selecionados em mapas de escala adequada, buscando cobrir a área de montante a jusante, em 23 pontos da bacia.

Cada ponto foi localizado por meio de GPS - Garmin etrex 10, registrado por meio de fotografias, identificado através das características acima enumeradas e avaliados os parâmetros. Posteriormente eles foram plotados em base cartográfica na qual foi delimitada a bacia. Para o mapeamento foram utilizados os programas Arcgis 10-3 do Laboratório de Informática do Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, assim como o programa Google Earth. Dessa forma produziu-se um mapa que representa a situação ambiental atual na bacia do Cercadinho.

As definições das classes encontradas foram realizadas de acordo com Lemos *et al* (2014) na qual a pontuação fica compartimentada em três grupos: de 0 a 29 pontos para trechos impactados; de 30 a 70 pontos locais alterados; e de 71 a 100 regiões em bom estado de conservação. As pontuações foram definidas de maneira independente em dois grupos: "qualidade da água"de 50 pontos e "paisagem e ocupação" de 50 pontos. A soma total dos dois grupos gera o índice final que simboliza a qualidade ambiental do curso d'água

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

analisado. No mapa registrou-se por meio das cores verde os trechos com bom estado de conservação, amarelo, os pontos alterados e em vermelho os trechos impactados. Buscou-se dessa forma espacializar os resultados obtidos nos cursos analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a discussão deste trabalho teve-se como foco três compartimentos da bacia localizados no alto curso, médio curso e baixo curso dos córregos Cercadinho e Ponte Queimada. Estes compartimentos, diversificados sob o ponto de vista geoambiental serviram como base para análise geral da qualidade de água além da ocupação e paisagem do córrego como um todo, o que possibilitou uma reflexão mais ampla sobre a atual situação da bacia. Estes compartimentos foram selecionados de acordo com as classes altiméticas que correspondem no trecho superior, médio e inferior da bacia. O compartimento superior apresenta as áreas que se localizam acima de 1000 m, onde se encontram as principais nascentes, assim como área de recarga. O trecho intermediário, se encontra entre 900 e 1000 metros de altitude e o inferior abaixo de 900m de altitude, após a confluência dos dois principais córregos, o Cercadinho e o Ponte Queimada.

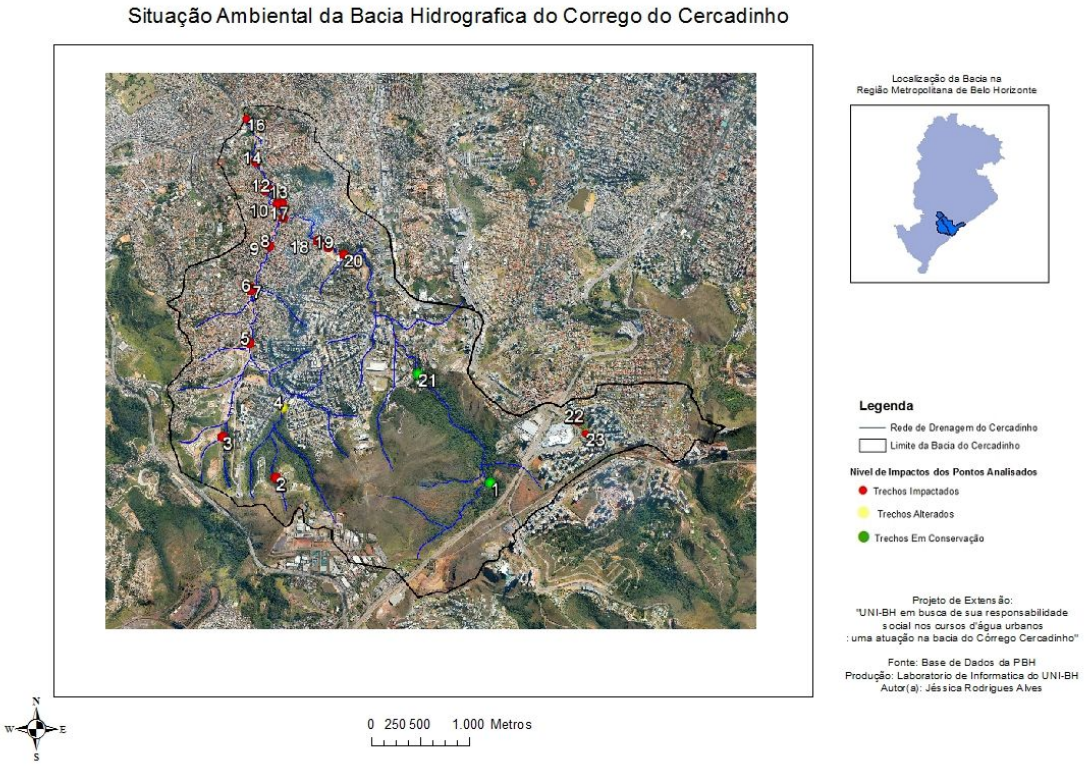


Figura 1 – Mapa da Situação Ambiental dos pontos analisados na Bacia Hidrográfica do Córrego do Cercadinho. Fonte: Base de Dados da PBH, autora Jéssica Rodrigues

- **Trecho Superior da Bacia**

Na porção Superior da bacia estão localizados os pontos 1, 2 , 22 e 23. Observa-se no mapa da Figura 1 que dos 7 pontos analisados, que apenas o ponto 1 se encontra em bom estado de conservação (71 a 100 pontos). Isso se deve ao curso d'agua do Cercadinho estar na

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

à área de proteção ambiental que preserva a vegetação nativa e algumas das nascentes do córrego em estudo, a Estação Ecológica da Copasa.

Nos demais pontos levantados no trecho superior da bacia, identificados como 2, 22 e 23, foi possível notar a emissão de esgoto, em função do forte odor e a presença de resíduos sólidos. Observa-se nessa área forte pressão urbana proveniente da expansão do Bairro Belvedere, onde de acordo com Moreira *et al* (2011) a especulação imobiliária chegou nos últimas décadas, uma vez que essa área, era anteriormente destinada ao tombamento histórico da Serra do Curral. No Bairro Belvedere III cada vez mais edifícios são construídos e além das grandes moradias, outras construções surgiram para atender à demanda da comunidade, alguns centros comerciais tais como o BH Shopping, clínicas médicas, hospitais e faculdades.

Segundo Tucci (1993) o esgoto é composto por matéria orgânica biodegradável, nutrientes, óleos, graxas, detergentes e também por microrganismos vindos de fezes e urinas humanas. Ressalta-se que há sobrecarga no sistema de captação de efluentes, o que pode estar relacionado à expansão imobiliária da região. O grande problema é que nesta área fica a principal área de recarga da bacia, a Lagoa Seca, onde estão situados os pontos 22 e 23, que ficam a montante da Reserva Ecológica do Cercadinho. Este fato já foi constatado em estudos realizados por Ferreira (2003) e Oliveira (2005), observa-se, portanto que a água do Cercadinho já chega contaminada no manancial da Copasa, fato analisado por Oliveira (2005, s.p.) que afirma que "as águas pluviais do bairro Belvedere, convergentes para a lagoa seca, recebem muitas vezes lançamentos clandestinos de esgoto, e são posteriormente, lançadas na Lagoa Seca sendo a partir daí drenadas para a bacia do Córrego do Cercadinho"

Já o Ponto 2 encontra-se a montante do Parque Aggeo Pio Sobrinho, no Córrego Ponte Queimada, próximo à nascente, o que significa que a água também já chega contaminada em área de preservação. A pressão urbana também é intensa no Bairro Olhos D'água, onde se encontra a nascente deste curso d´´agua. O problema se encontra registrado nas Figuras 2 e 3.





Figura 2 e 3 – Ponto 2 presença de óleo e tinta no Córrego Ponte Queimada e Ponto 22 localizado na Lagoa Seca, lixo e efluentes na rede pluvial.
Fotos: Priscila de Oliveira e Andresa Coelho

- **Trecho Médio da Bacia**

Na área que abrange o compartimento médio da bacia, a qualidade da agua é afetada com destaque para a grande quantidade de lixo, entulho e esgoto na região. Esse trecho

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

apresenta focos de erosão, canalizações, ocupação e equipamentos urbanos próximos do leito do rio e ausência de vegetação nas margens, refletindo assim a interferência antrópica no meio, que é possível constatar com pontuação obtida na aplicação do protocolo de 71 a 100 pontos. O trecho se encontra impactado em 9 pontos observados. Conforme observa-se no mapa da Figura 1, dos 11 pontos analisados (3 a 9, no Córrego Ponte Queimada e 18 a 21 no Córrego Cercadinho), apenas 2 não se apresentam fortemente impactados, os pontos 4 e 21.

O ponto 4 encontra-se alterado (30 a 70 pontos) e embora esteja dentro de um parque municipal, onde a vegetação composta por Mata Ciliar e Cerrado encontra-se relativamente preservada, a qualidade de agua se encontra comprometida com alguns resíduos sólidos, materiais em suspensão e equipamentos urbanos próximos do leito do córrego. Já o ponto 21 é o único que apresenta bom estado de conservação. Ressalta-se que nesses dois últimos pontos há uma melhoria das condições em função de estar no primeiro caso, dentro do Parque Aggeo Pio Sobrinho e no segundo, imediatamente a jusante da Estação Ecológica do Cercadinho. Observa-se então a importância dessas Unidades de Conservação na melhoria da qualidade ambiental e consequentemente, da água. Os pontos 4 e 21 são apresentados nas Figuras 4 e 5.





Figuras 4 e 5 – Pontos 4 e 21 localizados respectivamente no Parque Aggeo Pio Sobrinho e a jusante da Estação Ecológica do Cercadinho.. Fotos: Laynara Pires e Diego Silva

- **Trecho Inferior da Bacia**

Os pontos situados à jusante, onde se encontram os pontos 10 a 17, compreendem áreas totalmente impactadas, podendo constatar uma grande degradação ambiental, como moradias em área de risco, o que se deve ao processo acelerado da expansão urbana, que está a ocupação de áreas impróprias, muito próximas ao leito e sujeitas à inundação. Dessa forma ocorre situação de risco com sérias consequências. Outros tipos de problemas que assolam essa área da bacia é a presença de esgoto irregular, erosão nas margens, mau cheio, lixo e presença de entulho no córrego, alteração da cor da água e ausência de vegetação, o que se conclui em trecho fortemente impactado (0 a 29 pontos). Esta realidade é visível nos pontos localizados nos Bairros Palmeiras e Salgado Filho, onde o Córrego Cercadinho deságua no Ribeirão Arrudas (Figuras 6 e 7).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015





Figuras 6 e 7- Trechos muito impactados do Córrego Cercadinho, pontos 12 no Bairro Palmeiras e 16 no Bairro Salgado Filho.
Fotos: Marcelo Belotte

CONCLUSÕES

A verificação da situação ambiental do córrego do Cercadinho possibilitou a análise de impactos ambientais nos cursos d'água urbanos, realizada a partir da aplicação do protocolo em todo curso do córrego. Os dados obtidos foram necessários para a elucidação de que grande parte do curso d'água em questão encontra-se impactado de maneira negativa, agravando a situação dos moradores que moram em torno dela. Fato que se deve ao mau cheio, esgoto irregular e entulhos de lixo nas margens e no leito.

Observa-se que a situação inicia-se a montante, devido à forte pressão urbana exercida pelos Bairros Belvedere III e Olhos d'Água, cujos equipamentos acabam por prejudicar a rede fluvial em função da poluição difusa, que se expressa pela presença de lixo e da poluição concentrada, através da emissão de efluentes. Ressalta-se a importância das Unidades de Conservação, com destaque para a Estação Ecológica da Copasa e do Parque Aggeo Pio Sobrinho, que de certa forma mantêm a qualidade ambiental em poucos trechos analisados. Percebe-se que a situação de deterioração se acentua em direção a jusante, em função do aumento da ocupação humana que é mais antiga, com presença de ocupação irregular.

O planejamento e a gestão de recursos hídricos, principalmente, no que se refere à conciliação de conflitos e compatibilização de usos é um desafio cotidiano e complexo que envolve uma grande pluralidade de grupos, prioridades e interesses. O desenvolvimento desta pesquisa foi de grande valia para fornecer conhecimento da necessidade atual de se desenvolver projetos que busquem soluções para os impactos causados não só no Córrego do Cercadinho, como também em outros cursos urbanos, de forma que se crie possibilidades de melhorias ambientais. Busca-se difundir assim propostas que tenham como base esta realidade.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. E. de; SOUSA F. A., S. de; MORAES NETO J. M. de; SOUTO J. S.; LEDIAM R. L. R. R.. **Bacias Hidrográficas e Impactos Ambientais,** 2009. Disponível em: revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/download/399/366. Acesso:05/04/2015.

FERREIRA, Maura Bartolozzi. **A Proteção ao Patrimônio Natural Urbano: Estudo de Caso sobre a Serra do Curral, Belo Horizonte/MG.** 2003. 207 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

LEMOS, R. S.; CARVALHO, V. L. M.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; POLIGNANO, M. V.; LOPES, F. **Elaboração de um protocolo de avaliação rápida de cursos d'água e aplicação em sub-bacias hidrográficas do ribeirão Pampulha, bacia do Rio das Velhas, Minas Gerais** – Brasil. In: APPURBANA, III, Belém. O III Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano. Belém, 2014.

MOREIRA S. J. M.; GUIMARÃES A. G.; DINIZ A. D. **Estudo dos Impactos Ambientais Causados pelo Uso e Ocupação do Solo no Bairro Belvedere III Belo Horizonte – MG –** In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2003. Disponível em: http://www.cibergeo.org/XSBGFA/. Acesso: 05/05/2015

OLIVEIRA, L. **Qualidade Das Águas Em Mananciais para Abastecimento Doméstico e Industrial Inseridos em Áreas Urbanas. Estudo de Caso: Córrego Cercadinho em Belo Horizonte –MG.** X Simpósio de Geografia Física Aplicada, RJ, 2003. Disponível em: http://www.cibergeo.org/XSBGFA/. Acesso 05/05/2015

TUCCI, C.E.M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação. 2. ed.** Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4). 1997.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

APLICAÇÕES DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MEIO RURAL: UMA REVISÃO

ROMILTON OLIVEIRA MAGALHÃES[1], MATEUS VIEIRA DA ASSUNÇÃO[2], JOÃO PAULO MENDES DOS SANTOS[3], LUIZ DE GONZAGA FERREIRA JÚNIOR[4], RICARDO RODRIGUES MAGALHÃES[5], DANTON DIEGO FERREIRA[6]

[1]Graduação, Universidade Federal de Lavras, (31) 99477422, romilton-oliveira@engautomacao.ufla.br
[2]Graduação, Universidade Federal de Lavras, (35) 88115063, mvassuncao@engautomacao.ufla.br
[3]Graduação, Universidade Federal de Itajubá, (35) 84566070, jp_msantos@hotmail.com
[4]Mestre, Universidade Federal de Lavras, luizdgfj@gmail.com
[5]Doutor, Universidade Federal de Lavras, (35) 38295234, ricardo.maga@ig.com.br
[6]Doutor, Universidade Federal de Lavras, (35) 38291025, danton@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo apresentar as principais aplicações de veículos elétricos no meio rural apontando as principais tendências e desafios para o futuro. As condições tecnológicas e dificuldades que o setor enfrenta para uma completa disseminação dessa tecnologia são discutidas. O texto apresenta os principais trabalhos desenvolvidos nessa área com propostas de soluções para os problemas de implementação de tratores elétricos, fornecimento e armazenamento de energia elétrica para esses veículos. São apresentadas também comparações técnicas e econômicas dos tratores convencionais com motores à combustão interna em relação aos tratores elétricos. O presente trabalho evidencia a existência de barreiras na utilização em massa dos veículos elétricos no meio rural, como a necessidade da evolução tecnológica das baterias, que possuem elevado custo e peso em demasia para esses fins, mas que já existem sistemas que podem ser aplicados a fim de minimizar a dependência dos combustíveis fósseis nesse setor e ampliar a utilização de energias sustentáveis.

PALAVRAS–CHAVE: veículos elétricos, microtratores, tratores elétricos.

APPLICATIONS OF ELETRIC VEHICLES IN COUNTRYSIDE: A REVIEW

ABSTRACT: This study aimed to presenting the main applications of electric vehicles in rural areas, pointing out the main trends and challenges for the futures. Technological conditions and difficulties facing the industry for a wide dissemination of this technology are discussed. The text presents the main works carried out in this area with proposals for solutions to the problems of implementation of electric tractors, supply and electricity storage for such vehicles. Technical and economic comparisons between conventional internal combustion tractors and electric tractors are also presented. The present work shows the existence of barriers to mass deployment of electric vehicles in rural areas, as the need for technological evolution of batteries, which have high costs and too much weight for these

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

purposes, but there are already systems that can be applied to minimize dependence of fossil fuels in this sector and increase the use of sustainable energy.

KEYWORDS: electric vehicles, microtractors, electric tractor.

INTRODUÇÃO

Quase um século após serem superados por modelos propulsionados por motores a combustão, os veículos elétricos reapareceram no cenário automotivo mundial. Esse movimento deverá ser responsável pela substituição parcial dos motores a combustão interna por motores elétricos como fonte de força motriz veicular em parcela significativa da frota nas próximas décadas. Os lançamentos e anúncios de desenvolvimentos realizados recentemente indicam a proximidade dessa realidade (Castro & Ferreira, 2010).

Segundo Castro e Ferreira (2010), os veículos elétricos, no começo do século XX, dominavam o mercado norte americano, sendo a principal opção para os consumidores da época. Os menores níveis de ruídos, a ausência de vibrações e a inexistência de marchas eram as principais vantagens desses veículos. Esta época a precariedade das malhas rodoviárias eram evidentes, no entanto as vias urbanas possuíam uma significativa melhoria para o uso dos automóveis, porem a autonomia dos veículos era um atributo menos valorizado.

Ainda, de acordo com Castro e Ferreira (2010), a valorização dos produtos derivados do petróleo e uma abordagem leniente da legislação ambiental, relacionados a um estágio primitivo do desenvolvimento de baterias, levaram a baixa disseminação dos veículos elétricos, sendo essas causas fundamentais para o fracasso da eletrificação veicular, apesar dos veículos elétricos proporem maiores confortos aos consumidores da época. A partir dessas causas e baixos pontos positivos, o desenvolvimento de funcionalidades no setor automobilístico como a partida elétrica e melhorias de rodagem acarretaram na maior disseminação de veículos a combustão interna. Logo os veículos elétricos tiveram aplicações tímidas com relação aos veículos a combustão interna a partir do ano de 1910.

Entretanto, nesse início de século XXI, as preocupações ambientais, a volatilidade do mercado de petróleo e o desenvolvimento das baterias reabilitaram o veículo elétrico, que voltou a figurar como alternativa ao veículo a combustão. Por ser o principal consumidor de petróleo e 269 representar uma das principais fontes geradoras de gases causadores do efeito estufa, o setor automotivo é um dos principais alvos das políticas energéticas e ambientais (Castro & Ferreira, 2010).

O veículo elétrico surgiu então como uma opção para a redução da emissão de gases do efeito estufa, principalmente devido ao advento das baterias, e novos estudos, projetos e patentes relacionadas a veículos elétricos foram surgindo (Castro & Ferreira, 2010).

Uma área na qual os veículos elétricos têm chamado a atenção é a área rural, em que as atividades que necessitam de força de tração, realizadas principalmente por tratores, ainda utilizam motores à combustão. Fato este, muito devido à densidade de energia do diesel ser cerca de 100-300 vezes maior do que a densidade de energia proveniente das baterias (Mousazadeh et al., 2010).

Este resumo tem como objetivo apresentar as principais aplicações e tecnologias, atuais e recentes, que envolvem os veículos elétricos no meio rural apontando as tendências e desafios para o futuro. As condições tecnológicas e dificuldades que o setor enfrenta para uma completa disseminação dessa tecnologia são também discutidas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTADO DA ARTE: TECNOLOGIAS E APLICAÇÕES DOS VEICULOS ELETRICOS NO MEIO RURAL

De acordo com Mousazadeh et al. (2010), no ponto de vista do meio rural, os pontos críticos para serem observados estão relacionados as dificuldades da utilização dos veículos elétricos. O grande obstáculo deste meio, de acordo com a sua principal característica, para implantação dos tratores elétricos nas fazendas é a alta demanda de torque nos motores utilizados nas maquinas agrícolas.

Segundo Paula (2014) para que seja feita uma conversão dos tratores convencionais, movidos a combustão interna, para maquinas eletrificadas, boa parte do sistema de transmissão mecânica poderia ser anulada, deixando o mecanismo menos complexo, acoplando o motor unicamente no diferencial no trator. A autora também propõe uma configuração a partir de bases teóricas para aplicação de um trator elétrico (Figura 1), determinando o custo de operação e autonomia em distintas demandas de potência.

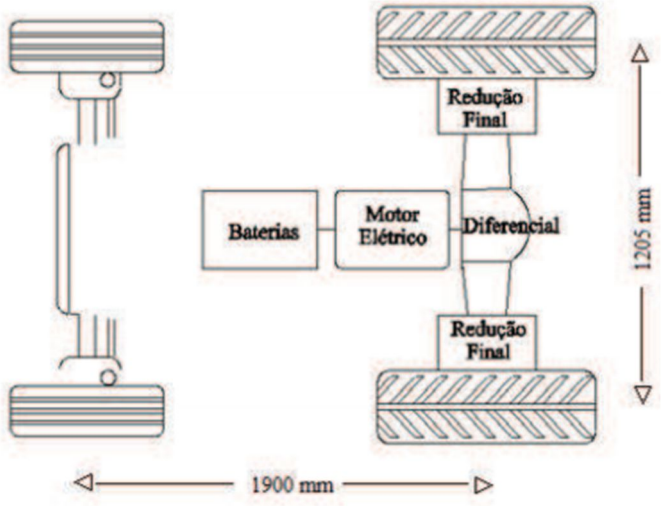


Figura 1: Diagrama da configuração teórica de trator elétrico; Fonte: Paula (2014);

TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS E COMPARAÇÕES

Microtratores elétricos

Sem a tecnologia necessária para o desenvolvimento de tratores elétricos de grande porte, o foco tem estado no desenvolvimento de microtratores. Rodrigues et al. (2006) implementou e ensaiou três diferentes tipos de motores, um motor elétrico de corrente alternada (MCA), um de corrente contínua (MCC) e um de combustão interna (MCI), montados sobre o chassi de um microtrator utilizado no revolvimento de fruto de cafeeiro em terreiros de secagem.

Os resultados mostraram que o MCC foi 22% superior aos demais no que tange a força de tração, com 22,6% a mais de potência na barra de tração, apresentando o menor consumo horário de energia.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Visando a determinação do custo energético operacional e autonomia em diferentes demandas de potência, Paula (2014) construiu um veículo de tração elétrico, em escala reduzida, o qual apresentou desempenho na barra de tração compatível com o desempenho de tratores agrícolas convencionais. O referido modelo, também apresentou o melhor custo energético se comparado ao custo energético de tratores convencionais.

Segundo o estudo realizado por Mousazadeh et al. (2009), o custo elevado do ciclo de vida de microtratores elétricos é, principalmente, devido às baterias do veículo e seus custos de reposição (quase 52% do preço total). Sendo assim, as baterias são um elemento crítico para o projeto e essencial para o desenvolvimento de tratores elétricos mais eficientes e menos dispendiosas.

Baterias

Toda tecnologia disponível no mercado de bate não possibilita a um trator elétrico desenvolver trabalhos de campo com similaridade aos tratores convencionais, pois, para isso, seriam necessárias baterias de alto custo e dimensão, e esses são os motivos da inviabilidade de muitos projetos de veículos elétricos.

De acordo com Tan & Tie (2013), a bateria disponível no mercado mais comum e barata é a de chumbo ácido. Sua principal característica é a durabilidade, mas em compensação possui uma densidade de energia muito baixa em relação à gasolina (Mousazadeh et al., 2010). Isso dificulta sua utilização em tratores que requerem uma grande quantidade de energia em pouco tempo.

Diversas configurações de baterias com base de níquel são apresentadas por Tan & Tie (2013). A principal característica desse tipo é a não agressão ao meio ambiente, diferentemente das baterias de chumbo. Porém, cada configuração de baterias com base em níquel apresenta uma desvantagem considerável em relação às de chumbo. Em geral, seus ciclos de carga e descarga são menores e possuem alto custo.

A bateria de lítio é um dos mais promissores dispositivos de armazenamento de energia, devido ao seu peso leve, sua alta energia específica, alta potência específica e alta densidade de energia. Além disso, as baterias de lítio não possuem efeito de memória e nem metais tóxicos como chumbo, mercúrio ou cádmio (Tan & Tie, 2013). Sua desvantagem é o alto custo de produção. A bateria de Ar-zinco também é uma nova e mais barata alternativa, que possui densidade específica maior que as baterias de lítio, mas maior volume e menor número de ciclos de carga e descarga (Tan & Tie, 2013).

Destaca-se também a bateria com zero nível de emissões poluentes ao meio ambiente conhecida como ZEBRA (Zero Emissions Batteries Research Activity). Segundo Tan & Tie (2013), ela tem vantagens como densidade de energia maior ou igual às baterias de lítio, menor custo que qualquer tecnologia de baterias modernas para veículos elétricos, vida útil elevada, robustez, a prova de falhas celulares e resistentes a sobrecargas e descargas. Suas desvantagens são a alta perda de potência quando em repouso e sua alta temperatura em atividade, que varia em torno de 300-350 ºC.

Sistemas e metodologias aplicáveis a veículos elétricos no meio rural

Bradi et al. (2013) enfatiza a necessidade de diminuir o consumo de combustíveis fósseis de uma fazenda e que isso só é possível por meio de uma utilização mais eficaz da

energia e de recursos minerais, bem como uma abordagem para a agricultura que seja mais respeitosa para a preservação do solo e recursos locais.

Toufic et al. (2009) utilizaram placas solares fotovoltaicas acopladas a microtratores elétricos e uma pequena usina local de energia renovável também fotovoltaica a fim de atender a demanda dos veículos e parte da demanda das fazendas. A matriz de painéis fotovoltaicos instalada é de pequeno porte e seu objetivo é carregar um banco de baterias que ficam armazenadas prontas para utilização da comunidade de fazendeiros.

Segundo Shaahid & Elhadidy (2008), a tecnologia de sistema de energia solar fotovoltaica é indicada para áreas remotas, mas não consegue satisfazer a demanda diária de uma cidade ou pequenos vilarejos, pois as variações de geração de energia solar, não coincidem com a demanda de distribuição. Portanto, os sistemas de geração de energia devem ser instalados em associação com uma unidade de armazenamento (baterias).

O uso do sistema de geração a diesel juntamente com o sistema fotovoltaico-bateria reduz a necessidade de armazenamento (Redpath et al., 2011). O custo do sistema fotovoltaico é elevado em comparação com o diesel, porém o custo operacional do fotovoltaico é menor. Além disso, os requisitos de manutenção do fotovoltaico também são menores, mas a sua disponibilidade de energia é altamente dependente da radiação solar, o que não ocorre com o diesel.

Muitos fatores, como a especificidade da sua utilização, os altos custos de implantação e a comodidade em utilizar combustíveis fósseis ainda atrasam a utilização em massa dos veículos elétricos. Assim, com o objetivo de intermediar esse avanço tecnológico e sustentável, os veículos elétricos híbridos (VEHs) começaram a entrar gradativamente no mercado e podem impulsionar a utilização dessas tecnologias também no meio rural.

O sistema de propulsão elétrica permite que o motor de combustão possa operar mais perto de seu ponto ideal de funcionamento através do fornecimento de potência extra às rodas quando necessário e absorver energia quando o MCI produz excesso de potência (Reddy et al., 2011). Outro benefício dos veículos elétricos híbridos é que, quando em frenagem, a energia pode ser absorvida pelo sistema elétrico em vez de converter toda a energia cinética em calor através de travões de atrito. Esse sistema é conhecido como frenagem regenerativa (Reddy et al., 2011).

Segundo Redpath et al. (2011), as baterias dos veículos elétricos e veículos elétricos híbridos devem fornecer energia e picos de energia durante os estados transitórios, sendo estas condições severas para as baterias. Para reduzir essas condições adversas, supercapacitores associados com as baterias, apresentam-se como uma solução promissora.

De acordo com Reddy et al. (2011), a introdução de um supercapacitor como auxílio, a bateria pode ser poupada dos picos de energia e, assim, permitir que ela seja otimizada para o armazenamento de energia e prolongar o seu tempo de vida, que por sua vez poderia reduzir o custo de toda a unidade. Para utilizar plenamente esse componente, é necessário um conversor de voltagem, o que, naturalmente, deve ser o mais simples e eficiente possível.

Os supercapacitores são dispositivos com valores de capacitância maiores do que qualquer outro dispositivo do mesmo gênero. Eles possuem a maior densidade capacitiva disponível atualmente com densidades tão elevadas que podem ser utilizados para aplicações normalmente reservadas apenas para as baterias (Reddy et al., 2011). Eles também não são volumetricamente tão eficientes e são mais caros do que as baterias, mas têm outras vantagens sobre elas em aplicações que requerem uma grande quantidade de armazenamento de energia e fornecimento em rajadas repetidas (Reddy et al., 2011). Entres essas qualidades estão o fato

de poderem ser carregados e descarregados infinitas vezes, ser armazenados com dez vezes mais energia do que os capacitores eletrolíticos convencionais, carga e descarga rápida de energia e um ciclo de vida mais longo, por causa da natureza eletrostática do capacitor ao invés de reações químicas.

CONCLUSÕES

A preocupação com a leniência ambiental e o menor consumo de combustíveis fósseis trouxe de volta para século XXI o sistema mais convincente para substituição dos veículos a combustão interna, a eletrificação dos veículos convencionais, tanto no meio urbano, quanto no enfoque deste trabalho, o meio rural, onde as maquinas demandam um significativo consumo de combustível fóssil.

Como se pode identificar nos artigos e estudos apresentados, o uso de motores elétricos em tratores e veículos rurais ainda é incipiente. Mesmo que tecnologias avançadas já sejam utilizadas em máquinas e equipamentos agrícolas, o potencial dos veículos elétricos em fazendas ainda não é reconhecido.

O ramo de pesquisa mais promissor da área de veículos elétricos é o estudo de novas baterias, que possam fornecer e armazenar uma quantidade de energia suficiente para desenvolver com mesma eficiência os trabalhos desenvolvidos por veículos a combustão.

Destacam-se principalmente os projetos de utilização de sistemas que integram os veículos elétricos aos sistemas de energia renovável afastadas, a fim de ampliar a utilização de fontes de energia limpa, não apenas em máquinas também no dia-a-dia dos moradores de regiões rurais.

REFERÊNCIAS

Castro, B.H.R.de; Ferreira, T.T. Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. BNDES Setorial, v.32, p.267–310, 2010. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Transporte_Urbano/201009_8.html>. Acesso em: 03 Ago. 2015.

Mousazadeh, H.et al. Evaluation of alternative battery technologies for a solar assist plug-inhybrid electric tractor. Transportation Research Part D, v.15, p.507–512, 2010. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S13619209100008_42?via=ihub >. Acesso em: 25 mar. 2014. doi:10.1016/j.trd.2010.05.002.

Mousazadeh, H. et al. Technical and economical assessment of a multipurpose electric vehicle for farmers. Journal of Cleaner Production, v.17, p.1556–1562, 2009. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/ S0959652609001784>.Acesso em: 25 mar. 2014. doi:10.1016/j.jclepro.2009.05.009.

Mousazadeh, H. et al. Environmental assessment of RAMseS multipurpose electric vehicle compared to a conventional combustion engine vehicle. Journal of Cleaner Production, v.17, p.781–790, 2009. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/ science/article/pii/ S0959652609000195>. Acesso em: 25 mar. 2014. doi: 10.1016/j.jclepro.2009.01.004.

Reddy, E.G. et al. Power management of Supercapacitors using Multi boost and Full Bridge Converters Used in Electric / Hybrid Electric Vehicle. International Journal of Engineering

Science and Technology (IJEST), v.3, p.4774–4784, 2011. Disponível em: <http://www.ijest.info/docs/IJEST11-03-06-073.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2014.

Redpath, D.A.G. et al. Battery powered electric vehicles charged via solar photovoltaic arrays developed for light agricultural duties in remote hilly areas in the Southern Mediterranean region. Journal of Cleaner Production, v.19, p.2034–2048, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.015>. Acesso em: 03 Ago. 2015. doi:10.1016/j.jclepro.2011.07.015.

Shaahid, S.M.; Elhadidy, M.A. Economic analysis of hybrid photovoltaic–diesel–battery power systems for residential loads in hot regions—A step to clean future. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v.12, p.488–503, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2006.07.013>. Acesso em: 25 mar. 2014. doi:10.1016/j.rser.2006.07.013.

Tan, C.W.; Tie, S.F. A review of energy source sand energy management system in electric vehicles. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v.20, p.82–102, 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211200 6910?via=ihub>. Acesso em: 25 mar. 2014. doi: 10.1016/j.rser.2012.11.077.

Toufi E. A.; Ugo B; Jerzy K.; Renewable energy multipurpose system for farmers (RAMseS) – an environmental, technical and economic assessment with a comparison with a conventional thermodynamic vehicle, Polish Journal of Agronomy, vol. 1, pp. 15-18, 2009.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

APRENDIZAGEM ATIVA E DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS DOCENTES NO ENSINO DE PROJETO ARQUITETÔNICO: UM ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ESTEVÃO, ANA CECÍLIA[1], NETO, SILVINO PAULINO DOS SANTOS[2.]

[1] Mestre, CEFET-MG, 38 8818 5060, anacestevao@yahoo.com.br
[2] Mestre, Universidade Fumec, 31 9135 6015, silvinosantos.acad@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O professor precisa desenvolver competências de forma a prepará-lo para a complexa realidade que nos envolve. Atualmente a tecnologia é amplamente utilizada em várias atividades no cotidiano da sociedade. Aliada à inevitável revolução tecnológica é necessária a revolução da capacitação docente. Em especial, o ensino do projeto arquitetônico na Engenharia civil é para o docente um desafio no sentido de despertar o envolvimento do aluno em um conteúdo extenso e de grande importância para a formação profissional. A aprendizagem ativa apresenta-se como alternativa viável. No entanto transformar as práticas pedagógicas é tarefa que exige do professor um constante desenvolvimento de competências. O estudo de caso aqui proposto analisa a implantação da aprendizagem ativa no ensino de projeto arquitetônico na Engenharia civil do CEFET-MG. Os resultados apontam maior envolvimento e aprendizagem por parte dos alunos. A partir desta experiência surgiram desdobramentos desde apresentações em eventos internos e externos até propostas de projetos de extensão e instalação de um escritório público na unidade. O desenvolvimento de competências dos docentes é premissa para viabilizar esta mudança de paradigma nas técnicas de ensino-aprendizagem utilizadas.
PALAVRAS–CHAVE: Aprendizagem ativa, aluno protagonista, competências docentes.

ACTIVE LEARNING AND SKILLS TEACHERS DEVELOPMENT TO ARQUITECTURAL DESIGN EDUCATION: a study case with engineering civil students

ABSTRACT: The teacher must develop skills in order to prepare you for the complex reality that surrounds us. Currently the technology is widely used in various activities in everyday society. Coupled with the inevitable technological revolution the revolution of teacher training is required. In particular, the architectural design education in civil engineering is a challenge for the teaching towards awakening of student involvement in an extensive content and of great importance to vocational training. Active learning is presented as a viable alternative. However transform teaching practices is a task that requires the teacher a constant skill development. The case study proposed here analyzes the implementation of active learning in architectural design education in civil engineering of CEFET-MG. The results show greater engagement and learning by the students. From this experience emerged from presentations developments in internal and external events to extension project proposals and

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

installation of a public office in the unit. Competence development of teachers is prerequisite for enabling this paradigm shift in teaching and learning techniques.
KEYWORDS: Active learning, student protagonist, teaching skills.

APRENDIZAGEM ATIVA E DOCÊNCIA NA ENGENHARIA CIVIL

Pimenta e Anastasiou (2010) afirmam que o professor universitário apresenta uma formação deficitária no que tange a um conhecimento mais estruturado acerca do processo de ensino e de aprendizagem. O professor precisa ter o conhecimento de novas práticas docentes com o objetivo de atender os desejos da sociedade e desenvolver competências necessárias para a prática acadêmica

Atualmente a tecnologia é amplamente utilizada em várias atividades no cotidiano da sociedade. Na sala de aula, o uso da tecnologia proporciona melhores condições de adaptação do conteúdo aos diferentes tipos de aluno e níveis de aprendizado. Aliada à inevitável revolução tecnológica é necessária a revolução da capacitação docente.

Perrenoud (2000) diz que o professor precisa desenvolver competências de forma a prepará-lo para a complexa realidade que nos envolve. Dessa forma, ele precisa se atualizar permanentemente para: planejar e orientar os diversos contextos de aprendizagem; elaborar, executar e avaliar práticas pedagógicas que respeitem a diversidade da sala de aula; envolver os alunos nas aprendizagens e nos trabalhos pedagógicos.

Corroborando as ideias anteriores, a aprendizagem ativa, surge como alternativa adotada pelos professores em sala de aula, fazendo com que o aluno se torne também responsável pelo processo de compartilhamento do ensino e da aprendizagem propriamente dita.

Atualmente, os métodos de aprendizagem ativa IpC (Instrução pelos colegas) representado por Manzur (1997) e EsM (Ensino sob Medida) representado por Novak et. al. (1999) vem se fazendo presente nas práticas adotadas pelos professores.

O método do IpC, também chamado de *Peer Instruction,* deseja que o aluno passe mais tempo pensando e discutindo idéias sobre o conteúdo, do que de forma passiva, assistindo aulas expositivas de professores.

Para o método EsM, também chamado de *Just-in-Time Teaching,* é levado em consideração o conhecimento prévio do aluno, partindo das dificuldades da turma e com estudos e leituras prévias antes das aulas. Esse método é subdivido em três etapas: 1ª Tarefa de leitura sobre os conteúdos a serem discutidos; 2ª Discussão em sala de aula sobre as tarefas de leitura e 3ª Atividade em grupo envolvendo os conceitos trabalhados nas tarefas de leitura e na discussão em sala de aula.

Cabe ainda destacar um método conhecido como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) que incentiva a autonomia do aluno, possibilita o desenvolvimento de suas capacidades intelectuais, suas habilidades humanas e profissionais (PEREIRA, et al, 2014).

A proposta da ABP é que, através de situações problemas relevantes, reais ou próximas da realidade o aluno construa um conhecimento crítico unindo os conhecimentos já adquiridos àqueles desenvolvidos durante a atividade. Seu objetivo não é resolver o problema, mas que de uma forma colaborativa, integrada e estruturada o aluno possa “aprender a aprender”. Na ABP pode haver mais de uma solução para o mesmo problema.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Segundo Pereira, et al (2014) deve-se atentar para algumas questões relacionadas à utilização da ABP em sala de aula. É necessário que o docente desenvolva competências que o capacitem a trabalhar com grupos de alunos, entre outras questões, estabelecendo um equilíbrio entre deixar as equipes discutirem livremente e interferir para que as questões importantes para a aprendizagem sejam debatidas. Em relação à autonomia dada ao aluno destaca-se que pode haver indisciplina e dispersão por parte do mesmo devido à inexperiência ocasionada por estar acostumado a um método tradicional de ensino. É necessário mostrar os ganhos de se tornar ativo no processo de ensino e como isso se traduz na sua atuação no mercado de trabalho.

A ABP contribui para a automotivação, desenvolvimento da habilidade de trabalhar em equipe e favorece a interdisciplinaridade. No entanto reduz o tempo destinado aos fundamentos da disciplina, exige desenvolvimento de competências por parte de professores e alunos, além de exigir mais tempo que os procedimentos tradicionais. Cabe ao professor buscar potencializar as vantagens e minimizar os impactos adaptando o método à realidade da turma e às especificidades da disciplina.

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo de caso da disciplina projeto arquitetônico do curso de Engenharia civil do CEFET-MG, unidade Curvelo, no qual foram utilizadas técnicas de aprendizagem ativa. Os métodos IpC, EsM e ABP foram utilizados como referência. Busca-se relacionar o desenvolvimento de competências do docente e o uso de técnicas que colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, bem como os ganhos para maior envolvimento e aprendizagem dos alunos.

ESTUDO DE CASO: DISCIPLINA PROJETO ARQUITETÔNICO

A partir de experiências de docência vivenciadas percebe-se que o aprendizado de projeto arquitetônico na engenharia civil, para a maioria dos alunos, é considerado secundário ou até mesmo desnecessário. De um modo geral a disciplina fica em segundo plano em relação a outras, em especial as disciplinas de cálculo. No entanto, a experiência no mercado de trabalho demonstra que, na maioria das áreas de atuação do engenheiro civil, o entendimento do projeto arquitetônico é fundamental.

No primeiro contato com as turmas o plano didático para a disciplina “Projeto Arquitetônico” foi construído de forma compartilhada. O plano de ensino foi apresentado e as técnicas de aprendizagem para cada conteúdo foram definidas de forma conjunta, de acordo com o interesse dos alunos, considerando seus conhecimentos prévios e os objetivos previstos no projeto pedagógico do curso.

O conteúdo da disciplina é organizado em cinco unidades de ensino: O Projeto Arquitetônico, Cidade Real x Cidade Legal, Sustentabilidade das Edificações, Acessibilidade Universal e A Cidade Democrática.

As turmas foram divididas em equipes com o objetivo de trabalhar a capacidade dos alunos para soluções de problemas em equipe, adequação de problemas de convivência, potencializar pontos positivos, minimizar pontos negativos e o desenvolvimento de lideranças.

Utilizando como referência o método EsM as equipes confeccionaram um portifólio de apresentação no qual relataram suas experiências anteriores à disciplina que poderiam

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

contribuir no aprendizado, bem como suas expectativas; o que possibilitou um planejamento a partir dos conhecimentos e dificuldades apresentados.

A atividade prática principal da disciplina foi a elaboração de um projeto arquitetônico, que se desenvolveu a medida que as unidades de ensino avançaram, agregando os conhecimentos adquiridos nas mesmas ao processo de projeto. Os alunos escolheram qual tipo de projeto seria desenvolvido pela turma (residência unifamiliar, prédio multifamiliar, edifício comercial, dentre outros), qual o padrão do empreendimento, quais os princípios norteadores e quem seria o cliente (um professor, um colega de classe, um amigo externo à Universidade, dentre outros). Considerando o conhecimento prévio dos alunos foi definido o formato de entrega, se manual ou através de programas computacionais.

Em cada uma das unidades descritas abaixo, foram discutidas técnicas de ensino apropriadas ao conteúdo e as características da turma buscando sempre alternar as técnicas adotadas.

A Unidade 1, O Projeto Arquitetônico, abrangeu o estudo das etapas do projeto arquitetônico através de tarefas de leitura, trabalhos de identificação dos conceitos e estudos de obras construídas, mediante a análise de reportagens em periódicos.

Nesta mesma unidade estudou-se a compatibilização de projetos e a engenharia simultânea, utilizando como referência os métodos IpC e ABP. Foram disponibilizados pela professora artigos que tratavam dos temas para leitura prévia. Em sala de aula foi proposta uma questão conceitual para que os alunos discutissem entre si e se posicionassem sobre a resposta correta. Em forma de debate, os alunos defenderam o seu posicionamento buscando convencer os demais. Cada argumento foi registrado no quadro branco de forma comparativa. Ao final discutiu-se a opção correta para a questão proposta.

O estudo de estilos arquitetônicos, ainda na unidade 1, foi feito através da confecção de guias turísticos de grandes centros urbanos e cidades históricas no Brasil e no mundo. A partir deste guia, foram programadas visitas técnicas que possibilitaram a comparação entre o conteúdo estudado e as edificações construídas. Durante as visitas foram realizadas práticas pedagógicas que orientaram o aprendizado no contexto das cidades visitadas.

As unidades 2 (Cidade Real X Cidade Legal) e 3 (Sustentabilidade das Edificações) adotaram leituras de textos e atividades em grupo com a utilização da micro aprendizagem, na qual um aluno com mais facilidade ensina o conteúdo a outro, e as posições são invertidas aproveitando as potencialidades individuais. Foram utilizados vídeos como material para o método estudo de caso.

A unidade 4, Acessibilidade Universal, possibilitou a aproximação entre conteúdo e prática, utilizando mais uma vez como referência o método ABP. Os alunos foram envolvidos na preparação do curso de Engenharia civil para a visita de reconhecimento do mesmo, realizada pelo Ministério de Educação e Cultura (MEC). Foi feita a análise da instituição em oito tipos de acessibilidade. Através de questionários aplicados entre docentes, discentes e técnicos administrativos foram levantados problemas e propostas de soluções.

A encenação, técnica de aprendizagem adotada na unidade 5 (A Cidade Democrática) buscou tornar o aluno um personagem na construção de uma cidade hipotética simulando a sua participação enquanto engenheiro civil na construção de cidades reais. Nesta unidade os conteúdos vistos anteriormente foram aplicados no contexto urbano.

Durante todas as atividades buscou-se realizar um *feed back* imediato, mostrando aos alunos os resultados alcançados por eles nas atividades realizadas. Foram também aplicados questionários de avaliação das técnicas utilizadas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em relação ao maior envolvimento dos alunos ficou evidente o ganho da metodologia adotada. Comparando com experiências de docência anteriores, sem a utilização da aprendizagem ativa, os alunos se mostraram mais interessados em todos os conteúdos abordados, cruzando a teoria com vivências profissionais ou pessoais.

Este interesse destacou-se principalmente nos desdobramentos propostos pelos alunos em cada conteúdo tratado. Foram propostas apresentações de três trabalhos realizados na disciplina em uma mostra interna e um dos trabalhos deu origem a um artigo com publicação aceita em evento externo. No momento de elaboração deste artigo estão em fase de planejamento proposta para projeto de extensão e implantação de um escritório público para práticas de engenharia.

A aplicação dos conteúdos estudados no desenvolvimento do projeto arquitetônico demonstrou a eficiência da metodologia uma vez que os alunos foram capazes de utilizar os conceitos em um contexto diferenciado.

Por parte da docente foi necessário um esforço inicial para se mover do lugar comum e buscar novas práticas pedagógicas. No entanto, a resposta positiva por parte dos alunos se tornou grande incentivador para a continuidade do processo.

O *feed back* imediato a cada atividade, informando aos alunos o resultado que alcançaram se mostrou estratégia de motivação para os mesmos, no entanto, exigiu da docente organização minuciosa das atividades, em especial em relação ao tempo de aula.

Por fim, foi necessário atualizar o conhecimento em relação ao conteúdo da disciplina como também em relação às técnicas de ensino que podem evitar a evasão escolar, a aprendizagem mecânica e a desmotivação para aprender por parte dos alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os alunos estão preparados para a metodologia da aprendizagem ativa, cabe aos docentes buscar o desenvolvimento de competências que permitam tornar esta prática habitual na formação de profissionais da Engenharia civil.

As instituições de ensino superior devem assumir importante papel na qualificação dos docentes, criando oportunidades de capacitação, em especial na parte pedagógica.

É necessário reconhecer a necessidade de utilizar a tecnologia em sala de aula para que o estudante não se sinta deslocado de um contexto que é natural em várias áreas de sua vida e evitar que se estabeleça um abismo entre professor e o aluno. No entanto a sua utilização deve ser aliada a métodos de ensino que possibilitem que o aluno seja o centro do processo de ensino-aprendizagem e desta forma construa o saber de forma duradoura e significativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MAZUR, E. **Peer instruction:** A user's manual. Pap/Dskt ed. [S.l.] Prentice Hall, Inc., 1997. p. 253.

NOVAK, G. M. et al. **Just-in-time teaching:** blending active learning with web technology. [S.l.] Prentice Hall, 1999. p. 188.

PIMENTA, S. G.; Anastasiou, L.G. **Docência no ensino superior**. São Paulo: Cortez, 2010.

PEREIRA, E. R. A. ; et al. Aprendizagem baseada em problemas. **O jurídico**, v. 1, p. 11, 2014.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DA VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA DO LABORATÓRIO DE ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

DANIELA MAZUCHELLI GARCIA[1], PRISCILA CARVALHO PUPUIN[2], BÁRBARA ALEXIA VIEIRA MARTINEZ[3], LUCAS AMBROSANO[4], PEDRO CASTRO NETO[5], ANTÔNIO CARLOS FRAGA[6]

[1] Iniciação Científica, UFLA, danielamazuchelli@gmail.com.
[2] Iniciação Científica, UFLA, priscilapupin11@gmail.com
[3] Iniciação Científica, UFLA, bahalexia2@gmail.com
[4] Doutor, UFLA, lucasambrosano@gmail.com
[5] Pesquisador, UFLA, oleo@ufla.br
[6] Pesquisador, UFLA, fraga@dag.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O problema da disponibilidade de água potável é antigo e vem se agravando com o passar do tempo, devido especialmente ao aumento da população e da poluição dos mananciais. Isto leva a procura por novas formas de aproveitamento da água. O presente trabalho teve como objetivo estudar a viabilidade do aproveitamento de água de chuva e construir um sistema de coleta e reaproveitamento no Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras. Para projetar o volume potencial de água a ser captado na cobertura da edificação foram avaliados os índices pluviométricos da região, da área de coleta da água de chuva e do coeficiente de escoamento. Para bombeamento e aeração da água será utilizado um cata-vento. Identificou-se a demanda de água potável e não potável, bem como as atividades que permitem a utilização da água de chuva. Verificou-se a simplicidade do sistema de aproveitamento da água de chuva nas edificações, a sua eficiência, bem como a sua importância para o meio ambiente. Foi realizado estudo da possível utilização destas águas para criação de peixes. Através deste estudo, concluiu-se que é viável, do ponto de vista econômico e ambiental, a instalação de estrutura de captação de água de chuva e que o aproveitamento dessa água em edificações significa reduzir o consumo e as despesas com água tratada.
PALAVRAS–CHAVE: Disponibilidade, Aproveitamento, Água, Biodiesel.

RAIN WATER UTILIZATION IN LABORATORY OILS, FATS AND BIODIESELUNIVERSITY OF FEDERAL LAVRAS

ABSTRACT: The problem of availability of drinking water is old and has deteriorated over time, mainly due to the increase in population and pollution of water sources. This calls for new forms of use of water. This study aimed to the construction and implementation of Laboratory oils, fats and Biodiesel Federal University of Lavras, with a collection and rainwater reuse system for its activities. Obtained the potential volume of water to be picked up on the roof of the building through the analysis region of rainfall, the rain water collection area and the flow coefficient. The demand for potable and non-potable water, as well as activities that allow the use of rain water was identified. It is the simplicity of rain water utilization system in buildings, its efficiency and its importance for the environment. It analyzed the use of groundwater for fish where they participate in the process of cleaning and removing harmful materials that may be found in water. For pumping and aeration of the water will be used a pinwheel. Through this study, it was concluded that take advantage of rainwater in buildings means reducing consumption and the cost of treated water in which everyone has access

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

to good quality water. The system introduced simple and easy to maintain leaving no chemical residues in treated water.
KEYWORDS: Availability, Utilization, Water, Biodiesel

INTRODUÇÃO

A água é o elemento primordial à preservação da vida sobre a Terra. Apesar de ¾ de o planeta estar coberto por esse líquido vital, menos de 1% encontra-se em rios, lagos e pântanos (VILLIERS, 2002), estando em condições mais favoráveis de ser captada para o consumo humano. Devido especialmente ao aumento da população e da poluição dos mananciais, o problema da disponibilidade de água potável é antigo e vem se agravando com o passar do tempo. Isto leva a procura por novas formas de aproveitamento da água.

Uma opção que pode se mostrar muito atrativa para a minimização dos efeitos da escassez de água, é o aproveitamento de águas pluviais. Esta se apresenta como uma boa alternativa, visto que, além de reduzir o consumo de água potável, ainda surge como uma ação no combate às enchentes, funcionando como uma medida não estrutural no sistema de drenagem urbana e também para o uso em atividades industriais.

A coleta e o aproveitamento da água de chuva adicionado à água servida em um só sistema de reuso promovem benefícios na eficiência do sistema. Em épocas de estiagem, o sistema é alimentado por água servida, não havendo necessidade de armazenar grandes volumes de água (MAY, 2004).

Indústrias apresentam condições que favorecem a implantação de sistemas para aproveitamento de águas pluviais, ou seja, processos com elevado consumo de água e grandes áreas de cobertura para captação, reduzindo assim os custos gerados pelo consumo de água obtida a partir de fontes tradicionais, os quais incidem sobre o preço final dos produtos.

Os sistemas de aproveitamento de água pluvial são formados basicamente pela área de captação (geralmente coberturas), os componentes de transporte (calhas e condutores verticais) e o reservatório. O tratamento necessário dependerá da utilização final que se dará a essa água.

Essa água poderá ser utilizada na indústria, nas edificações residenciais em descargas de bacias sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de automóveis, lavagem de pisos e piscinas, bem como em diversos processos industriais, como lavagem de bombonas, resfriamento de máquinas.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a viabilidade do aproveitamento de água de chuva e construir um sistema de coleta e reaproveitamento no Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras.

MATERIAL E MÉTODOS

Para projetar o volume potencial de água a ser captado na cobertura da edificação, foram avaliados os dados pluviométricos da cidade de Lavras (MG) coletados na Estação Climatológica Principal de Lavras situada no campus da UFLA de coordenadas geográficas: Latitude 21º14’ Sul, Longitude 45º00’ Oeste e Altitude 918,8 m e pode ser visualizado no Gráfico 1. A região apresenta clima Cwa de acordo com a classificação Köppen.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

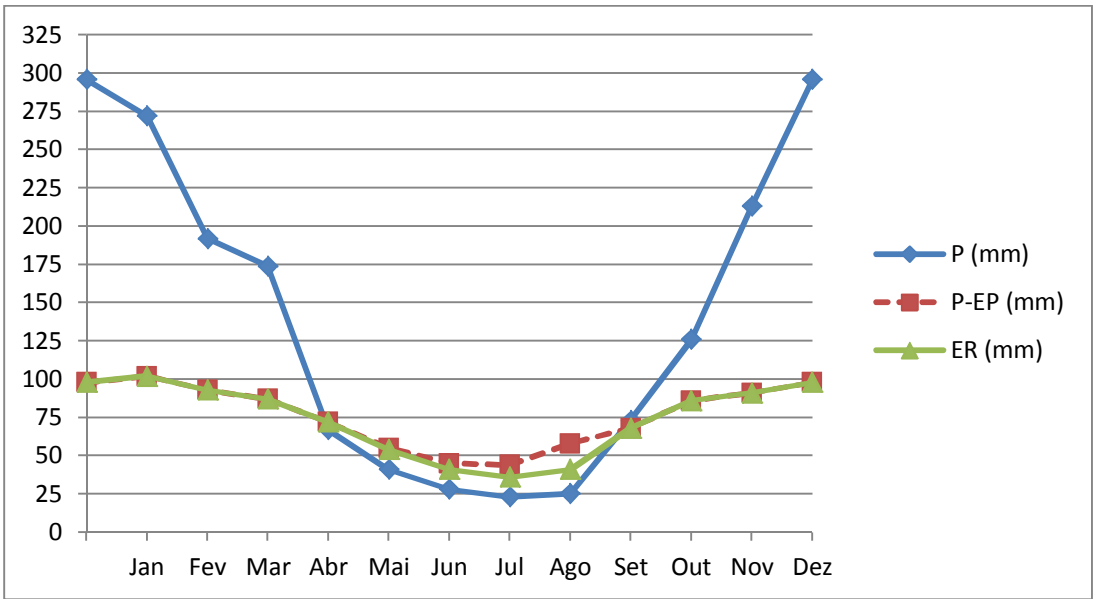


Gráfico 1 – Representação gráfica do balanço hídrico climatológico pelo método de Thornthwaite & Mather (1955).

Nesse estudo optou-se por pesquisar como fonte de coleta o telhado do galpão com 320 m^2, telhado do anexo de 432 m^2 e do estacionamento com 360 m^2 do Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras.

Para saber o acúmulo de água coletada através das fontes é necessário realizar o cálculo do Balanço Hídrico Climatológico (BHC) que contabiliza todas as entradas de água pela Precipitação Total Mensal Normal (P), e as saídas de água por Evapotranspiração (EP). A metodologia utilizada para o cálculo do balanço hídrico é o Thornthwaite e Matter (1955).

Além da avaliação pluviométrica, foi necessário medir o consumo da água utilizada nos processos industriais como higienização de reservatório de plástico cilíndrico de capacidade de 50 e 200 L e pisos do laboratório, resfriamento de máquinas e também na irrigação de plantas e do jardim.

Após a avaliação dos dados, foi possível calcular a capacidade do reservatório, pelo quanto de água foi coletado menos a quanto de água foi consumido durante um ano. Dois reservatórios foram construídos, um na parte superior do laboratório com capacidade de 500 m^3 de nível constante o outro na parte inferior com capacidade de 1000 m^3 e seu nível é variado.

A água do tanque inferior é bombeada para uma caixa d'água de capacidade de 27 m^3 com o auxílio de um cata-vento e de bombas Anaugers movidas à energia solar. Essa caixa possui um dispositivo que libera água para o tanque superior deixando-o sempre constante. Os moinhos de vento podem ser aplicados à elevação ou bombeamento de água. Neste caso, a energia que chega à base do moinho através do seu eixo central é utilizada para fazer rodar um Parafuso de Arquimedes ou acionar um pistão. Uma engrenagem colocada no eixo central é ligada ao parafuso (ou pistão) colocado no interior de um tubo cilíndrico oco. O cata-vento além de bombear aera indiretamente a água.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Telhados ou pavimentos podem ser utilizados como um sistema de captação e aproveitamento de água de chuva, sendo que a água captada através de telhados apresenta qualidade superior. Áreas de captação superiores a 350 m^2 normalmente apresentam-se mais favoráveis ao investimento de um sistema de aproveitamento de água de chuva quando comparadas a menores áreas, mesmo utilizando os métodos tradicionais de dimensionamento. A capacidade potencial dos pontos de coleta do laboratório possui um valor total de 1112 m^2, somando o telhado do galpão, o telhado do anexo e o estacionamento.

Através dos dados de Gráfico 1 verifica-se que a média anual de precipitação atinge valores de 1530 mm, com um período de maior precipitação entre os meses de outubro a março. Para saber o acumulo de água coletada através das fontes foi necessário multiplicar o valor de P (mm) pela capacidade dos pontos de coleta, 1112m^2, dando um total de 1701,360 m^3.

O consumo de água por evaporação nos tanques foi estimado dividindo-se o valor da Evapotranspiração Potencial estimada pelo método do Thornthwaite por 0,75 levando em consideração que a evapotranspiração é de 75% do valor de evaporação do tanque. O consumo total mensal do laboratório é a soma da estimativa de gasto mensal da indústria, estimativa da evaporação dos tanques com a estimativa de irrigação.

Se a área de coleta, a precipitação média da região e a demanda mensal são conhecidas, pode-se calcular o volume mínimo do reservatório de água de chuva. Segundo Soares (2000) o problema do tamanho do reservatório pode ser visto de duas maneiras, primeiro pela quantidade de água necessária para suprir a demanda e segundo encontrar a demanda com um grau de confiabilidade alto.

O volume armazenado de água em m^3 do mês de janeiro pode ser calculado da seguinte maneira, somando o valor do armazenamento de dezembro (considerado o valor total dos tanques cheios uma vez que este é o mês que mais chove) com o volume coletado por mês, posteriormente subtrai-se esse valor do consumo total mensal (m3), tais valores podem ser vistos na Tabela 1. Os demais valores de armazenamento podem ser calculados pela soma do armazenamento do mês anterior com o volume coletado por mês e a posterior subtração do valor do consumo total mensal.

Tabela 1 – Planilha de dimensionamento para coleta de água da chuva

	P (mm)	EP (mm)	Evaporação (mm)	Volume coletado por mês (m^3)	Estimativa de gasto mensal da indústria (m^3)	Estimativa da evaporação dos tanques (m^3)	Estimativa de irrigação (m^3)	Consumo total mensal (m^3)	Armazenamento mensal dos tanques (m^3)
Jan	272	102	136	302	90	52	0	90	1712
Fev	192	93	124	214	90	47	0	90	1836
Mar	174	87	116	193	90	44	0	90	1939
Abr	67	72	96	75	90	36	127	217	1797
Mai	41	55	73	46	90	28	97	187	1656
Jun	28	45	60	31	90	23	79	169	1518
Jul	23	44	59	26	90	22	77	167	1376
Ago	25	58	77	28	90	29	102	192	1212
Set	73	68	91	81	90	34	120	210	1083
Out	126	86	115	140	90	44	0	90	1133
Nov	213	91	121	237	90	46	0	90	1280
Dez	296	98	131	329	90	50	0	90	1500

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Verificou-se a simplicidade do sistema de aproveitamento da água de chuva nas edificações, a sua eficiência, bem como a sua importância para o meio ambiente. Analisou-se a utilização destas águas para criação de peixes onde estes participariam do processo de limpeza e remoção de materiais nocivos que possam ser encontrados nesta água.

CONCLUSÕES

Através deste estudo, concluiu-se que aproveitar a água da chuva nas edificações significa reduzir o consumo e as despesas com água tratada, no qual todos tenham acesso à água de boa qualidade. O sistema se apresentou simples e de fácil manutenção não deixando resíduos químicos na água tratada.

AGRADECIMENTOS

G-ÓLEO, OLEA, UFLA, CNPq, FAPEMIG, FINEP e RBTB.

REFERÊNCIAS

AMORIM, S. V. de; PEREIRA, D. J. de A.; Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, abr./jun. 2008.

CARVALHO, L. G.; DANTAS, A. A. A.; NETO, P. C. Agrometeorologia. Departamento de Engenharia; Setor de Agrometeorologia e Climatologia. Lavras. Editora UFLA, 2010.

MAY, S.; Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. 159 p. Dissertação de Mestrado. São Paulo, 2004.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I.; SILVA, M. C. C. da; RODRIGUE, L. B. REGA – Vol. 4, no. 1, p. 29-37, jan./jun. 2007

SOARES, D.A.F; GONÇANVES, O.M. Fuzzy sets applied to the building recuse systems design. In:CIB W62 Seminar - Rio de Janeiro, 2000, v.1, p.D11 – 1D12.

VILLIERS, M., Água; tradução José Kocerginsky – Rio de Janeiro, 2002, 457 p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ARMAZENAMENTO DE TOMATES REVESTIDOS COM PECTINA: EVOLUÇÃO DA ACIDEZ E PH

MARIA INÁCIO DA SILVA[1], JOABIS NOBRE MARTINS[2], DYEGO DA COSTA SANTOS[3], EMANUEL NETO ALVES DE OLIVEIRA[4], JOSIVANDA PALMEIRA GOMES[5], LILIANE DÁRIA FÉLIX,[6]

[1]Bolsista de Iniciação Cientifica CNPq, Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano Câmpus Salgueiro, e- mail: nacymarim@gmail.com, Fone: (87) 999214801;[2]Professor do IF – Sertão Pernambucano *Campus* Salgueiro, martinsjnta@gmail.com fone: (87)988460655[3]Doutorando em Engenharia Agrícola – UFCG, e-mail: dyego.csantos@gmail.com fone:(83) 99904-5146; [4]Professor do IFRN Campus Paus dos Ferros e-mail: emanuel.oliveira16@gmail.com fone: (84) 99680-7697;[5]Professora Titular da UFCG, , josivanda@gmail.com fone:(83) 3101-1055; [6] Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano Câmpus Salgueiro, e- mail:

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO Objetivou-se com essa pesquisa avaliar o comportamento da maturação de tomates tratados com diferentes concentrações de pectinas. Foram utilizadas tomates no estádio de maturação verde-maduro, e sob condições climáticas de 22,12°C ± 2°C e umidade relativa do ar de 84,85% ± 5. As concentrações de pectinas utilizadas foram de 2 %, 5% e 8%, sendo que cada concentração era composta por três frutos. Inicialmente foi feito o tratamento dos frutos em solução aquosa, em quantidades variadas de 20g, 50g e 80g respectivamente em 1L de água destilada, imergindo os frutos em cada tratamento. Os mesmos foram armazenados em condições ambientais, onde puderam ser avaliadas as possíveis alterações de maturação dos tomates num intervalo de tempo (0, 2, 4, 7,11 e 16 dias), comparando-se sempre com o controle. Observou-se que a acidez foi significativamente afetada nos diferentes tratamentos ao longo do armazenamento, diminuindo até o 7° dia de armazenagem. Pode-se perceber ao final da armazenagem que houve oscilações nos tratamentos, com exceção do 4° e 11° dia de armazenamento no controle; 2° e 4° dia no tratamento de 2% e 2°, 11° e 16° dia de armazenamento no tratamento de 8% não diferiram entre si ao nível de 5% de probabilidade. Também não houve diferença com 2° dia de armazenamento entre os tratamentos de 2% e 8%; 4° dia entre os tratamentos de 2% e 5%; 7° dia nos tratamentos de 2% e 5% e 16° dia de armazenamento nos tratamentos 5% e 8%.
PALAVRAS–CHAVE: Biofilme, frutos, tratamento.

STORAGE TOMATOES COATED WITH PECTIN: EVOLUTION ACIDITY AND PH

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the behavior of ripening tomatoes treated with different concentrations of pectin. Tomatoes were used in the green-ripe stage, and under climatic conditions of 22.12 ° C ± 2 ° C and relative humidity of 84.85% ± 5. The pectin concentrations used were 2%, 5% and 8%, and each concentration was composed of three fruits. First treatment was made of the fruit in an aqueous solution in varying amounts of 20g, 50g and 80g respectively in 1L of distilled water, immersing the fruits in each

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

processing. They were stored at room temperature, which could be evaluated the possible changes of tomatoes ripening in a time interval (0, 2, 4, 7,11 and 16 days), comparing all with the control. It was observed that the acidity was significantly affected by the different treatments during storage, decreasing until the 7th day of storage. One can see the end of storage, there were variations in treatments, except for the 4th and 11th day of storage in control; 2nd and 4th day of treatment 2% and 2 °, 11 ° and 16 ° on the storage treatment% 8 not significantly different at 5% probability. There was no difference in the 2nd day of storage between treatments 2% and 8%; 4th day between treatments 2% and 5%; 7th day of treatment in 2% and 5% and 16 day of storage in treatments 5% and 8%.
KEYWORDS: Biofilm,fruits,treatment.

INTRODUÇÃO

O tomate tem assumido o status de alimento funcional, considerando-se as evidências epidemiológicas que o apontam como sendo responsável pela redução do risco de certos tipos de câncer16. O fruto contém substâncias antioxidantes como ácido ascórbico, licopeno, betacaroteno e compostos fenólicos, que exercem papel preventivo, especialmente contras as doenças crônicas não transmissíveis (BORGUINI; SILVA, 2005).

De acordo com o IBGE (2013) houve um aumento na safra do tomate de 0,64% em 2013, com uma produção passando de 3,64 para 3,67 milhões de toneladas. O Brasil é um grande produtor de tomate, com destaque de produção nos estados de 8,5 Kg/pessoa/ano SILVA NETO (2014).

A alta perecibilidade natural do fruto maduro ocasiona grande dificuldade na conservação de tomate, o que exige uma rápida comercialização após a colheita. A colheita de tomates firmes pode prolongar o período de comercialização, viabilizando a produção numa região e seu consumo em outra parte mais distante, contudo, o ponto de maturação deve atender as necessidades sensoriais do mercado consumidor quanto à aparência, consistência, entre outros atributos sensoriais (BOLZAN, 2008).

As perdas pós-colheitas variam de cada região, predominantes nas tropicais, devido às condições ambientais favoráveis, aliados a ausência de uma cadeia de frio adequada à conservação de produtos tropicais (CHITARRA & CHITARRA, 2005). A eliminação ou minimização das perdas implicaria em diversas vantagens, como o aumento no abastecimento de produtos sem aumento da área de cultivo, economia energética relacionada à produção e comercialização, redução da poluição e satisfação das necessidades do consumidor com a mesma quantidade de energia, terra, água e trabalho (SIQUEIRA, 2012).

O biofilme vem sendo utilizado com grande frequência na preservação da qualidade de frutas e hortaliças, formando uma película sobre a casca dos mesmos, contribuindo significativamente na diminuição de perdas pós-colheita (OLIVEIRA et al., 2011). A utilização destes biofilmes vem sendo pesquisada para uso como revestimento de frutas e hortaliças frescas, com o intuito de minimizar a perda de umidade e reduzir as taxas de respiração, além de conferir aparência brilhante e atraente (BOLZAN, 2008).

Ante o exposto, objetivou-se no trabalho, avaliar o comportamento da maturação de tomates tratados com diferentes concentrações de soluções de pectina.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

Os tomates da espécie (*Lycopersicon esculentum* Mill) foram coletados no estádio de maturação verde-maduro (75% verde e 25% maduro) e sob condições climáticas de 22,12 °C ± 2 °C e umidade relativa do ar de 84,85% ± 5 (Instituto Nacional de Metereologia-INMET) no mercado atacadista CEASA, situado na cidade de Salgueiro- PE. Os experimentos foram realizados no laboratório de Físico-química, pertencente ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro. A cidade de Salgueiro está localizada no sertão pernambucano. Está a uma altitude média da sede de 420 metros. A área do município abrange 1.733,7 km², está à 518 km da capital pernambucana, Recife.

Tratamento com pectina e armazenamento sob atmosfera controlada

Os 72 frutos foram submetidos à higienização habitual e secos. A película foi preparada a partir da suspensão de pectina de alta metoxilação em água da marca CP Kelco em diferentes concentrações: 2%, 5% e 8%, sendo que cada concentração era composta por três frutos. Para elaboração das soluções, colocaram-se 20g, 50g e 80 g de pectina respectivamente em 1L de água destilada, imergindo-se os frutos em cada tratamento. Efetuou-se o armazenamento em condições ambiente dos dias 10 de julho a 26 de julho de 2015, com temperatura e umidade relativa que variaram entre 17,3 a 27,2 °C e 64 a 99%. Observaram-se as possíveis alterações de maturação dos tomates num intervalo de tempo (0, 2, 4, 7, 11 e 16 dias), comparando-se sempre com o controle.

Análises físico-químicas

Os ensaios foram realizados em triplicata, e os procedimentos analíticos seguiram metodologia descritas por INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005) quanto as variáveis:
Acidez: Foi feita por meio da titulação da amostra com hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1N e fenolftaleína como indicador de acordo com a metodologia descrita no Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).
Potencial hidrogeniônico (pH): Determinou-se a quantidade de hidrogênios livres em solução, por meio de um potenciômetro da Tecnal Tec-2 com precisão de 0, 001.

Análise estatística

Os resultados das variáveis acidez, sólidos solúveis em graus brix, dimensões, pH, perda de massa, ratio, sólidos totais e umidade foram comparados por meio de análise de variância ANOVA através de um arranjo fatorial 6x4x3 (06 tempos de armazenamento, 04 tratamentos e 03 repetições). As médias dos tratamentos em que ocorreram diferenças significativas foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. A correlação entre peso e diâmetro do fruto foi avaliada pela análise de regressão linear.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acidez Total Titulável (ATT)

Os resultados obtidos para a acidez estão apresentados na Tabela 1. A acidez foi significativamente afetada nos diferentes tratamentos ao longo do armazenamento, diminuindo até o 7° dia de armazenagem, ocorrendo um aumento gradual no 11° dia e

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

subseqüente diminuição no 16° dia, sendo este comportamento observado para todos os tratamentos. Várias pesquisas comprovam que a concentração de ácidos orgânicos usualmente declina em decorrência de sua utilização como substrato na respiração ou da sua transformação em açúcares. Ferreira (2004) caracterizando o tomate de mesa da região metropolitana de Curitiba relata que a quantidade de ácidos orgânicos varia o grau de maturação, diminuindo progressivamente com o aparecimento da cor rosa, estádio rosado ou à medida que o fruto avança no completo amadurecimento; Jacometti et al. (2003) estudando a aplicação de revestimentos comestíveis em pêssego, concluíram que a acidez declina com o amadurecimento dos frutos.

De acordo com Chitarra & Chitarra (2005) as transformações variam de acordo com as condições de armazenamento e tem papel importante nas características de sabor e do aroma. Jacometti et al. (2003) relatam em seus estudos que a redução e posterior aumento da acidez no fruto pode ter ocorrido devido à perda de massa ao longo do armazenagem e conseqüente aumento na concentração de ácidos.

Ao final do estudo, com exceção do tempo 0 e 2° dia de armazenagem no controle; 4° dia de armazenagem nos tratamentos 2% e 8%; 7° dia de armazenagem nos tratamentos 2%, 5% e 8%; 11° dia de armazenagem no controle, 2% e 5%, não diferiram entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 1 – Valores médios de acidez total titulável em porcentagem. IF – Sertão Pernambucano, 2015.

Armazenamento (Dias)	Tratamentos			
	Controle	2%	5%	8%
0	$0,31^{aA}$	$0,31^{aA}$	$0,31^{aA}$	$0,31^{bA}$
2	$0,32^{aB}$	$0,26^{bcD}$	$0,29^{aC}$	$0,37^{aA}$
4	$0,21^{dC}$	$0,25^{cB}$	$0,28^{aA}$	$0,27^{cAB}$
7	$0,21^{dB}$	$0,26^{cA}$	$0,25^{bcA}$	$0,27^{cA}$
11	$0,27^{bAB}$	$0,25^{cB}$	$0,28^{abAB}$	$0,29^{bcA}$
16	$0,24^{cB}$	$0,29^{abA}$	$0,23^{cB}$	$0,20^{dC}$

Média geral (%) = 0,27; Coeficiente de variação (%) = 4, 4801; Diferença mínima significativa para colunas = 0, 0294; Diferença mínima significativa para linhas= 0,0264. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

pH

Os resultados obtidos para a acidez estão apresentados na Tabela 2. Observou ao longo do armazenamento a oscilação para mais ou para menos do pH, indicando assim, que houve diferença significativa em todos os tratamento aplicados aos frutos. Prates & Ascheri (2011) avaliando o efeito da cobertura de amido de fruta-de-lobo e sorbitol e do tempo de armazenamento na conservação pós-colheita de frutos de morango constataram com o decorrer do tempo a redução no pH dos frutos, que pode estar relacionada aos altos valores de percentual de perda de massa das amostras.

Dessa forma, a perda do conteúdo de água pode ter sido responsável pelo aumento na concentração de ácidos orgânicos, causando queda nos valores de pH. Observa-se que o pH aumenta até o 4° dia de armazenagem, tendo uma leve queda no 7° dia e voltando a aumentar

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

no 11° e 16° dia de armazenagem. Damasceno et al. (2003) observaram em tomate recoberto com película de fécula de mandioca uma tendência de aumento do pH ao longo do amadurecimento e início de senescência, fato que comprova as oscilações no pH no armazenamento dos tomates. Reis et al. (2006) em seus estudos também observaram diferença significativa no pH de pepino japonês, submetido ao tratamento com fécula de mandioca nas diferentes concentrações utilizadas (0%, 2%, 3% e 4%).

Ao final da armazenagem, com exceção do 4° e 11° dia de armazenamento no controle; 2° e 4° dia no tratamento de 2% e 2°, 11° e 16° dia de armazenamento no tratamento de 8% não diferiram entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Também não houve diferença com 2° dia de armazenamento entre os tratamentos de 2% e 8%; 4° dia entre os tratamentos de 2% e 5%; 7° dia nos tratamentos de 2% e 5% e 16° dia de armazenamento nos tratamentos 5% e 8%.

Tabela 2 – Valores médios de pH. IF – Sertão Pernambucano, 2015.

Armazenamento (Dias)	Tratamentos			
	Controle	2%	5%	8%
0	$4,32^{eA}$	$4,32^{eA}$	$4,32^{fA}$	$4,32^{dA}$
2	$4,58^{aC}$	$4,65^{aB}$	$4,72^{aA}$	$4,64^{bB}$
4	$4,53^{bC}$	$4,63^{aB}$	$4,61^{cB}$	$4,71^{aA}$
7	$4,41^{dB}$	$4,45^{dA}$	$4,44^{eA}$	$4,42^{cAB}$
11	$4,48^{cC}$	$4,58^{bB}$	$4,51^{dC}$	$4,65^{bA}$
16	$4,55^{BB}$	$4,50^{cC}$	$4,67^{bA}$	$4,66^{BA}$

Média geral= 4,53; Coeficiente de variação (%) = 0, 3024; Diferença mínima significativa para colunas = 0, 0332; Diferença mínima significativa para linhas= 0, 0298. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

Pode-se perceber ao final da armazenagem que houve oscilações nos tratamentos, com exceção do 4° e 11° dia de armazenamento no controle; 2° e 4° dia no tratamento de 2% e 2°, 11° e 16° dia de armazenamento no tratamento de 8% não diferiram entre si ao nível de 5% de probabilidade. Também não houve diferença com 2° dia de armazenamento entre os tratamentos de 2% e 8%; 4° dia entre os tratamentos de 2% e 5%; 7° dia nos tratamentos de 2% e 5% e 16° dia de armazenamento nos tratamentos 5% e 8%.

REFERÊNCIAS

BOLZAN, R. P. **Biofilmes comestíveis para conservação pós-colheita de tomate 'dominador'**, 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal do Paraná.

BORGUINI, R. G. **Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) orgânico: o conteúdo nutricional e a opinião do consumidor.** São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado).

BORGUINI. RG.; SILVA. M. V. **Características físico-químicas e sensoriais do tomate (*Lycopersicon esculentum*) produzido por cultivo orgânico em comparação ao convencional**. *Rev. Alim. Nutr.,* Araraquara v.16, n.4, p. 355-361, out./dez. 2005.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. revisada e ampliada. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHIUMARELLI, M.; FERREIRA, M. D. Qualidade pós-colheita de tomates 'Débora' com utilização de diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.3, p. 381-385, 2006.

DAMASCENO, S. et al. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.3, p.377-380, 2003.

FERREIRA, S. M. R. Características de qualidade do tomate de mesa (Lycopersicum *esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, 2004. Tese (Doutorado).

FERREIRA, S. M. R. et al. Qualidade pós-colheita do tomate de mesa convencional e orgânico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.4, p.858-864, 2010.

GOMES, F. A.; CAMELO, A. F. L. Calidad postcosecha de tomates almacenados em armosferas controladas. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 38-43, 2002.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Uso de ethephon e fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão siciliano. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, n.1, p.99-106, 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Banco de dados. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 03 ago. 2015.

JACOMETTI, G. A.; MENEGHEL, R. F. A.; YAMASHITA, F. Aplicação de revestimentos comestíveis em pêssego (*Prunus persica*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.1, p.95-100, 2003.

KLUGE, R. A.; MINAMI, K. Efeito de ésteres de sacarose no armazenamento de tomates Santa Clara. **Scientia Agrícola**, v. 54, n. 1-2, p. 39-44, 1997.

KROLOW, A. C.; SCHWENGBER, J.; FERRI, N. Avaliações físicas e químicas de morango cv. Aromas produzidos em sistema orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p.1732-1735, 2007.

MIGUEL, A. C. A. et al. Qualidade de tomate 'Débora' minimamente processado armazenado em dois tipos de embalagens. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 582-585, 2007.

OLIVEIRA, T. A et al. **Efeito do revestimento de tomate com biofilme na aparência e perda de massa durante o armazenamento.** Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.1, p. 230 - 234 janeiro/março de 2011.

PRATES, M. F. O.; ASCHERI, D. P. R. Efeito da cobertura de amido de fruta-de-lobo e sorbitol e do tempo de armazenamento na conservação pós-colheita de frutos de morango. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 29, n. 1, p. 21-32, 2011.

RAUPP, D. S. et al. Tomate longa vida desidratado em diferentes temperaturas de secagem. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 1, p. 33-39, 2007.

REIS, K. C. et al. Pepino japonês (*Cucumis sativus* L.) submetido ao tratamento com fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 30, n. 3, p. 487-493, 2006.

SILVA NETO, W. A. DA. **Relação de longo prazo entre os preços do tomate nos estados de São Paulo e Goiás.** Informações Econômicas. São Paulo, v. 44, n. 2, mar./abr. 2014.

SIQUEIRA, A. P. O. **Uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá-azedo, 2012.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF Campos dos Goytacazes – RJ.

VIEITES, R. L.; ARRUDA, M. C.; GODOY, L. J. G. Utilização de cera e películas de fécula no armazenamento de laranja pera sob refrigeração. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 17, n. 1, p. 83-87, 1996.

WOLF, K. L. Propriedades físico-químicas e mecânicas de biofilmes elaborados a partir de fibra e pó de colágeno. São José do Rio Preto. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual Paulista, 2007. Dissertação (Mestrado).

ZAMBRANO, J.; MOYEJA, J.; PACHECO, L. Efecto del estado de madurez en la composición y calidad de frutos de tomate. **Agronomia Tropical**, v. 46, n. 1, p. 61-72, 1996.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E O IMPACTO NA TRANSMISSÃO DA INFORMAÇÃO

EMILLE MARTINS CARDOSO[1], ICARO FERREIRA DOMINGOS DE PAULA[2], PEDRO DAVID NETTO SILVEIRA[3]

[1] Graduanda em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES, 28 99881-7927, emille-m1@hotmail.com

[2] Graduando em Bacharel em Sistemas de Informação, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 27 99748-3348, icaroferreiradepaula@gmail.com

[3] Mestre em Informática, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, pedro.silveira@ifes.edu.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A comunicação é constituída por emissor, canal e receptor, tendo por objetivo a transmissão de uma mensagem, que por sua vez é parte construtora da informação. As tecnologias da informação (TI) visam, dentre outras coisas, permitir a produção, armazenamento, transmissão, acesso, segurança e o uso da informação. Ao compararmos as transformações nas tecnologias da informação, encontramos mudanças profundas entre elas, a internet em especial, revolucionou a transmissão da informação, permitindo o transporte da mesma de maneira instantânea e interativa, proporcionando a todos o poder de transmitir e receber dados em qualquer lugar e a qualquer momento. Partindo dos conceitos de dados, informação e conhecimento, o presente artigo tem por objetivo discutir como a interatividade fornecida pela internet tem impactado o processo da transmissão da informação. A metodologia baseou-se em uma análise de trabalhos publicados e em pesquisas elaboradas no âmbito da comunicação. Com isso, tivemos como resultado uma visão ampla de como o uso da internet de forma errada e leviana tem nos proporcionado textos carentes de conteúdos informativos, contribuído para a perda da informação útil e credível.
PALAVRAS–CHAVE: Tecnologia da Informação, Informação, Transmissão.

THE TECHNOLOGIES OF INFORMATIONS AND THE IMPACT IN THE INFORMATION TRANSMISSION

ABSTRACT:Communication consists in an emitter, a channel and a receiver, with the purpose of transmission of a message, which in turn is part of the constuction of information. Information technologies (IT) aim, among other things, to allow the production, storage, transmission, access, security and the use of information. When we compared the transformations in the information technologies, we found profound changes between them. The Internet especially has revolutionized the transmission of information, allowing the transport of information instantaneously and interactively, giving everyone the power to transmit and receive data anywhere and at any time. Using the concepts of data, information and knowledge, this article aims to discuss how this interactivity has impacted in the information transmission process. The methodology used was an analysis of published and prepared papers in the scope of communication. From this, we gained results that gave a

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

broad picture of how the wrong and frivolous use of the Internet has contributed to the loss of useful and credible information.
KEYWORDS:Information Technologies, Information, Transmission.

INTRODUÇÃO

A comunicação é um processo de transmissão e recepção de mensagens (Figura 1) e pode ser realizada por meio de linguagem falada ou escrita, ou linguagem de sinais. A mesma é constituída por emissor – é aquele que dá início ao processo da comunicação, transmitindo a mensagem, canal – é o meio pelo qual a mensagem é enviada pelo emissor, e receptor – é aquele que recebe a mensagem.

A comunicação é indispensável na formação da sociedade, pois é por meio dela que o homem adquire valores e constrói sua personalidade. *"A comunicação, neste aspecto, é vista como um processo no qual se articulam sentidos, símbolos, significados culturais e sociais que promovem a interação entre as pessoas, entre as organizações, e do intercâmbio de diálogos que envolvem sujeitos ativos e contextos históricos e culturais de produção e difusão de mensagens. Pode-se pensar na comunicação como uma ligação que torna possível o relacionamento entre as pessoas, um fio condutor por onde se estabelecem relações sociais entre os homens e seja possível potencializar os relacionamentos humanos"* (Porém; Kerbauy, 2010). Ou seja, toda comunicação tem por objetivo transmitir uma mensagem, que por sua vez é parte construtora da informação. A informação, um conjunto organizado de dados, sendo útil a tomada de decisão, é um elemento fundamental no processo da comunicação, pois a mesma é dependente de um processo de transmissão, tendo um significado para quem a recebe.

Para melhor refletirmos sobre o valor da informação, é fundamental a análise dos conceitos de dados e conhecimento. Em sentido mais amplo, dados abrange toda a informação quantificável (números, letras, gráficos, imagens, sons ou uma combinação desses tipos). Os dados são na realidade, os blocos construtivos da informação. Conhecimento é o ato ou efeito de conhecer, ato de perceber ou compreender por meio da razão ou da experiência. É o acúmulo de saber prático sobre um determinado assunto, que agrega convicções, crenças, sentimentos e emoções e outros fatores ligados a experiência e a personalidade de quem o detém.

Interligando os dois termos ao conceito da informação podemos concluir que um texto é um dado, que torna-se uma fonte de informação, que se atribuído a um contexto, um significado, ou uma interpretação, torna-se em conhecimento. O conhecimento é a informação mais valiosa e consequentemente, mais difícil de gerenciar, pois foi preciso que alguém refletisse sobre a informação, acrescentando a ela sua própria sabedoria, considerando suas implicações mais amplas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

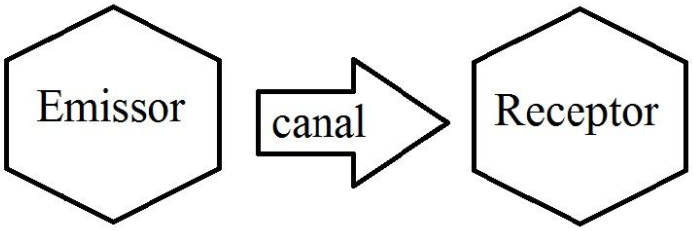


Figura 1 – Processo de Comunicação Padrão.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo constitui-se de uma revisão da literatura especializada, realizada entre julho de 2015 e outubro de 2015, no qual realizou-se uma consulta a livros e periódicos presentes na biblioteca do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) – campus de Alegre e por artigos científicos selecionados por meio de busca na *engine google scholar*. As palavras-chave utilizadas na busca foram comunicação, tecnologia da informação e transmissão da informação.

Os critérios de inclusão para os estudos encontrados foram a importância do uso da tecnologia da informação e da comunicação na formação de opiniões, e estudos comparativos entre esta e outras modalidades de comunicação que não a baseada em TI. Logo em seguida, buscou-se estudar e compreender as principais características de provimento da comunicação, por meio da TI, nos estudos encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os meios de comunicação de massa desempenham uma função de grande importância para a sociedade, que é transmitir informação em tempo ágil a um expressivo número de pessoas. Para melhor compreender o conceito dos tipos de comunicação, abordamos os argumentos de Wilson Dizard Jr. (2000) *"As atuais mudanças são a terceira grande transformação nas tecnologias da mídia de massa nos tempos modernos. A primeira aconteceu no século XIX, com a introdução das impressoras a vapor e do papel de jornal barato. O resultado foi a primeira mídia de massa verdadeira - os jornais 'baratos' e as editoras de livros e revistas em grandes escalas. A segunda transformação ocorreu com a introdução da transmissão por ondas eletromagnéticas - o rádio em 1920 e a televisão em 1939. A terceira transformação na mídia de massa - que estamos presenciando agora - envolve uma transição para a produção, armazenagem e distribuição da informação e entretenimento estruturadas em computadores. Os meios de comunicação de massa podem ser usados tanto para fornecer informações úteis e importantes para a população, como para alienar, determinar um modo de pensar, induzindo certos comportamentos e aquisição de certos produtos, por exemplo. Cabe aos órgãos responsáveis fiscalizarem que tipo de informação está sendo veiculada por esses meios, como ao receptor das informações ser crítico, para selecionar e internalizar as informações que considerar úteis para si, denunciando os abusos aos órgãos competentes".*

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Ao compararmos as transformações nas tecnologias da informação, encontramos mudanças profundas entre elas a internet, que revolucionou a transmissão de dados, pois permitiu, a mesma, de modo instantâneo e interativo, o que proporciona a todos o poder transmitir e receber dados em qualquer lugar e a qualquer momento. Plaza (2000) relaciona a interatividade a uma categoria da comunicação ou a uma nova condição de recepção de mensagem *"Para além de simular as competências linguísticas e contemporâneas humanas, é necessário aprender a interatividade como categoria da comunicação, ou seja, um modo singular, de comércio entre subjetividades, obedecendo a constrangimentos particulares, onde sua "programaticidade" no sentido informativo é certamente a principal condição"*.
A internet, permite ao receptor modificar a estrutura dos dados, participando assim, dos atos de transformação e criação da informação, tornando-o em transmissor para qualquer canal disponível, como por exemplo as redes sociais.

Segundo Levy (1999) "*O termo interatividade em geral, ressalta a participação ativa do beneficiário de uma transação de informação". Moraes(1998) afirma que "A interatividade é uma ação entre, um estar em comum, [...] então há de se pressupor que esta representa uma relação entre, no mínimo, dois agentes; uma ação mútua*".

É importante ressaltar que o conceito do termo interatividade é amplo, mas os autores concordam que a interatividade permite a democratização da comunicação, tornando a transmissão da informação uma ação que cabe a todos.

A informação nos permite tomar decisões e resolver problemas, tendo em conta que seu uso racional é a base do conhecimento. As tecnologias da informação, em particular a internet, não está mudando apenas o modo de acesso à informação, mas também a transmissão da mesma, tal impacto tem transformado a transmissão tradicional da informação, onde a mensagem partia de um único transmissor, em transmissão de dados inúteis à tomada de decisão.

Os receptores tornaram-se usuários, elementos ativos no processo da comunicação (Figura 02) e transmissão, onde são seus próprios contadores de histórias, em mecanismo de divulgação comunicativa e de acesso a todos.

Os dados circulam por muitas vias, as pessoas comentam, curtem, compartilham, mas não os organizam de forma útil, não pensam a respeito, não os compreendem e nem o acrescentam um valor ou sua própria sabedoria. *"Os receptores devem não apenas usar a informação, mas também reconhecer que de fato constituem o conhecimento"* (Thomas H. Davenport).

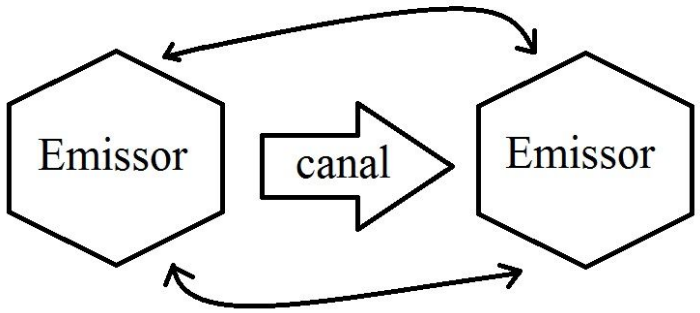


Figura 2 – Processo de Comunicação: Interatividade.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

Estamos vivendo na era da publicação instantânea, onde é preciso apurar a veracidade das informações, fazer uma filtragem de confiança é muito importante para que possamos ter acesso a conteúdos úteis e credíveis. Precisamos enxergar as tecnologias da informação com o intuito de criar entendimento compartilhado, e não apenas como uma ferramenta de transmissão de dados. A interatividade veio ampliar as possibilidades de transmissão no âmbito comunicacional, mas tem deixando claro a perca de controle de qualidade da informação, em um cenário de acesso a todos, onde nem todos dominam a arte de informar. As novas tecnologias de comunicação e informação abrem novos horizontes, mas também causam impactos significativos na transmissão da informação, trazendo novos desafios a esta geração.

REFERÊNCIAS

Dado, Informação e Conhecimento, disponível em <http://www.esedh.pr.gov.br/arquivos/File/dado_info_conhecimento.pdf> , acesso em 14 de Junho de 2015.

DAVENPORT, THOMAS H., Ecologia da Informação, disponível em <http://amormino.com.br/livros/20141114-ecologia-informacao.pdf> , acesso em 14 de Junho de 2015.

KONDER, COMPARATO FÁBIO, Ecologia da Informação, disponívem em <http://www.usp.br/revistausp/48/01-fabio.pdf> , acesso em 14 de Junho de 2015.

Revolução dos meios de Comunicação, disponível em <https://sites.google.com/site/revolucaodosmeiosdecomunicacao/o-processo-de-comunicacao> , acesso em 21 de Julho de 2015.

Informação, conhecimento e comunicação em organizações do conhecimento, disponível em <http://www.dgz.org.br/fev12/Art_06.htm> , acesso em 01 de Agosto de 2015.

Informação, disponível em <http://queconceito.com.br/informacao> , acesso em 03 de Agosto de 2015.

Dados, Informação e Conhecimento, disponívem em <http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/14038/14038_4.PDF> , acesso em 03 de Agosto de 2015.

CHOO, C.W. A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões. 2.ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2006.

DIZARD, WILSON, A Nova Mídia: A comunicação de massa na era da informação, disponível em

<https://books.google.com.br/booksid=aiAJuncctxcC&pg=PA53&lpg=PA53&dq=as+atuais+mudan%C3%A7as+s%C3%A3o+a+terceira+grande+transforma%C3%A7%C3%A3o+nas+tecnologias+da+m%C3%ADdia&source=bl&ots=wmReZp1AUb&sig=cNTQ5aoUf-2pxV54pn5huL0fGG4&hl=ptBR&sa=X&ved=0CBwQ6AEwAGoVChMI5_u7hqS5yAIVRIGQCh1XZgPP#v=onepage&q=as%20atuais%20mudan%C3%A7as%20s%C3%A3o%20a%20terceira%20grande%20transforma%C3%A7%C3%A3o%20nas%20tecnologias%20da%20m%C3%ADdia&f=false> acesso em 17 de Setembro de 2015.

A Adaptação do Jornalismo em Tempo de Novas Mídias, disponível em <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/4441/1/2009_JulianoBasile.pdf>, acesso em 17 de Setembro de 2015.

Novas tecnologias e o ensino de jornalismo, disponível em <http://casperlibero.edu.br/wp-content/uploads/2014/05/Novas-tecnologias-e-o-ensino-de-Jornalismo.pdf>, acesso em 23 de Setembro de 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AUTOMAÇÃO DE UMA MÁQUINA DE TORREFAÇÃO DE CAFÉ UTILIZADA POR PEQUENOS PRODUTORES RURAIS

MATHEUS AGUIAR[1], JULIO C. C. CAMPOS[2], LUCIANO J. MINETTE[3], ALVARO MESSIAS B. TIBIRIÇA[4], HENRIQUE MÁRCIO P. ROSA[5]

[1] Graduação em Engenharia Mecânica, UFV, 31-38994115, matheus.aguiar@ufv.br
[2] Doutor em Engenharia Mecânica, UFV, 31-38994115, julio.campos@ufv.br
[3] Doutor em Ciência Florestal, UFV, 31-38993929, minette@ufv.br
[4] Doutor em Engenharia Mecânica, UFV, 31-38994080, alvaro.tibirica@ufv.br
[5] Doutor em Engenharia Mecânica, UFV, 31-38994111, henrique.rosa@ufv.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo automatizar um torrador manual de café por meio da implementação de um sistema de controle de temperatura on-off. Produzir café por si só não é suficiente. É necessário que essa produção se dê com qualidade, o que só é possível com a utilização, nas indústrias de processamento, de eficazes técnicas de torrefação e moagem. Portanto, é evidente que a função das torrefadoras não deve ser apenas torrar e moer o produto, mas, sobretudo, executar procedimentos que levem à qualidade e a preços competitivos do produto final. A metodologia empregada no controle do processo de torra do café foi um Arduino UNO, sensores e atuadores, após adaptações em um torrador comumente utilizado por pequenos produtores rurais. O resultados obtidos da torra do café, antes da automação, foram de qualidade ruim, muito torrado e não indicado para a etapa de moagem. Para obter melhores resultados, fez-se outros testes, com a máquina automatizada, e comparou-se as amostras de cada lote de torra com uma amostra de café torrado por uma máquina industrial. Verificou-se, nesta comparação, uma eficiente torra do café da maquina automatizada. Conclui-se que o objetivo do trabalho foi alcançado, isto é, a automatização do processo de torra mostrou-se um método bastante prático, de excelente reprodutibilidade e que permitiu, sobretudo, a estabilização da temperatura do café no estágio desejado.
PALAVRAS–CHAVE: microcontrolador Arduino**,** temperatura, tempo.

AUTOMATION A COFFEE ROASTING MACHINE USED FOR SMALL FARMERS

ABSTRACT: This study aimed to automate a manual coffee roaster through the implementation of a temperature control system on-off. Produce coffee is no longer enough. It is necessary that this production be done with quality, which is only possible with the use of effective techniques of roasting and milling in the process industries. Therefore, it is clear that the function of roasters should not be just toast and mill the product, but also all perform procedures that lead to quality and competitive prices of the final product. The methodology used in the control of the coffee roasting process was a UNO Arduino, sensors and actuators after adjustments in a roaster commonly used by small farmers. The results of the coffee roasting before automation were of poor quality, very crisp and not suitable for milling step. For best results, other tests was done with the automated machine and it was compared the samples of each batch of roasted and a roasting coffee sample by an industrial machine. It was verified, in this comparison, an efficient roasting of the coffee machine automated. In conclusion, the objective was achieved. The automation of the roasting process proved to be a very

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

practical method, with excellent reproducibility and allowing the coffee temperature stabilization at the desired stage.
KEYWORDS: microcontroller Arduino, temperature, time.

INTRODUÇÃO

Produzir café por si só não é suficiente. É necessário que essa produção se dê com qualidade, o que só é possível com a utilização, nas indústrias de processamento, de eficazes técnicas de torrefação e moagem. A qualidade do café é analisada tendo-se como referência padrões estabelecidos de acordo com a presença de impurezas, tamanho, cor dos grãos e características como aroma e sabor. A qualificação do café, no Brasil, é feita de acordo com a classificação por tipo ou quantidade de defeitos, características de qualidade do produto e pelo tipo de bebida que ele apresenta.

Uma apropriada colheita, manejo e processamento são as operações especialmente importantes, as quais determinam a qualidade final, o que influenciará no mercado para o produto, (Casanova et al., 2013).

Portanto, é evidente que a função das torrefadoras não deve ser apenas torrar e moer o produto, mas, sobretudo, executar procedimentos que levem à qualidade e a preços competitivos do produto final.

Nesse contexto, a utilização de técnicas mais adequadas de automação industrial, proposta no presente trabalho, além levar ao aperfeiçoamento do processo de torrefação elétrica aplicado em ambiente doméstico por produtores rurais, dando-lhe maior praticidade, também possibilitará a desejada diminuição das deficiências apresentadas por alguns dos torradores disponíveis no mercado, melhorando a qualidade do produto final, particularmente no que concerne ao sabor, ao aroma, à cor e à homogeneidade dos grãos torrados.

Assim, com o método proposto no presente trabalho, objetivou-se a estudar e desenvolver um sistema automático de torrar café, caracterizado pelo baixo custo, confiabilidade e eficiência no que concerne à qualidade do café torrado. Para isto se fez necessário o estudo da metodologia de automação, conforme evidenciado por diversos pesquisadores, dos quais merecem destaque: Bayer et al. (2011), Bolton (2005), Groover (1980), Natale (2013), empregada para melhorar a eficiência da maquina com relação a torra de café.

MATERIAL E MÉTODOS

O conhecimento das especificações, assim como, o funcionamento de um torrador de café, se fez necessário para realização dos testes preliminares de torra. A partir do conhecimento das variáveis, tais como, temperatura, tempo e qualidade de torra foi possível propor inovações no sentido de melhorar a qualidade de torra do café.

Portanto, estudou-se e selecionou-se um motor que fosse capaz de substituir a manivela de rotação do torrador de café, de tal forma a obter uma rotação uniforme da máquina.

Desta maneira projetou-se um sistema de redução por polias, devidamente acoplado à manivela, visando uma rotação da máquina próxima ao estabelecido pelo fabricante, em torno de setenta rotações por minuto.

Outra inovação foi o acoplamento de um sensor de temperatura para fornecimento da temperatura no interior da câmara. No torrador de café estudado não tinha nenhum sensor para avaliar a temperatura de torra do café. A partir das especificações do fabricante, informava-nos que ao atingir trinta minutos era suficiente para finalizar a torra.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Para alcançar o objetivo de introduzir o sensor de temperatura no interior da câmara, uma vez que o cilindro (câmara) girava concomitantemente com o giro da manivela, estabeleceu-se um rasgo no eixo fixo que contém a resistência elétrica, por onde passaria o fio do termopar e, assim, evitando-se que o mesmo enrolasse durante a rotação da máquina.

O termopar foi devidamente selecionado, conforme Borchardt (1979), verificando as especificações, tipo, faixa de utilização e outras características.

A resistência elétrica, mencionada anteriormente, foi utilizada para fornecer a energia necessária para a torra do café. O valor da resistência elétrica é de 13,7 ohms e a tensão de 127 volts.

Outra preocupação foi como controlar esse processo, uma vez que, a temperatura e o tempo estão intimamente ligadas para obter uma torra de café de excelente qualidade. Neste sentido utilizou-se uma placa Arduino que apresentasse as características de controle de tensão de saída e entrada de forma a permitir a comunicação com os sensores. As informações desta placa foram consultadas em (Arduino, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de calor disponibilizado pela resistência elétrica foi calculada, conforme a equação 1.

$$\mathrm{Q} = I^2 \times R \times t \qquad (1)$$

Onde I representa a corrente elétrica, R é a resistência elétrica de 13,7Ω e t é o tempo necessário para torra do café, (25 minutos = 1500 segundos).

Com auxilio da lei de Ohm determinou-se o valor da corrente elétrica, conforme a equação 2.

$$\mathrm{I} = \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{R}} = 9{,}57 \text{ ampere} \qquad (2)$$

Onde V refere-se a tensão (127 volts).

A partir da equação 1 e 2 determinou-se a quantidade de calor disponibilizado pela resistência elétrica sendo igual a 1,88 Mega Joule.

Após o cálculo da energia liberada pela resistência elétrica, efetuou-se o cálculo da energia absorvida pelo café durante o processo de torra. Nesta análise considerou-se uma perda de energia na resistência elétrica da ordem de 30%. Desta forma, foi possível estimar a temperatura final teórica de acordo com a equação 3.

$$\mathrm{Q} = Q_{abs} = 1{,}88 \times 10^6 \times 0{,}30 = \mathrm{m} \times C_p \times 10^3 \times (T_f - T_o) \qquad (3)$$

Onde Q_{abs} , é a energia absorvida pelo café, m refere-se a quantidade em kilograma, $(2\ kg)$, de café utilizado no processo de torra, C_p refere-se ao calor específico, $(^{1{,}80 \times 10^3\ J}/_{kg^0C})$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

do café arábico, T_f a temperatura teórica final de torra e T_o é a temperatura do meio externo, isto é, ambiente (25^0C). Logo, o valor de $T_f = 365^0C$.

A temperatura obtida no interior da câmara, com auxilio do sensor de temperatura foi de aproximadamente, no final dos primeiros testes, um valor superior a 320^0C.

Mediante a estas análises, nos testes realizados anteriormente, utilizando as instruções dadas pelo fabricante, obteve-se um café com qualidade ruim, muito torrado e não indicado para a próxima etapa, o processo de moagem, conforme Figura 1. A automação do sistema foi realizada, visando o aprimoramento da qualidade do café torrado.



Figura 1 – Teste utilizando as instruções do fabricante do torrador.

Para obter melhores resultados, fizemos outros testes, com a máquina já automatizada, e comparamos as amostras de cada lote de torra com uma amostra de café torrado por uma outra máquina, vide figura 2, e que apresenta uma qualidade superior em seu processo de torra.



Figura 2 – Amostra de café torrado com outra máquina e qualidade superior.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Foram realizados vários testes e no último teste, o de 5 minutos, obteve-se o resultado desejado. Desta maneira modificou-se o código de programação com intuito de mudar a dinâmica de torragem, onde o operador determinava o tempo total de torra, pois o tempo de set point era o tempo total do processo, após a modificação, o operador determina o tempo em que o café deve permanecer a na temperatura de set point.

CONCLUSÕES

Como se pode depreender dos resultados obtidos, a automatização do processo de torra mostrou-se um método bastante prático, de excelente reprodutibilidade e que permitiu, sobretudo, a estabilização da temperatura do café no estágio desejado. A rotação da máquina manteve-se uniforme e foi possível o permanente monitoramento do tempo de torra e da temperatura do café, em contraponto com o método manual, cuja rotação depende do ritmo do operador que, por sua vez, não tem informações precisas sobre a temperatura interna do café e, portanto, não consegue estabelecer, com precisão, o momento do encerramento do processo.

Com isso, o método proposto estabelece condições eficazes para a previsão da temperatura final da torra e, conseqüentemente, para o controle efetivo sobre a qualidade do produto final. Ressalte-se que, como a temperatura final ideal da torra depende do tipo de café operado, o método possibilita, inclusive, ajustar-se previamente esse parâmetro para cada tipo de café.

Considerando, portanto, a avaliação dos indicadores acima discutidos, conclui-se que as adaptações implementadas no torrador “comercial”, bem como o sistema automatizado de controle e monitoramento dos parâmetros inerentes ao processo, levaram à consecução dos objetivos inicialmente propostos. No entanto, o método pode levar a resultados ainda melhores caso, ao invés de se adaptar um torrador já existente no mercado, seja projetada uma nova máquina, com especificações e princípio de funcionamento mais adequadas ao método automatizado ora proposto.

REFERÊNCIAS

ARDUINO – home page. Arduino. [S.l.]. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: [24 ago 2015].

BAYER, Fernando Mariano; ECKHARDT, Moacir; MACHADO, Renato. Automação de Sistemas. Santa Maria- RS, [2011]. Colégio Técnico Industrial, UFSM, e-Tec Brasil.

BOLTON, W. Instrumentação e Controle. [2005]. Editora Hemus.

BORCHARDT; ILDON, Guilherme; GOMES, Álvaro F. Termopares. Ed. Sagra, [1979].

Casanova, P. et al. Thermal properties of Conilon coffee fruits. IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN). **e**-ISSN: 2250-3021, **p**-ISSN: 2278-8719 Vol. 3, Issue 11 [November. 2013], ||V5|| PP 29-35.

GROOVER, Mikell P. Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing. Englewood Cliffs: Prentice Hall, [1980].

NATALE, Fernando. Automação Industrial. São Paulo, [2013]. Editora Érica Ltda.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO AMBIENTAL EM INSTALAÇÕES PARA CRIAÇÃO DE SUÍNOS COM DIFERENTES SISTEMAS DE CAMA SOBREPOSTA

STELA GODINHO PEREIRA, ALESSANDRO TORRES CAMPOS, FRANCINE APARECIDA SOUZA, JACQUELINE CARDOSO FERREIRA, PEDRO IVO SODRÉ AMARAL, DAIANE CECCHIN

[1] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, (35)91375742, stelapereira@live.com
[2] Prof Doutor,DEG/UFLA, (35)38291486
[3] francine.sousa@ymail.com
[4]Doutoranda em Eng Agrícola DEG/UFLA, jacardosof@yahoo.com.br
[5]Doutorando em Eng Agrícola DEG/UFLA, pedroivoamara@ig.com.br
[6]Doutoranda em Eng Agrícola DEG/UFLA,daianececchin@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A privação de estímulos ambientais ao qual estão submetidos os animais em confinamento pode refletir em comportamentos anômalos, principalmente para suinocultura. Entretanto, poucos estudos são direcionados a comparação das características do ambiente com os aspectos relacionados ao bem estar, em instalações com cama sobreposta. O presente trabalho teve como objetivo a avaliação ambiental para instalações de suinocultura, por meio de índices de conforto e produção de gases no interior das instalações. Os dados foram coletados em quatro horários durante o dia, na granja experimental de suínos, do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* de Rio Pomba- MG. Foram avaliados três materiais de cama (Maravalha, Bagaço-de-cana e a mistura). A avaliação térmica foi obtida através do Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) e do Índice de Carga Térmica Radiante (CTR). A avaliação da produção de gases foi obtida por sensores, para obtenção das concentrações dos gases CO_2, CO e NH_3. O maior valor médio para ITGU foi encontrado na cama composta pela mistura (71,66), assim como o maior valor médio para CTR (444,50). Os maiores valores médios para os gases (NH_3 (2,88ppm), CO_2 (1,28ppm) e CO (1,08ppm)), foram observados na cama composta por maravalha e estão abaixo de concentrações que possam causar danos a saúde do animal. O sistema de cama sobreposta composta por maravalha foi o que apresentou às melhores condições de conforto para os animais na fase de crescimento e terminação.
PALAVRAS–CHAVE: Ambiência Animal, Ambiência para Suínos, Índices de Conforto.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT IN FACILITIES SWINE BREEDING WITH DIFFERENT SYSTEMS OF DEEP BEDDING

ABSTRACT: The privation of environmental stimuli to which animals are subjected to confinement can reflect anomalous behavior, mainly for swine farming. However, few studies are directed to compare the environmental features with aspects related to welfare in facilities with deep bedding. This study aimed to the environmental evaluation for swine farming facilities through the comfort indexes and gas production inside the facility. Data were

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

collected at four different times during the day, in the experimental swine farm, at Federal Institute of Southeast Minas Gerais, Campus of Rio Pomba- MG. Were evaluated three bed materials (Shavings, sugarcane bagasse and the mixture). The thermal evaluation was obtained by the index of temperature globe and humidity and thermal of load radiant index . The evaluation of gas production was obtained by sensors to obtaining the concentrations of CO_2, CO and NH_3. The greatest average values of Temperature Globe and Humidity index was found in bed composed by the mixture (71.66) , as well the greatest average value for Thermal Index of Load Radiant (444.50) . The greatest average values of the gases (NH_3 (2,88ppm) , CO_2 (1,28ppm) and CO (1,08ppm)) were observed in the bed made from shavings and they are below concentrations that can cause damage to animals health. The deep bedding system made from shavings was the one that showed the best comfort conditions for the animals in the growth stage and termination.
KEYWORDS: Animal Ambience, Ambience for swine, Comfort index.

INTRODUÇÃO

O sistema de criação em cama sobreposta concilia características importantes, tais como a utilização de subprodutos para a confecção das camas e o enriquecimento ambiental para os suínos.

O uso de cama na produção de suínos fundamenta-se na capacidade de o material, rico em carbono, absorver a fração líquida dos dejetos produzidos pelos animais, transformando o resíduo em composto orgânico (COSTA et al., 2008).

Os dejetos suínos, tanto na sua forma sólida ou líquida, têm elevada capacidade poluente (SAMPAIO et al., 2005). Em sistema convencional de criação, o manejo dos dejetos requer elevados volumes de água, grandes estruturas para o armazenamento do resíduo gerado, além de maquinário e equipamento específico para a distribuição desse resíduo nas culturas (OLIVEIRA et al., 2000).

De acordo com Lay et al. (2001), suínos terminados em sistema de cama apresentam menor incidência de comportamentos estereotipados, além de apresentarem menos lesões nas pernas quando comparados aos terminados em sistema convencional. Machado Filho et al. (2001) observaram que a presença de palha na baia de suínos promoveu redução no comportamento de fuçar e morder os companheiros.

A privação de estímulos ambientais (ambiente monótono, falta de substratos palha, ramos e terra) leva à frustração que pode se refletir em comportamentos anômalos ou estereótipos (MACHADO FILHO & HÖTZEL, 2000).

Nesse contexto, a utilização de cama sobreposta para suínos remete a um ambiente de sustentabilidade e atende de forma satisfatória as exigências do mercado consumidor. Todavia a decomposição do material de cama associado aos resíduos produzidos pelos animais pode, de certa forma, alterar as condições térmicas, atmosféricas e sociais das instalações.

A literatura é escassa de informações comparativas no que se referem às características do ambiente térmico, acústico, de gases, assim como dos aspectos relacionados ao bem estar, entre instalações convencionais e em cama sobreposta.

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma avaliação ambiental de instalações para suinocultura, na fase de terminação, nos modelos em cama sobreposta e convencional.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

Características das edificações

Os dados foram coletados em granja experimental de suínos do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* de Rio Pomba – MG.

As edificações, tanto no sistema convencional quanto em camas sobrepostas, possuem as seguintes características construtivas: 1.489,86 m^2 de área, pé-direito de quatro metros, divisórias metálicas, cobertura em telhas de fibrocimento sobre estrutura metálica e beiral de 1,32 m.

No sistema de produção de suínos em cama sobreposta, o piso convencional é substituído por uma cama de aproximadamente 0,50 m de espessura constituída por materiais ricos em carbono, que desempenha a dupla função de piso e digestor dos dejetos, que são retidos, armazenados e estabilizados dentro da própria edificação suinícola, manejados em estado sólido e tratados mediante o processo de compostagem.

As avaliações descritas a seguir, são realizadas para instalações de terminação para suínos, tanto no sistema em cama sobreposta como convencional.

Avaliação do ambiente térmico no interior das instalações

Para a avaliação do ambiente no interior das instalações em cama sobreposta, é necessário determinar o índice de temperatura do globo e umidade (ITGU). A equação 1 representa a relação para a determinação do ITGU.

$$ITGU = TGN + 0{,}36Tpo + 41{,}5 \quad (1)$$

Em que, TGN é a temperatura de globo negro em ºC; e Tpo é a temperatura de ponto de orvalho, em ºC.

Para o cálculo do ITGU são necessários valores de CTR (carga térmica de radiação), que foi obtida por meio de uma equação e de TGN, que são obtidos usualmente a partir de um termômetro situado no centro de uma esfera oca, de cobre, com diâmetro de 15 cm e espessura de 0,5 mm, pintada externamente com tinta preta fosca. A equação 2 representa a relação para a determinação da carga térmica de radiação (CTR).

$$CTR = \sigma\,(T_m)^4 \quad (2)$$

Em que, σ é a constante de Stefan-Boltzmann, em $W.m^{-2}.K^{-4}$, cujo valor é igual a 5,67 x 10-8; e T_m é Temperatura média radiante, em K.

A equação 3 representa a relação para a determinação da temperatura média radiante (T_m).

$$T_m = 100 \cdot \left[2.51 \cdot \sqrt{V} \cdot \left(T_{gn} - T_{bs}\right) + \left(\frac{T_{gn}}{100}\right)^4 \right]^{1/4} \quad (3)$$

Em que, V é a velocidade do ar, em m s^{-1}.

Avaliação dos gases e ruídos produzidos e presentes nas edificações suinícolas

Visando avaliar o nível de ruídos e a qualidade do ar em ambos os modelos de instalações, foram feito registro da concentração dos seguintes gases: amônia (NH_3), dióxido de carbono (CO_2) e monóxido de carbono (CO), quanto à exposição do trabalhador. Para tanto, foram tomadas como referência a norma regulamentadora NR-15 (1978) e a ACGIH (2001).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Medição de gases

Os gases estudados foram: amônia (NH_3), dióxido de carbono (CO_2) e monóxido de carbono (CO), todos em ppm. As concentrações dos gases foram medidas no nível dos animais.

Para a coleta de dados de CO_2, foi utilizado o sensor da marca Testo®, modelo 535, de "princípio infravermelho", com resolução de 1ppm e acurácia de ± 50 ppm, que detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 10.000 ppm. Para as concentrações de amônia, foi utilizado sensor da marca Texto®, de "princípio eletroquímico", com resolução de 1 ppm e acurácia de ± 1 ppm, que detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 100 ppm, cuja célula foi calibrada em empresa cadastrada pelo INMETRO. Para a medida dos dados de CO, foi empregado o sensor da marca Testo®, modelo 315-2, de "princípio eletroquímico", com resolução de 1 ppm e acurácia de ±1 ppm, que detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 100 ppm.

Para obter maior precisão nas coletas dos dados os sensores foram ligados fora das instalações, em ambiente neutro, e posteriormente levados para dentro das baias onde foi realizada a mensuração normalmente. Esse procedimento é necessário para evitar interferência de avaliações anteriores e do próprio local de coleta, conforme orientação técnica do aparelho.

Amostragem para caracterização da cama sobreposta de suíno

Para a coleta das amostras da cama sobreposta, aplicar-se-á a metodologia normatizada para a amostragem de solo de áreas contaminadas com distribuição sistemática dos pontos (CETESB, 1999). Serão retiradas três amostras por baia para se obtiver a concentração dos nutrientes presentes da cama sobreposta de suínos.

Basicamente, os principais parâmetros analisados serão: umidade, pH em água, matéria orgânica, sólidos totais, sólidos voláteis, nitrogênio total, amônio, nitrato, fósforo total, potássio total, cobre, zinco, ferro e manganês. A coleta e preservação das amostras serão feitas de acordo com as recomendações de Kiehl (1985).

Em cada amostra serão registradas todas as informações de campo: número de identificação da amostra, número do ponto amostrado, data e hora da coleta, temperatura, condições meteorológicas nas últimas 24 horas e indicação dos parâmetros que serão analisados no laboratório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Ambiente térmico

Diversos trabalhos têm empregado o Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) para avaliação e classificação do ambiente térmico (OLIVEIRA et al., 2006; ABREU et al., 2007; MENEGALI et al., 2009; NAZARENO et al., 2009).

A Tabela 1 apresenta os valores dos parâmetros ambientais, ITGU, entalpia e CRT avaliados nos diferentes horários durante a realização do experimento.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1 -- Resultados do Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU), Entalpia e carga térmica radiante (CTR) em relação ao material de cama das baias e os horários de coleta, em uma unidade de crescimento e terminação para suínos

Índice	Cama	Horário				
		09:00	11:30	14:00	16:30	Média
ITGU	B1	67,57a	72,82a	74,44a	71,81a	71,66a
	B2	67,18a	72,84a	74,37a	71,11a	71,38 b
	B3	67,09a	72,86a	74,36a	71,05a	71,34 b
Entalpia	B1	50,74a	58,44a	59,19a	59,08a	56,86a
	B2	51,36a	58,36a	59,37a	59,01a	57,02a
	B3	51,07a	58,40a	59,24a	58,67a	56,85a
CTR	B1	425,10a	450,93a	460,90a	441,07a	444,50a
	B2	420,83a	453,06a	460,95a	435,58 b	442,60 b
	B3	421,29a	453,23a	460,74a	435,40 b	442,67 b

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. Cama sobreposta de maravalha+bagaço de cana (B1), cama sobreposta de bagaço de cana (B2) e cama sobreposta de maravalha (B3).

Observaram-se diferenças significativas entre as médias de ITGU para os tratamentos. Os maiores valores de ITGU ocorreram para o tratamento B1 (maravalha+bagaço de cana) na maioria dos horários em relação aos demais tratamentos. Evidencia-se, desta forma, condições climáticas mais críticas no ambiente com este material de cama, uma vez que o ITGU leva em consideração o efeito conjugado da temperatura de ponto de orvalho e temperatura de globo.

De acordo com essas informações observa-se que os valores de ITGU obtidos no presente trabalho estão, no horário das 14:00 horas em todos os tratamentos, acima da zona de conforto térmico para suínos que é até 72. Entretanto, esta situação não chega a caracterizar-se como estresse, que ocorre a partir do valor de 72 para o ITGU. O valor médio obtido para este índice foi 71,66. De acordo com KIEFER et al. (2009), valores de ITGU próximos a 81,1 caracterizam alto estresse por calor para suínos em fase de terminação.

No presente trabalho, os menores valores de ITGU foram observados ao início da manhã e ao final da tarde. Já os maiores valores ocorreram entre 11 e 15 horas, concordando com os resultados de TOLON & NÄÄS (2005) e COSTA (2009).

Ao avaliar os efeitos da temperatura do ar sobre o comportamento, respostas fisiológicas e desempenho de suínos na fase de crescimento, KIEFER et al. (2009) observaram que o estresse por calor provoca distúrbios de comportamento, assim como afeta negativamente o desempenho (consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar) e altera a fisiologia dos suínos nesta fase de crescimento.

Nesta pesquisa, o tratamento B3, composto por cama sobreposta composta por maravalha, foi o que apresentou melhores resultados de ITGU em todos os horários avaliados (Tabela 1), proporcionando aos animais o melhor conforto.

A variação da entalpia nos sistemas avaliados foi muito similar, não havendo diferença significativa entre os tratamentos, estando um pouco abaixo da faixa estabelecida para o índice (Tabela 1). De acordo com MOURA (1999), o valor de entalpia desejado para a fase de crescimento, é de 60,44 a 68,62 kJ kg de ar seco^{-1}. Desta forma todos os tratamentos, em todos os horários avaliados, apresentaram entalpia abaixo do limite recomendado. SARUBBI et al. (2012) encontraram na instalação com telhado de telhas de barro (69,24 kJ kg de ar seco^{-}

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

[1]) e na com telhado de telhas de cimento amianto (73,45 kJ kg de ar seco^{-1}), apresentando valores superiores ao intervalo desejado. Já no presente trabalho, obtiveram-se valores inversos, no caso valores menores que o tolerado.

SAMPAIO (2004), avaliando instalação na fase de terminação, observou que os valores de CTR variaram em maior intensidade entre 14:00 e 18 horas. Já no presente estudo, as médias horárias encontradas para a CTR seguiram o mesmo padrão encontrado por CAMERINI et al. (2009), que observaram aumento nos valores da CTR ao longo da manhã, com declínio após as 14h. Quando as médias foram comparadas aos valores de conforto, de 450 W m^{-2}, conforme descrevem BAÊTA & SOUZA (2010), os horários de 11:30h e 14h apresentaram-se fora do ideal, sendo que, neste período, os suínos podem sofrer maior desconforto ambiental.

2. Ambiente aéreo (gases)

A Tabela 2 apresenta as concentrações de todos os gases (Amônia, CO_2 e CO) em função dos horários de observações para cada sistema de cama sobreposta de suínos estudados, estão dentro dos limites recomendados pela NR-15 (1978), para os três materiais de cama sobreposta avaliada.

Tabela 2. Resultados para gases (Amônia (NH_3), dióxido de carbono (CO_2) e monóxido de carbono (CO)) para cada material de cama e horários de coleta, em uma unidade de crescimento e terminação para suínos

Índice	Cama	Horário				
		09:00	11:30	14:00	16:30	Média
NH_3	B1	3,01a	2,87a	2,33a	2,27a	2,63a
	B2	1,20 b	1,47 b	1,67a	1,73a	1,52 b
	B3	2,60a	3,27a	3,07a	2,60a	2,88a
CO_2	B1	1,33a	1,33a	1,07a	1,07a	1,20a
	B2	1,07a	1,53a	1,20a	1,00a	1,20a
	B3	1,47a	1,07a	1,20a	1,40a	1,28a
CO	B1	1,27a	0,93a	1,00a	0,53a	0,93 b
	B2	1,07a	0,87a	0,80a	0,60a	0,83 b
	B3	1,27a	1,13a	1,07a	0,87a	1,08a

*Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, na coluna.
CO_2 (dióxido de carbono), NH_3 (amônia) e CO (monóxido de carbono).

Apesar de em alguns horários apresentar diferença significativa na concentração de amônia entre os tratamentos, verificou-se que os maiores valores da amônia encontrados em todas as camas não ultrapassaram 4 ppm, valores esses inferiores àqueles que possam afetar a saúde do animal, conforme citado por NIOSH (2005), indicando boas condições de ventilação e renovação do ar ambiente. TOLON et al. (2010), avaliando a concentração de amônia em instalações de reprodutores, obtiveram valores médio 2 ppm.

Observa-se que as concentrações médias de CO_2 não diferiram entre si nas camas estudadas. Os níveis de concentração de CO_2 obtidos em todos os horários avaliados também não apresentaram diferença significativa. Os valores de CO_2 encontrados nos três tratamentos com camas sobrepostas, em todos os horários de observação, estiveram abaixo do nível de concentração que possa causar danos à saúde do animal (3.000 ppm), valores citados por

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

NADER et al. (2002). Isso indica que houve renovação de ar satisfatória do ponto de vista do gás CO_2.

Os resultados de concentração do gás CO_2 encontram-se dentro dos limites recomendados pela NR-15 (1978). O maior valor encontrado ocorreu no tratamento com cama sobreposta de bagaço de cana (B2), às 11:30 horas, onde atingiu 1,53 ppm. O período da manhã foi o que apresentou os maiores valores em todos os materiais de cama avaliados. Segundo ACGIH (2001), o CO_2 tem o limite de exposição ocupacional de 5000 ppm e a NR-15 (1978) coloca como sendo de 3.900 ppm o limite máximo.

Observa-se, que as médias de concentração de CO encontradas entre as diferentes camas sobrepostas foram inferiores às recomendadas pela NR (1990) e HFA (2006), não excedendo os 50 ppm. Os valores do presente estudo foram inferiores aos encontrados por MENEGALI et al. (2009), que em trabalhos com frangos de corte, em condições de inverno, na região Sul do Brasil, encontraram valores de CO variando de 2,65 a 8,79 ppm. NÄÄS et al. (2007) observaram, em pesquisas com frangos de corte em períodos frios, valores de 30 ppm (em sistema de ventilação tipo túnel) e 18 ppm (com ventilação convencional) na fase de aquecimento, valores acima dos obtidos no presente trabalho com suínos em fase de terminação no sistema de cama sobreposta. O gás CO não foi percebido pelo equipamento de medição em nenhuma das creches pesquisadas por (CAMPOS et al., 2009). Os resultados de concentração do gás CO encontra-se dentro do limite recomendado pela NR-15 (1978), no interior das instalações de terminação de suínos.

CONCLUSÕES

O sistema de cama sobreposta composta por maravalha foi o que apresentou às melhores condições de conforto para os animais na fase de crescimento e terminação.

Os índices de conforto térmico ambiental (ITGU, Entalpia e CTR) mostram que o sistema de criação utilizando cama sobreposta de maravalha permitiu, aos suínos na fase de terminação, melhor condicionamento térmico ambiental.

REFERÊNCIAS

BELLI FILHO, P.; CASTILHOS JÚNIOR, A.B.; COSTA, R.H.R. et al. Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** Campina Grande, v.5, n.1, p.166-170, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria n. 49, de 25 de Abril 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 27 abr. 2005. Seção 1, p.20.

CETESB. **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**. Manual Técnico 4230. Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas: critérios para projeto e operação. São Paulo, 1999, 32p.

COSTA, L. V. C. **Biodigestão anaeróbia da cama de frango associada ou não ao biofertilizante obtido com dejetos de suínos: produção de biogás e qualidade do biofertilizante**. 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

KIRCHMANN, H.; THORVALDSSON, G. Challenging targets for future agriculture. **European Journal of Agronomy,** Amsterdam, v.12, n.3-4, p.145-161, 2000.

LUCAS JR., J. **Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios**. 1994. 113 f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

OLIVEIRA, P.A.V. Produção e manejo de dejetos de suínos. In: MATTOS, W.R.S. (ed.). **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros.** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.164-177.

ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J.; ORRICO JÚNIOR, M.A.P. Caracterização e biodigestão anaeróbia dos dejetos de caprinos. **Engenharia Agrícola,** Jaboticabal, v.27, n.3, p.639-647, 2007.

ORTOLANI, A.F.; BENINCASA, M.; LUCAS JUNIOR, J. **Biodigestores rurais: modelos Indiano, Chinês e Batelada**. Jaboticabal, FUNEP, 1991. 3p.

PAULO, R.M. **Uso de camas sobrepostas durante as fases de crescimento e terminação de suínos em condições de verão.** Dissertação de mestrado. Viçosa/MG: UFV, 2003.

ROSSI, C.A.R. Suínos em cama sobreposta e presença de linfadenite tuberculóide. **Rev. Fac. Zoo. Vet. Agro. Uruguaiana,** Uruguaiana, v.10, p. 29-41, 2003.

SANTOS, T.M.B. **Balanço energético e adequação do uso de biodigestores em galpões de frangos de corte.** 2001. 180p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2001.

SILVA, F.C.; BERTON, R.S.; CHITOLINA, J.C. et al. Recomendações técnicas para o uso agrícola do composto de lixo urbano no Estado de São Paulo. Campinas: **Embrapa Informática Agropecuária**, 2002. 17 p. (Circular Técnica, 3).

SOARES, J.P.; SOUZA, J.A.; CAVALHEIRO, E.T.G. Caracterização de amostras comerciais de vermicomposto de esterco bovino e avaliação da influência do pH e do tempo na adsorção de Co (II), Zn (II) e Cu (II). **Química Nova**, São Paulo, v.27, n.1, p.5-9, 2004.

SOUZA, C.F.; LUCAS JÚNIOR, J.; FERREIRA, W.P.M. Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos sob efeito de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato – considerações sobre a partida. **Engenharia Agrícola,** Jaboticabal, v.25, n.2, p.530-539, 2005.

VELOSO, A.V. **Avaliação ambiental da produção de suínos em sistema de camas sobrepostas e reaproveitamento dos resíduos como biofertilizante na cultura do milho.** 2010. 50f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010.

XAVIER, C.A.N.; LUCAS JÚNIOR, J. Parâmetros de dimensionamento para biodigestores batelada operados com dejetos de vacas leiteiras com e sem uso de inoculo. **Engenharia Agrícola,** Jaboticabal, v.30, n.2, p.212-223, 2010.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DA DUREZA SUPERFICIAL DO CONCRETO PELO ESCLERÔMETRO DE REFLEXÃO (ESCLERÔMETRIA)

ALAN PEREIRA VILELA[1], RODRIGO ALLAN PEREIRA[2], WISNER COIMBRA DE PAULA[3], FÁBIO ARMOND CARVALHO ARAÚJO[4]

[1] Mestrando em Engenharia de Biomateriais, UFLA, (35)8876-4814, alanpereiravilela@yahoo.com.br
[2] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFLA, (35)9129-4080, rallap.ufla@yahoo.com.br
[3] Professor do curso de Engenharia Civil, UNILAVRAS, (35)8822-7506, wisnercp@yahoo.com.br
[4] Graduado em Engenharia Civil, UNILAVRAS, (35)9169-9582, fabio_svm@hotmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: As propriedades e características de um material de construção devem ser estudadas a fundo antes de seu emprego em alguma estrutura. Dentre os materiais de construção, o mais utilizado é o concreto. Os ensaios convencionais para determinação das propriedades do concreto são confiáveis e normatizados, mas esbarra em problemas como custo, equipamentos necessários, mão-de-obra qualificada e tempo. Desta forma, a busca por novos tipos de ensaios torna-se essencial para a otimização do processo de conhecimento dos materiais. Os ensaios não-destrutivos têm sido cada vez mais utilizados atualmente. Destaca-se entre estes métodos de ensaio a esclerômetria, que consiste em uma pequena incisão na superfície do material por meio de um equipamento manual chamado esclerômetro. Este equipamento fornece os índices esclerométricos que posteriormente são corrigidos e transformados em valores de resistência do material. O objetivo deste trabalho é executar o ensaio esclerométrico em laboratório, e posteriormente em uma estrutura de edificação para viabilizar e difundir sua aplicação na engenharia civil. A partir dos resultados obtidos, observou-se que os valores de resistência encontrados pelo método da esclerometria foram em média 90% da resistência do concreto encontrada na máquina de ensaios convencional. Isto indica que a esclerometria é uma ótima alternativa para avaliação de estruturas de concreto tendo em vista que é um ensaio não-destrutivo e tem pouca interferência na estrutura em estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Ensaios não-destrutivos, Propriedades, Concreto.

EVALUATION OF SUPERFICIAL CONCRETE TOUGHNESS BY REFLECTION SCLEROMETER (SCLEROMETRY)

ABSTRACT: The properties and features of a building material should be thoroughly studied before its use in some structure. Among the construction materials, the most widely used is the concrete. Conventional assays for determination of concrete properties are trusted and standardized, but comes up against problems such as cost, necessary equipment, skilled labor and time. Thus, the search for new types of assays becomes essential to optimize the

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

knowledge of process materials. Non-destructive testing have been increasingly used today. Stands out between these assay methods the sclerometry, which consists in a small incision on the surface of the material using a manual device called esclerometer. This equipment provides the sclerometrics indexes which are then corrected and transformed into strength values of the material. The objective of this work is to execute the esclerometria assay in laboratory, and later in a building structure to facilitate and disseminate its application in civil engineering. From the results obtained, it was observed that the resistance values encountered by sclerometry method were on average 90% of the strength of concrete found in conventional testing machine. This indicates that the sclerometry method is a great alternative for evaluation of concrete structures in view of that is a non-destructive testing and has little interference in the structure under study.

KEYWORDS: Non-destructive testing, Properties, Concrete.

INTRODUÇÃO

Para garantir a segurança das estruturas de concreto é necessário averiguar sua condição com um nível elevado de precisão e detalhe. De longa data, a maneira usual de se inspecionar e fazer diagnósticos do desempenho das estruturas de concreto está relacionado com ensaios de resistência à compressão em testemunhos extraídos da própria estrutura. Porém, esse procedimento nem sempre é recomendado devido à geometria dos elementos estruturais, que muitas vezes não permite extrair testemunhos com as dimensões padronizadas para os ensaios, bem como os próprios riscos e danos que o seccionamento da estrutura pode causar.

O ensaio esclerométrico tem a promessa de estimar a resistência do concreto sem causar perda da resistência do elemento estrutural, no entanto, sua aplicação no concreto das estruturas de obras correntes possui poucos esclarecimentos técnicos na literatura.

O esclerômetro de reflexão do tipo Schmidt é um aparelho que utiliza um método não destrutivo que mede a dureza superficial do concreto, fornecendo assim, elementos que auxiliam na avaliação do concreto endurecido. Os procedimentos para a utilização desse instrumento são estabelecidos na NBR 7584/1995.

O principal objetivo deste trabalho é executar o ensaio esclerométrico em laboratório, para compreender seus detalhes de aplicação e, se possível, torna-lo mais aceito pelos profissionais da área de engenharia civil.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos práticos foram realizados no laboratório de Materiais de Construção Civil do Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS), bem como em uma obra localizada no Centro da cidade de Lavras – MG, onde será construído um edifício com apartamentos de luxo.

Os dados coletados na pesquisa passaram por uma seleção e organização, de onde foram extraídos os resultados finais.

Determinação da resistência do concreto por compressão simples

O concreto utilizado para a determinação da resistência por compressão simples foi

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

obtido de uma empresa especializada na produção de concreto usinado. Com esse concreto, produziram-se 10 (dez) corpos-de-prova cilíndricos (15x30 mm), que foram coletados durante a concretagem dos pilares P1, P2, P3, P4 e P5 do pavimento pilotis do edifício acima citado, para determinação do f_c28, que é o valor característico do concreto aos 28 dias. Os corpos de prova foram desformados 24 horas após sua confecção e a partir daí foram recolocados dentro do tanque com água, onde permaneceram por 28 dias. Passado o período de cura retiraram-se os corpos de prova do reservatório e de acordo com a NBR 5739 (ABNT, 2007) levou-se imediatamente para rompê-los em prensa hidráulica.

Os valores obtidos no ensaio de compressão simples são denominados f_c (resistência à compressão), para determinar a resistência do concreto precisa-se determinar o f_{cm} "resistência média à compressão" que é a média aritmética dos valores de f_c para o conjunto de corpos de prova ensaiados, e é utilizado na determinação da resistência característica, f_{ck}, por meio da Equação 1.

$$f_{ck} = f_{cm} + 1{,}65\ Sd \qquad (1)$$

Em que, Sd é o desvio padrão da amostra; 1,65 corresponde ao quantil de 5% dos corpos-de-prova que são menores do que o f_{ck}.

De acordo com os dados da Tabela 1 pode-se dizer que se tem um concreto de classe 30 (C30), pois a média dos f_{ck} é igual a 34,20 MPa. Vale salientar que em obra é um pouco diferente já que as condições de cura e adensamento são adversas.

Tabela 1 – Valores de f_{ck} do concreto.

Corpos-de-prova (Pilares)	P1	P2	P3	P4	P5
Tensão de ruptura (MPa)	33,09	32,23	35,17	34,36	36,16

Determinação da resistência do concreto pelo método esclerométrico nos corpos-de-prova

Como dito anteriormente o método esclerométrico avalia a dureza superficial do concreto, auxiliando na determinação da resistência do mesmo. Para tal ensaio foram confeccionados 10 (dez) corpos-de-prova cilíndricos com dimensões de 15x30 cm onde foram realizados os ensaios.

Com exatos 28 dias da confecção dos corpos de prova retiraram-se os mesmos do reservatório de cura. Com 28 dias de moldagem realizou-se o teste com o esclerômetro de reflexão onde obteve valores (Tabela 2) e posteriormente foi determinada a média aritmética de cada amostra e calculado o limite de 10% que compreenderá os dados para sequência dos cálculos.

Tabela 2 - Índices de reflexão por amostra dos corpos-de-prova.

Corpos-de-prova	Índices Esclerométricos								
P1	28	26	28	28	28	28	28	30	26
P2	29	29	28,5	28	29	28	30	29,5	27,5
P3	29,5	29,5	29,5	31	30	28	30	30,5	27
P4	28,5	28	28,5	27	28	30	25,5	29	28
P5	31	28,5	30	28	29,5	29	31,5	31	29,5

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Após a determinação da média aritmética, continuaram-se os cálculos a fim de determinar os índices efetivos. Para tanto foi necessário determinar o coeficiente de correção esclerométrico citado na NBR 7584 (ABNT, 1995).

Determinação da resistência do concreto pelo método esclerométrico nos pilares

Para a determinação da resistência do concreto nos pilares pelo método esclerométrico (Tabela 3), foi utilizado o mesmo procedimento citado para a determinação nos corpos-de-prova.

Tabela 3 - Índices de reflexão por amostra dos pilares.

Pilares	Índices Esclerométricos															
P1	39	33	34	39	38	35	34	34	34	34	34	36	35	33	34	35
P2	33	35	33	34	40	38	40	41	41	36	34	36	35	35	39	40
P3	34	36	33	35	34	34	36	34	36	40	37	38	38	39	36	35
P4	39	35	42	35	34	42	38	36	41	41	38	35	36	38	35	37
P5	38	40	35	40	35	36	37	37	38	35	35	34	36	37	34	40

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a comparação entre o ensaio esclerométrico (nos pilares e nos corpos-de-prova) e o ensaio realizado na prensa hidráulica (compressão simples), para os 5 pilares analisados empregados.

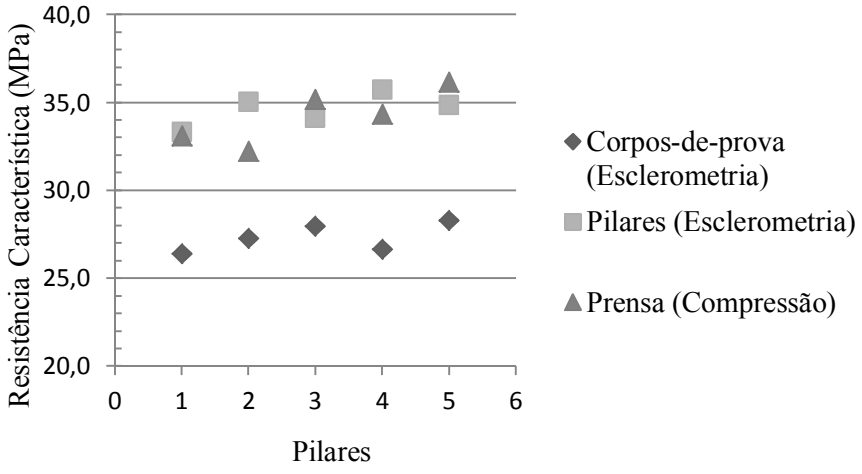


Figura 1 – Valores experimentais dos ensaios realizados nos pilares e nos corpos-de-prova.

Pode-se observar que os valores do ensaio esclerométrico realizado nos pilares, não

diferem em menos que 85% dos valores encontrados na prensa hidráulica. Já com relação aos corpos-de-prova, pode-se observar uma grande variação se comparados com os outros resultados, isso se dá pelo fato dos corpos-de-prova terem formato cilíndrico e possuírem menor volume de concreto que os pilares.

Considerando o erro inerente do próprio equipamento de aproximadamente 20% (MALHOTRA, 1984), os resultados encontrados se mostraram satisfatórios, validando o método de avaliação da resistência à compressão com o equipamento esclerômetro.

CONCLUSÕES

Como foi visto ao longo desse trabalho, este método é regido pela NBR 7584:1995 e trata da forma e das condições de execução, bem como os cuidados e precauções que devem ser tomadas ao longo do ensaio. Observou-se que este método consiste na resposta da superfície do concreto quanto ao golpe sofrido pelo esclerômetro de reflexão, onde obteve seu valor como um índice, que após análises estatísticas pôde chegar a uma resistência final.

Por fim recomenda-se esse método como forma de analisar uma estrutura cuja execução gerou desconfianças do tipo: concreto com fluidez excessiva, fator esse que pode afetar a resistência do mesmo, a fim de comparar seus resultados com os obtidos no ensaio de compressão realizado em laboratório. Vale salientar que o método esclerométrico não substitui outros ensaios, mas sim auxilia na formação de opiniões e tomadas de decisões.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7584** – Concreto endurecido, avaliação superficial pelo esclerômetro de reflexão. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739** – Concreto: Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado, eu te amo**. vol. 1. 6ª ed. totalmente revisada e ampliada segundo a nova norma de concreto armado NBR 6118:2007. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

MALHOTRA, V. M., 1984. In Situ / Nondestructive Testing of Concrete - A Global Review. In Situ / Nondestructive Testing of Concrete, Special Publication SP-82, American Concrete Institute, Detroit.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO SANTA CRUZ EM RELAÇÃO AO LANÇAMENTO DO EFLUENTE TRATADO DO CANIL DE LAVRAS, MG

HÉVELYN SILVA VILELA[1], ALINE DOS REIS SOUZA[2], DAYANA CRISTINE BARBOSA MAFRA[3], DANIELA VILELA LANDIM[4], CAMILA SILVA FRANCO[5], RONALDO FIA[6]

[1] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA, hvilela@engambiental.ufla.br
[2] Mestre em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela UFLA , alinereissouza@yahoo.com.br
[3] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA, dayanamafra@yahoo.com.br
[4] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA, dani_v_landim@hotmail.com
[5] Doutora em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela UFLA, camilasilvafranco@yahoo.com.br
[6] Professor Adjunto do Departamento de Engenharia da UFLA, ronaldofia@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A população de animais abandonados representa um problema no município de Lavras. O Parque Francisco de Assis (PFA) acolhe e cuida de cerca de 400 cães que geram águas residuárias. Atualmente, o PFA dispõe de um sistema de tratamento do efluente composto por decantador, fossas-filtro e tanques de estabilização de matéria orgânica, para lançamento no Ribeirão Santa Cruz. Neste contexto, objetivou-se avaliar a qualidade da água do corpo hídrico receptor em relação ao lançamento do efluente tratado do canil de Lavras. Para tanto, foram realizadas coletas semanais, à montante e à jusante do lançamento. Foram realizadas análises Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos totais (ST), Fósforo (PT), Nitrogênio (NTK) e pH. Observou-se concentrações médias de DBO (3 e 17 mg L^{-1}), de DQO(70 e 88 mg L^{-1}), de PT (0,4 e 5 mg L^{-1}), de NTK(8 e 22 mg L^{-1}) e de ST(62 e 197 mg L^{-1}) à montante e à jusante do ponto de lançamento, evidenciando um aumento após o lançamento do efluente tratado, o suficiente para ultrapassar os limites da Classe 2 estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008. Somente os valores de pH e ST não violaram os padrões. Conclui-se então que o sistema de tratamento implantado no PFA é insuficiente para evitar a contaminação do Ribeirão Santa Cruz por matéria orgânica e nutrientes , no entanto, um estudo das características morfológicas e fluviométricas do ribeirão pode auxiliar no entendimento de sua capacidade de autodepuração.
PALAVRAS–CHAVE: Efluente, lançamento, afluente.

STREAM SANTA CRUZ OF WATER QUALITY IN RELATION OF WASTEWATER TREATMENT SYSTEM OF A KENNEL IN LAVRAS, MG

ABSTRACT: The population of abandoned animals is a problem in Lavras. The park Francisco de Assis (PFA) receives takes care and donate about 400 dogs that generate

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

wastewater. Actually, the PFA has a system with decanter, anaerobe pits-filter and stabilization ponds of organic matter, to release in stream Santa Cruz. In this context, the objective was to evaluate the quality of water of stream in relation of wastewater treatment system of a kennel in Lavras, MG. Laboratory analyzes were made of Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), total solids (TS), phosphorus(PT) , nitrogen (NTK) e pH. Observed values of BOD (3 e 17 mg L^{-1}), COD (70e 88 mg L^{-1}), PT(0,4 e 5 mg L^{-1}), NTK (8 e 22 mg L^{-1}), and TS (62 e 197 mg L^{-1}) the upstream and downstream of the release point, showing an increase after the release of treated efluente, enough to push the boundaries of Class 2 established by conjunct normative deliberation COPAM-CERH nº 01/2008. Only the pH and TS values are not violated standards. In conclusion, the treatment system implemented in the PFA is insufficient to prevent contamination of Ribeirão Santa Cruz by organic matter and nutrients , however , a study of the morphological characteristics of the river and fluviometric can assist in the understanding of its self-purification capacity.

KEYWORDS: Effluent, Release, affluent.

INTRODUÇÃO

A população de animais abandonados na zona urbana representa um grande problema na maioria dos municípios brasileiro, uma vez que não possuem cuidados veterinários adequados e são hospedeiros de mais de 300 tipos de zoonoses. Destacam-se na América Latina a raiva, leptospirose, doença de chagas, hidatidose e leishmaniose, além da alta incidência de ataques/mordidas (GARDE et al., 2013; DALLA VILLA et al., 2010). Neste contexto, programas de controle de animais errantes são questões de saúde pública. No município de Lavras, MG, o Parque Francisco de Assis (PFA) acolhe, e cuida de aproximadamente 400 cães e castra cerca de 70 animais por mês. Nesta atividade são geradas águas residuárias com elevadas cargas orgânicas, nutrientes e microrganismos patogênicos provenientes dos dejetos dos animais, o que representa potencial de poluição ambiental.

O tratamento deste efluente representa um desafio no que diz respeito à manutenção da qualidade das águas, pois não há experiências na literatura sobre o tratamento de dejetos de cães. Atualmente, o PFA dispõe de um sistema de tratamento do efluente composto por um decantador, duas fossas-filtro e tanques de estabilização de matéria orgânica, para o posterior lançamento no Ribeirão Santo Cruz.

O incremento de matéria orgânica em um ambiente aquático demanda sua oxidação biológica e química, este consumo de oxigênio pode causar anaerobiose em determinado trecho do curso d'água, a depender de suas características e do despejo. A elevação do nível de nutrientes pode causar proliferação de algas e o fenômeno da eutrofização, mais ocorrente em ambientes lênticos. O resultado é a alteração do pH, da solubilidade de alguns elementos, cor, turbidez e outras variáveis de qualidade da água, causando desestabilização de ecossistemas aquáticos e restrições ao uso da água (SPERLING, 2005). Por estes motivos, o tratamento dos efluentes para disposição no ambiente tem sido controlado pelos órgãos ambientais, por meio da adoção de um maior rigor nos padrões de descarte de águas residuárias (MINAS GERAIS, 2008; BRASIL, 2011).

Neste contexto, objetivou-se avaliar a qualidade da água do corpo hídrico receptor do efluente tratado do canil de Lavras e os impactos ambientais que as águas residuárias geradas pelos cães podem causar no Ribeirão Santa Cruz.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAIS E MÉTODOS

O efluente líquido do PFA consiste basicamente do resultante da lavagem das baias após raspagem das fezes (Figura 1), das descargas de três banheiros e da lavanderia em uso diário das 9:00h às 14:00h. O sistema se inicia com um decantador, o qual direciona o efluente para duas fossas-filtro e após drena para 10 caixas de 1000L que funcionam com lagoas de estabilização, para posterior lançamento no Ribeirão Santa Cruz.

Para investigar uma possível mudança na qualidade da água do Ribeirão Santa Cruz (Figura 2) em função do lançamento do efluente tratado, 14 amostras de água foram coletadas em dois pontos, antes do lançamento do efluente tratado (montante) e após o lançamento do efluente tratado (jusante), no período de janeiro à abril de 2015. As análises foram realizadas, semanalmente, no Laboratório de Analises de Águas Residuárias da UFLA, conforme as metodologias apresentadas na Tabela 1.



FIGURA 1. Visualização da parte externa das baias



FIGURA 2. Ribeirão Santa Cruz

TABELA 1. Variáveis e metodologias de análises

Variável	Metodologia de análise (APHA, 2005)
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Winckler
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	Fluxo fechado
Sólidos Totais (ST)	Gravimetria
Fósforo (PT)	Vanadato – molibdato
Nitrogênio (NTK)	Kjeldahl total
pH	Eletrométrico

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Avaliando-se os resultados obtidos (Tabela 2) verifica-se incremento nos valores das variáveis analisadas após o lançamento do efluente tratado, suficiente para ultrapassar os limites da Classe 2 estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008. Somente os valores de pH e ST não violaram os padrões.

O incremento de matéria orgânica e nutrientes no corpo hídrico receptor é perceptível pelo aumento nos valores de jusante de DBO (5,6 vezes maior), NTK (2,75 vezes maior) e PT (12,5 vezes maior), entretanto,não se observou proliferação de algas nas margens, apenas

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

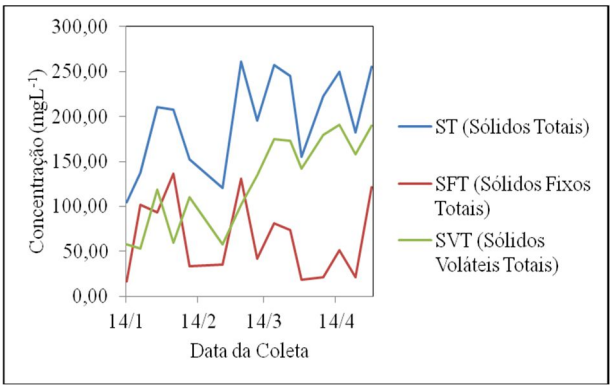
escurecimento do fundo (Figura 2).Embora os valores de DQO e PT de jusante tenham sido superiores ao limite estabelecido em lei, as águas de montante já os violaram, provavelmente em função de outra fonte de poluição na cabeceira da microbacia, como a lixiviação de fertilizantes.

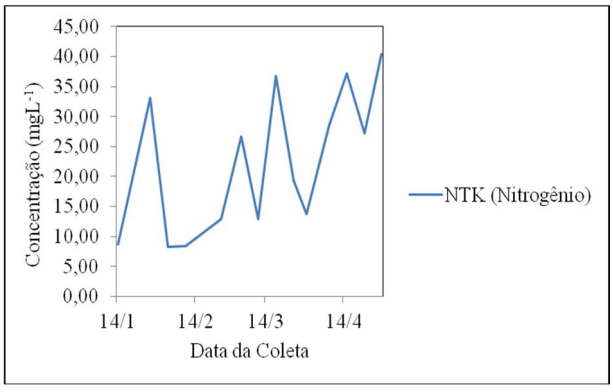
Tais valores sugerem a necessidade de melhorias no sistema de tratamento das águas residuárias geradas nesta atividade, com o intuito de aumentar a eficiência na remoção de matéria orgânica e nutrientes, o que pode ser alcançado pela adição de uma etapa aerada no tratamento.

TABELA 2. Resultados obtidos na avaliação do Ribeirão Santa Cruz à montante e à jusante do lançameno dos efluentes tratados do PFA.

Variáveis	Montante	Jusante	Padrão para classe 2 (Minas Gerais, 2008)
DBO (mg L^{-1})	3 ± 1,67	17 ± 5,81	<5
DQO (mg L^{-1})	70 ± 22,49	88 ± 19,65	<60
PT (mg L^{-1})	0,4 ± 0,16	5 ± 3,67	0,1
NTK (mg L^{-1})	8 ± 3,42	22 ± 11,30	<20
ST (mg L^{-1})	62 ± 29,01	197 ± 50,93	<500
pH (mg L^{-1})	7,3 ± 0,21	7,6 ± 0,27	6 – 9

A Figura 3 mostra a variação temporal das características de qualidade da água do Ribeirão Santa Cruz, receptor do efluente tratado de 400 cães, no ponto de jusante. De forma geral, observa-se queda em todos os valores no fim de janeiro, provavelmente em função das chuvas ocorrentes neste período e diluição da carga recebida. Após o mês de março, percebe-se ascenção das curvas, o que, mais uma vez, pode estar relacionado à sazonalidade. Esta constatação evidencia que, embora sejam estabelecidos padrões de lançamento para efluente, as condições do corpo hídrico receptor e do clima influenciam na sua resistência ao distúrbio causado, refletida na sua capacidade de diluição imediata e também de autodepuração.





I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

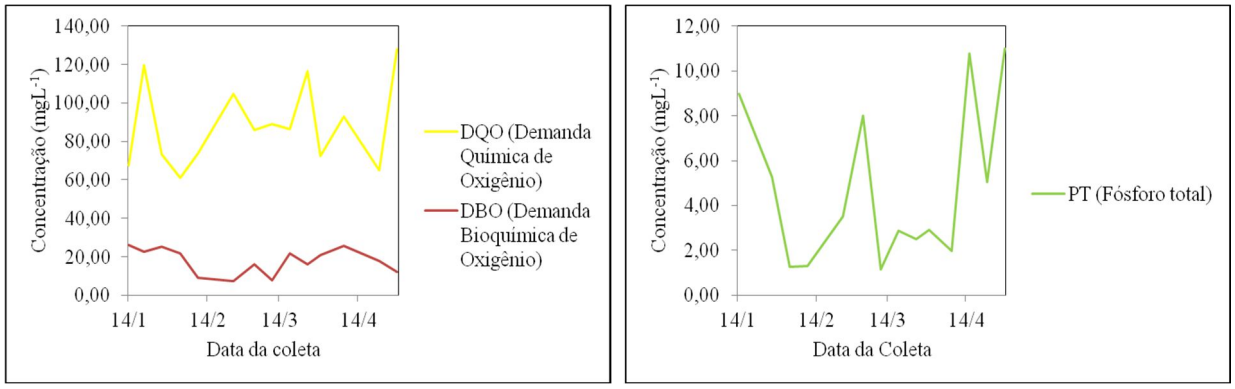


Figura 3. Variação temporal das características do Ribeirão Santa Cruz

CONCLUSÃO

O sistema de tratamento implantado no PFA é insuficiente para evitar a contaminação do Ribeirão Santa Cruz por matéria orgânica e nutrientes , no entanto, um estudo das características morfológicas e fluviométricas do ribeirão pode auxiliar no entendimento de sua capacidade de autodepuração. Melhorias no sistema de tratamento do PFA são imprescindíveis para manutenção da qualidade da água deste ribeirão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORDIN, A.R.;PEREIRA, D.A.C; EBOLI,M.;RAFAEL.A.; FEITAS, C., Produção de suínos e o impacto ambeintal na Suinocultura. SC. Boletim técnico. 2005.

CAMPOS.C. MM; SALÉH. B.B; CARMO.F R. Determination of kinetic parameters of a lab-scale upflow Anaerobic sludge blanket reator (uasb) removing organic Loading from swine manure effluents. Revista Agrociência . v. 29, n. 5, p. 1045-1051, 2005

CAMPANRO, V. F; DAL BOSCO, T. C; EVARINE, J. A.; IOST, C.; DALLAGO, R. C.; GOMES, S.D., Caracterização físico-química de dejetos suínos em sistemas de criação diferenciados e potenciais riscos ambientais relacionados. IN:XVI Semana de Biologia da Unioeste. 2007.

MARCANTONIO, A. S.; ROCHA, G. C.; LOURENÇO, F. C. Estudo do impacto ambiental de efluentes de atividades agropecuárias sobre a qualidade da água. Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG, 2007.

APHA [AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION]; AWWA [AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION]; WEF [WATER ENVIRONMENT FEDERATION]. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th. ed. Washington. D.C.: APHA/AWWA/WEF, 2005, [s.n.].

MINAS GERAIS. COPAM – Conselho de Política Ambiental; CERH – Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa Conjunta COPAM / CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicação – Diário do Executivo – "Minas Gerais" – 13/05/2008.

DALLA V.P.; KAHN. S.; STUARDO, L.; IANNETTI, L.; DI NARDO, A.; SERPELL, J.A. Free-roaming dog control among OIE-member countries. Prev. Vet. Med. v.97, p.58–63, 2010.

GARDE, E.; ACOSTA-JAMETT, G.; BRONSVOORT, B.M.; Review of the Risks of Some Canine Zoonoses from Free-Roaming Dogs in the Post-Disaster Setting of Latin America. Animals, n.3, p.855-865, 2013.

BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO No 430 de 2011. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, 2006.

VON SPERLING. M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ED. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2005. 452p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v.1).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE COMPÓSITO DE GESSO COM ADIÇÃO DE FIBRA DE COCO

CARLOS EDUARDO ALVES OLIVEIRA[1], MARIA DA CONCEIÇÃO TRINDADE BEZERRA E OLIVEIRA[2], FLÁVIO ALVES DAMASCENO[3], JOFRAN LUIZ DE OLIVEIRA[4], LEIDIMAR FREIRE BRANDÃO[5], NÚBIA CAMPOS E SOUSA[6]

[1] Graduando em Engenharia Agrícola, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829-1481, carlos.oliveira@engagricola.ufla.br
[2] Engenheira Agrícola, Professora Assistente, UFMT/Rondonópolis-MT, (66) 3410- 4063, conceicao.ufmt@gmail.com
[3] Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829-1481, flavio.damasceno@deg.ufla.br
[4] Engenheiro Agrícola, Professor Assistente, UFMT/Rondonópolis-MT, (66) 3410- 4063, jofranluiz@gmail.com
[5] Engenheira Civil, Mestre em Estrutura Metálica, (35) 3829-1481, leidimarbrandao@gmail.com
[6] Graduando em Engenharia Agrícola, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829-1481, nubinhacampos18@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A utilização de matérias-primas extraídas a partir de fontes renováveis vem crescendo significativamente nos últimos anos, devido a necessidade de redução dos impactos ambientais causados ao meio ambiente. Muitas fibras de origem vegetal vêm sendo aplicadas como aditivo e/ou substituto de materiais sintéticos, por possuírem diversas propriedades desejáveis, além de grande disponibilidade e baixo custo. O coco (*Cocos nucifera L.:Aracaceae*) é uma das principais oleaginosas do mundo, sendo dele extraído a água, ótimo repositor de eletrólitos, a polpa, matéria prima de vários alimentos e cosméticos, os resíduos, utilizados na agricultura como substrato, o óleo, que auxilia no processo de emagrecimento, além de outros produtos. Apesar de seus vários usos, a indústria responsável pelo processamento do coco ainda produz muitos rejeitos que não possuem destinação ambientalmente correta. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o desempenho mecânico de compósitos de gesso reforçados com fibra de coco, visando seu potencial uso em estruturas de pequenas construções rurais. Para a realização dos testes de resistência à compressão, foram confeccionados corpos de prova cilíndricos, com adição de diferentes porcentagens da fibra vegetal de coco (0,0%; 1,5%; 3,0%; 4,5% e 6,0%). Dentre os tratamentos com utilização de resíduo vegetal de coco, os melhores resultados de resistência mecânica à compressão foram obtidos para a matriz de gesso com adição de 1,5% do resíduo, tendo este apresentado diferença significativa em relação aos demais tratamentos.
PALAVRAS–CHAVE: fibra de coco, tensão normal à compressão, argamassa de gesso

EVALUATION OF COMPRESSION RESISTANCE OF PLASTER MATRIX WITH COCONUT FIBER ADDITION

ABSTRACT: The use of raw materials extracted from renewable sources has been growing significantly in recent years, notably the need for reduction of environmental impact caused to the environment. Many vegetable fibers are being applied as an additive and/or replacement of synthetic materials, because they have several desirable properties, as well as high availability and low cost. The coconut (Cocos nucifera l.: Aracaceae) is one of the main oil

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

crops in the world, being him taken from the water, great replacer electrolytes, pulp, raw materials of various foods and cosmetics, waste, used in agriculture as a substrate, the oil, which AIDS in the weight loss process, and other products. Despite its various uses, processing industry, coco still produces many tailings that are not environmentally correct disposal. The objective of this research was assess the mechanical performance of gypsum composites reinforced with coir, targeting its potential use in rural construction structures. For the tests of resistance to compression, were made cylindrical specimens, with addition of different percentages of plant fiber, coco (0,0%; 1,5%; 3,0%; 4,5% and 6,0%). Among the treatments with the use of plant residue, the best results of mechanical resistance were obtained for the array of plaster with addition of 1.5% of the residue, which presented significant difference compared to other treatments.
KEYWORDS: coconut fiber, normal stress by compression, gypsum plaster

INTRODUÇÃO

Com o crescimento e desenvolvimento das civilizações industriais, é crescente a demanda por recursos naturais, utilizados como matéria-prima nas mais diversas áreas. A grande maioria dos processos produtivos e industriais resultam no uso e na degradação desses recursos, apresentando como principal consequência a geração de resíduos, que na maioria das vezes não recebem um destino correto (CUNHA, 2012).

De acordo com a NBR 10004 (2004), resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, resíduos sólidos são resíduos no estado sólido e semissólido. Segundo Coletti e Yuba (2009), a utilização de fibras naturais na arquitetura e construção vem apresentando considerável crescimento no Brasil e no mundo nos últimos anos. Conforme salientado por Senhoras (2004), o coco é um material ecológico e de fácil reciclagem, apresentando diversos benefícios no seu uso.

Com crescente aplicação na construção civil, o gesso é um dos mais antigos materiais de construção noticiados, apresentando baixo valor e diversas características favoráveis ao seu uso, como propriedades termo-acústicas e boa resistência ao fogo (BERNHOEFT et al., 2011). Por outro lado, é um material frágil, apresentando baixas resistências à flexão e ao impacto.

Resultantes da combinação de pelo menos dois materiais, compósitos são produzidos com o objetivo de atribuir à materiais de construção determinadas características e propriedades (REIS e MOREIRA, 2009). Lima (2011) salienta que o propósito da incorporação de fibras de baixo módulo de elasticidade (vegetais) em um material é a melhoria em suas propriedades mecânicas, notadamente em sua resistência à flexão e ao impacto. A incorporação de fibras garante ao compósito melhores valores de resistência ao impacto, permitindo a este trabalhar no estágio pós-fissura, e aumentando sua tenacidade, quando incorporado em teores apropriados.

Vários estudos utilizando matriz de gesso para a confecção de compósitos vem sendo desenvolvidos, notadamente com a incorporação de diversas fibras e partículas, como sisal, vermiculita, etileno acetato de vinila (EVA), entre várias outras. Visando a utilização das fibras extraídas do mesocarpo fibroso do coco verde em materiais da construção rural, objetivou-se com este estudo verificar a influência causada pela incorporação de diferentes concentrações deste resíduo nas propriedades mecânicas de compósitos de gesso.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido no Laboratório de Materiais e Eletrotécnica do Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas (ICAT), da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário de Rondonópolis.

Os frutos utilizados para a extração da fibra de coco foram obtidos em quiosques de venda de água de coco verde do munícipio de Rondonópolis, Mato Grosso. Após a coleta dos mesmos, com o auxílio de uma faca foram separadas as partes que compõem o fruto, sendo extraído o mesocarpo fibroso do coco, camada intermediária rica em fibras. Após este procedimento, a fibra passou por um processo de higienização: Inicialmente, realizou-se a lavagem da fibra com água corrente, para a retirada de impurezas grosseiras, presas às mesmas durante o processo de extração; em seguida, estas foram dispostas em solução de hipoclorito de sódio, com concentração de 50 ppm, por um período de 15 minutos; finalmente, realizou-se o enxague da fibra em água corrente, para retirada do excesso de solução, e logo após estas foram posicionadas sobre bancadas, para escoamento do excedente de água.

Para a secagem das fibras, as mesmas foram colocadas em estufa com circulação de ar à 80°C por um período de 48 horas, de acordo com metodologia utilizada por Ferreira e Oliveira (2007). Posteriormente, as frações de endocarpo fibroso de coco tratadas foram trituradas, utilizando-se um moinho de rotor com facas móveis e fixas.

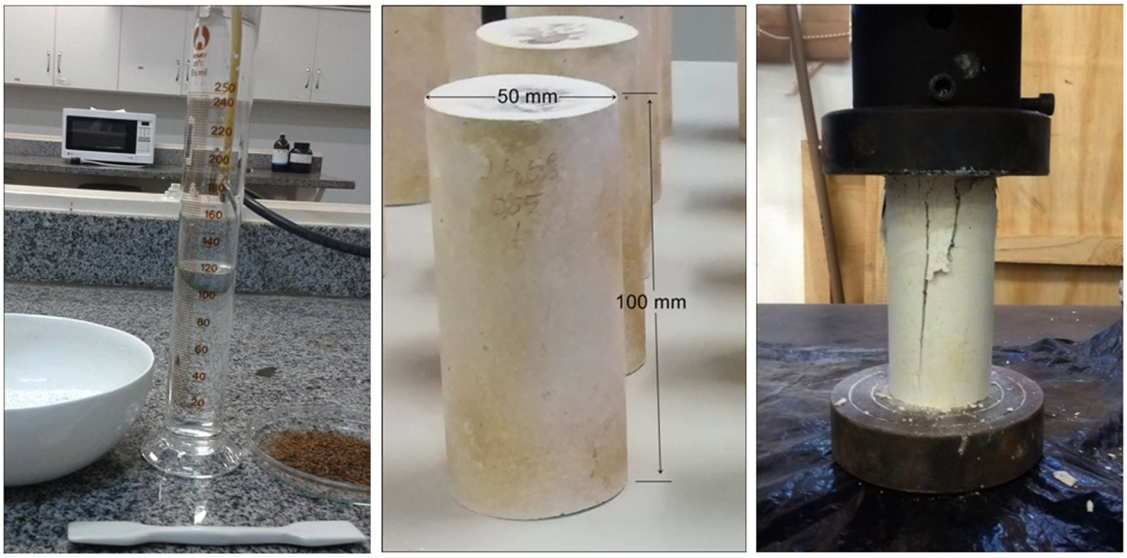
A fibra de coco triturada foi submetida ao processo de peneiramento, utilizando peneira Tamiz com crivo de 2,00 mm, sendo separadas as frações menores e maiores que 2,00 mm, de com acordo com a NBR 12129 (ABNT, 1991). A primeira foi utilizada para confecção dos corpos-de-prova e a última descartada.

Foram realizados testes preliminares, para determinação dos teores de fibra de coco verde em relação à massa de gesso, e do fator água/gesso. Através dos testes, foi analisado que concentrações de água inferiores à 0,70 comprometem a trabalhabilidade da massa de gesso e fibra de coco, e que teores de fibra superiores à 7% impossibilitam a homogeneização da mistura quando preparada. Optou-se então pela utilização de fator água/gesso igual à 0,70 e cinco concentrações do resíduo vegetal em relação à massa de gesso (0,0%; 1,5%; 3,0%; 4,5% e 6,0%).

A mistura dos componentes foi realizada manualmente, sendo moldados corpos-de-prova em formato cilíndrico, com dimensões de diâmetro e altura iguais à 50 e 100 mm, respectivamente (Figuras 1-a e 1-b). Para cada tratamento foram moldados 05 corpos-de-prova. As matrizes de gesso confeccionadas ficaram acondicionadas nos moldes por um período de tempo de 30 minutos, sendo em seguida desmoldadas e dispostas sobre bancadas, com temperatura ambiente e com livre circulação de ar, por um período de 7 dias. Os corpos-de-prova foram colocados em estufa com livre circulação de ar, a 65°C, por um período de 48 horas, quando atingiram massa constante. Na sequência, os corpos-de-prova foram lixados em parte superior, com a finalidade de uniformizá-la, tendo ainda suas dimensões de diâmetro e altura tomadas com o auxílio de paquímetro digital.

Os ensaios de tensão normal à compressão procederam-se de acordo com as metodologias descritas na NBR 12129 (ABNT, 1991), sendo utilizada a Máquina de Ensaio Universal *WDW 100-E III*, a uma velocidade de 0,5 $mm.min^{-1}$ (Figura 1-c).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



(a) (b) (c)

Figura 1 – (a) Materiais utilizados na confecção dos corpos-de-prova; Corpo-de-prova (b) com dimensões de diâmetro e altura, (c) submetido ao teste de resistência à compressão.

Foram registrados dados de carga máxima suportada pelos corpos de prova, sendo estes utilizados para o cálculo de resistência à compressão R, em MegaPascals (MPa), de acordo com a Equação 1:

$$R = \frac{P}{S} \quad (1)$$

Em que, P é carga máxima suportada pelo corpo-de-prova, em Newtons (N); e S é a área de seção transversal de aplicação da carga, em milímetros quadrados (mm^2).

A análise da influência causada pela incorporação de diferentes porcentagens da fibra de coco verde em relação à massa de gesso na tensão normal à compressão dos compósitos foi realizada submetendo tais valores ao Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, com o uso do software *SisVar 5.5 Build 82* (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a NBR 12129 (ABNT, 1991), que descreve as especificações para determinação das propriedades mecânicas de gesso para construção, o material caracterizado como gesso para construção deve apresentar valores médios de resistência à compressão superiores a 8,4 MPa.

De acordo com Silva (2010), a resistência mecânica de matrizes de gesso é inversamente proporcional à quantidade de água usada para seu emassamento. Oliveira et al. (2012), analisou que tal propriedade mecânica pode sofrer redução de seus valores tanto pela incorporação de resíduos à matriz, quanto pela elevação da relação água/gesso.

A partir dos ensaios de resistência à compressão, evidenciou-se que a incorporação da

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

fibra de coco verde, bem com o aumento nos teores de adição (0,0%; 1,5%; 3,0%; 4,5% e 6,0%), influenciam diretamente em tal propriedade do compósito. Analisou-se a redução dos valores referentes à essa propriedade com o aumento da proporção de fibra adicionada (Tabela 1).

Tabela 1 – Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para o ensaio de tensão normal à compressão.

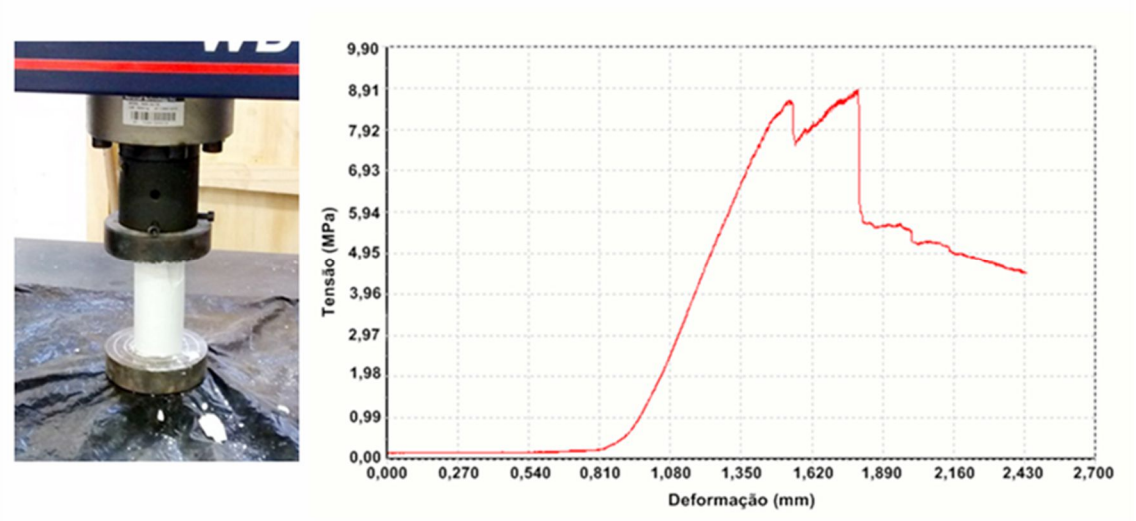
Tratamento	**Resistência à compressão (Mpa)**
Gesso + 0,0% Fibra de coco verde	8,92 a
Gesso + 1,5% Fibra de coco verde	8,31 a
Gesso + 3,0% Fibra de coco verde	7,28 b
Gesso + 4,5% Fibra de coco verde	7,13 b
Gesso + 6,0% Fibra de coco verde	7,07 b
C. V. (%)	4,60

C.V.: Coeficiente de variação

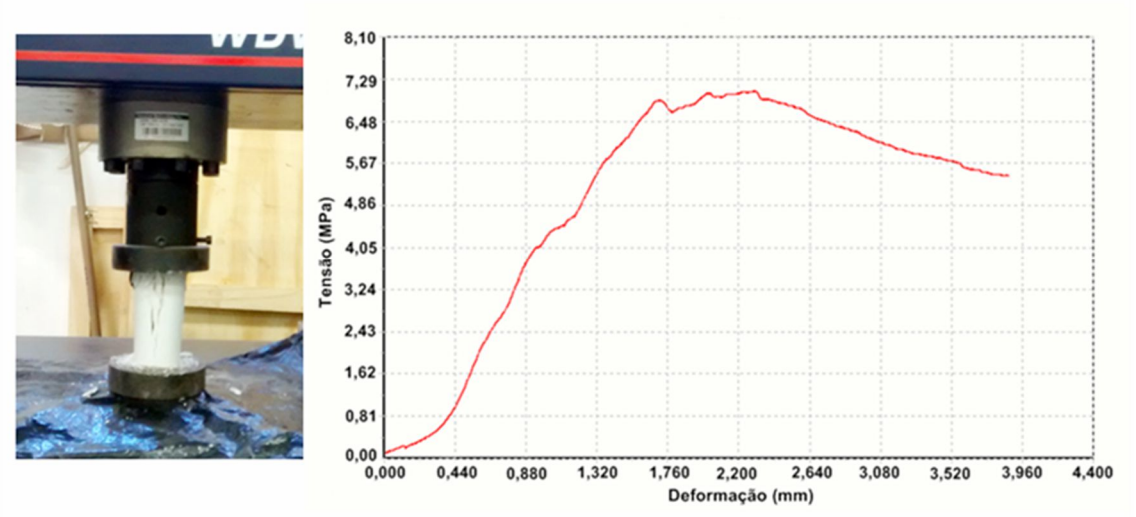
Cunha (2012), trabalhando com a incorporação de manta de fibra de coco seco em matrizes de gesso, observou a redução dos valores médios de resistência à compressão dos compósitos com o aumento da espessura de tal manta, averiguando que a incorporação desta não exerce função estrutural no compósito e ainda pode levar à formação de falhas em tal estrutura. O autor verificou ainda que após a ruptura, as fibras mantinham as partes do corpo-de-prova unido, evitando a desagregação das partes que o compunham e ocasionais fraturas abruptas.

O compósito sem adição da fibra de coco verde suportou valores médios de resistência à compressão de 8,92 MPa, ocorrendo o rompimento brusco dos corpo-de-prova. Todavia, para compósitos em que houve adição da fibra de coco verde, os ensaios evidenciaram ganhos na ductilidade do material, ao passo que se aumentou o teor de fibra adicionada. Em tais compósitos, após alcançados os valores de tensão máxima, as partes que os compunham continuaram agregadas, ocorrendo o escoamento e a diminuição dos valores de tensão suportada de forma lenta e sem reduções abruptas. Situação esta, que pode ser observada na Figura 2, para os corpos-de-prova dos tratamentos Gesso + 0% Fibra de coco e Gesso + 6% Fibra de coco, após a realização dos ensaios de resistência à compressão, e suas respectivas curvas de tensão-deformação.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



(a)



(b)

Figura 2 – Ensaio de resistência à compressão e respectivo gráfico tensão-deformação para o tratamento (a) Gesso + 0% Fibra de coco verde, e (b) Gesso + 6% Fibra de coco verde.

Agopyan (1991), analisou que a adição de fibras com baixo módulo de elasticidade (vegetal) possibilita aos compósitos ganhos notáveis em suas propriedades mecânicas, sobretudo em sua ductilidade, convertendo a ruptura frágil do compósito em uma ruptura plástica.

A incorporação de fibras vegetais em materiais frágeis, como o gesso, confere significativos ganhos de ductilidade pós-fissura ao compósito, sendo este o principal benefício, que possibilita o uso de tais compósitos na área de construção (LIMA, 2011).

Savastano Júnior (2000), analisou a incorporação de fibras vegetais em materiais à base de cimento, concluindo que a ductilidade do material está diretamente relacionada à quantidade de fibra adicionada, assim como à aderência entre esta e as partículas de gesso.

Os resultados alcançados no presente experimento permitem afirmar que a incorporação de fibra de coco verde em matrizes gesso traz consequentes ganhos em sua

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ductilidade, atribuindo aos compósitos escoamentos característicos plásticos ou semi-plásticos.

CONCLUSÕES

A incorporação de fibra de coco verde em matrizes de gesso resultou na redução dos valores médios de resistência à compressão suportados pelos compósitos. Todos os tratamentos em que houve adição da fibra vegetal apresentaram valores médios da variável de interesse inferiores aos estipulados pela NBR 12129, sendo os melhores valores alcançados pelo compósito com adição de 1,5% de fibra de coco verde, que diferiu significativamente em relação aos demais e suportou 8,31 MPa. Em contrapartida, com a realização dos testes de tensão normal à compressão, analisou-se que a incorporação de fibras de coco verde em matrizes de gesso possibilita o aumento da ductilidade do material.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**, Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12129: Gesso para construção - Determinação das propriedades mecânicas**, Rio de Janeiro, 1991.

AGOPYAN, V. **Materiais reforçados com fibras para a construção civil nos países em desenvolvimento: o uso de fibras vegetais**. São Paulo, 1991, 204p. Tese (Livre Docência), Escola Politécnica, Universidade de são Paulo, 1991.

BERNHOEFT, L. F.; GUSMÃO, A. D.; TAVARES, Y. V. P.; **Influência da adição de resíduo de gesso no calor de hidratação da argamassa de revestimento interno**, Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 189-199, abr./jun. 2011.

COLETTI, M. N. B. F.; YUBA, A. N. **Aplicação de fibras naturais na arquitetura: Levantamento e análise preliminar de sustentabilidade para o Estado de Mato Grosso do Sul**. V Encontro de iniciação cientifica da UFMS, Campo Grande, 2009.

CUNHA, P. W. S. **Estudo sobre as potencialidades de compósitos à base de gesso e fibras de coco seco para aplicação na construção civil**. Natal – RN, 2012, 114p. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, R. C; OLIVEIRA, M. F. **Incorporação de resíduos vegetais e seus efeitos sobre as características físico-mecânicas de misturas de solo-cimento para fins de construção rural**. Pesquisa Agropecuária Tropical 37(4): 204-213, 2007.

LIMA, S. Y. V. **Propriedades físicas e mecânicas de compósitos à base de gesso contendo fibras e resíduos – Revisão bibliográfica**. Mossoró – RN, 2011, 63p, Monografia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2011.

OLIVEIRA, M. P.; BARBOSA, N. P.; TORRES, S. M.; LEAL, A. F.; SILVA, C. G. **Compósitos à base de gesso com resíduos de EVA e vermiculita**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.6, p.684–689, 2012.

REIS, M. L. B. C.; MOREIRA, A. M. **Materiais de construção I: Propriedades dos Materiais**. Portugal, 2009, 43p, Instituto Politécnico de Tomar, Escola Superior de Tecnologia de Tomar, 2009.

SAVASTANO JÚNIOR, H. **Materiais à base de cimento reforçados com fibra vegetal: reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo**. São Paulo, 2000, 137p. Tese (Livre Docência), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2000.

SENHORAS, E. M. **Oportunidades da cadeia agroindustrial do coco verde: Do coco verde nada se perde, tudo se desfruta**. Revista Urutaguá, Maringá – PR, nº 5, 2004.

SILVA, M. G. S. **Desenvolvimento de compósitos à base de gesso e pó de fibras de coco**. São Cristóvão – SE, 2010, 65p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Sergipe, 2010.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE BLOCOS DE CONCRETO COM 48 HORAS DE CURA

OTÁVIO AUGUSTO CARVALHO NASSUR[1], DIAN LOURENÇONI[2], MARIELA REGINA DA SILVA PENA[3], MARCOS VENÍCIO PEREIRA VILHENA[4], JORGE AUGUSTO DE PAIVA FIDELIS[5], KAREN CRISTINA RICCIARDI MORAES[6],

[1] Engenheiro Florestal / Doutorando, UNIFEG / UFLA, otavionassur@yahoo.com.br
[2] Engenheiro Agrícola / Doutorando, UNIFEG / UFLA, dlourenconi@hotmail.com
[3] Engenheira Agrônoma / Mestranda, IAPAR, mariela.pena@bol.com.br
[4] Engenheiro Civil, Mestre, UNIFEG, mvpvilhena@gmail.com
[5] Graduando em Engenharia Civil, UNIFEG, jorge_augustopf@hotmail.com
[6] Graduanda em Engenharia Civil, UNIFEG, karenricciardi@unifeg.edu.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A última década foi marcada pelo desenvolvimento do segmento da construção civil assim como a demanda de materiais de construção. Dentre eles, estão os blocos de concreto, os quais tradicionalmente são fabricados com uma mistura de cimento, areia média e pedrisco, variando a proporção desses materiais conforme o objetivo desejado. Para atender a elevação da demanda e na tentativa de maximizar os lucros, muitas das fábricas de blocos costumam escoar o produto sem o tempo de cura necessário, o que pode gerar baixa resistência na hora da construção. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a resistência de blocos de vedação de concreto, com 48 horas de cura, além da relação da massa especifica e umidade com a resistência dos blocos. Foram ensaiados 8 blocos de concreto com 48 horas de cura, obtidos junto a uma fábrica localizada na região sudoeste de Minas Gerais. Os resultados mostraram que a resistência dos blocos está abaixo da recomendada pela norma NBR 6136, que é de 2 MPa para blocos de vedação. Diferente do esperado, as correlações obtidas entre a umidade versus resistência e densidade versus resistência foram baixas, provavelmente está baixa correlação deve-se a não finalização do processo de cura, indicando que antes da cura outros fatores não correlacionados exercem mais influência na resistência mecânica dos blocos.
PALAVRAS–CHAVE: Tempo de cura, bloco de vedação, materiais de construção.

CONCRETE BLOCK RESISTANCE EVALUATION WITH 48 HOURS OF CURE

ABSTRACT: The last decade was marked by the development of the construction sector as well as the demand for building materials. Among these are the concrete blocks, which are traditionally made with a mixture of cement, sand and gravel average by varying the proportion of such materials as the desired goal. To meet rising demand and in an effort to maximize profits, many of the blocks of factories usually transport the product without the curing time required, which can lead to low resistance at the time of construction. Given the above, the aim of the present study was to evaluate the resistance of concrete sealing blocks with 48 hours of curing, in addition to mass ratio and specific humidity with the strength of

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

the blocks. They were tested 8 concrete blocks with 48 hours of curing, obtained from a factory located in the southwestern region of Minas Gerais. The results showed that the resistance of the block is below the recommended by NBR 6136, which is 2 MPa for sealing blocks. Unlike expected, the correlations between moisture versus strength and density versus resistance were low, low correlation is probably due to non completion of the healing process, indicating that before curing other uncorrelated factors have more influence on the mechanical strength of blocks.
KEYWORDS: Curing time, sealing block, building materials.

INTRODUÇÃO

Atualmente um dos principais materiais utilizados na construção de paredes de vedação em alvenaria são os blocos de concreto. Constituem-se em elementos pré-fábricados tipicamente com a mistura de cimento e um agregado. Entre os agregados mais comuns utilizados na construção de blocos estão a areia, pedriscos, pó de pedra e similares.

A fabricação de blocos de concreto teve início no século XX, chegando ao brasil no final dos anos 50. Nas décadas seguintes observou-se o aumento gradual da utilização deste material, que era cada vez mais aceito, representando uma melhor opção em diversas situações (Sebrae, 2015).

Com o crescimento econômico do País, evidenciado pelo PIB entre 2004 e 2010, houve um acompanhamento do setor da construção civil, onde se observou a criação de diversas fábricas de blocos de concreto, em diversas escalas, utilizando diversos tipos de processos de artesanais a industriais automatizados.

Após a fabricação dos blocos de concreto, é necessário que estes blocos entrem em um processo de cura, que segundo Palma et al, (2012) é a atividade mais demorada da fabricação de pré-moldados, recebendo a denominação de “tempo morto”.

O tempo de cura é influenciado por diversas variáveis, tais como o tipo de cimento utilizado e aditivos aceleradores. Para De Mello (1996) é importante a associação destas variáveis com um sistema de cura eficaz.

Existem basicamente dois tipos de cura, a cura natural e a cura térmica, sendo que os grandes fabricantes podem utilizar tecnologias mais modernas referentes à cura térmica.

A cura térmica é realizada dentro de uma câmara, as variáveis como umidade e temperatura são controladas, promovendo a otimização do traço e maior ganho de resistência (CAMARINI; CINCOTTO, 1995).

Por outro lado, a maioria das pequenas fábricas utiliza o processo de cura natural. Neste processo, água pode evaporar prematuramente, mesmo quando são seguidas recomendações de que os blocos permaneçam sem a insolação direta e protegida do vento nos primeiros dias (MEDEIROS, 1993).

A cura natural é indicada para situações que não necessitam de blocos com alta resistência, geralmente realizada em locais cujas condições climáticas favorecem o rápido endurecimento, grande velocidade do vento e baixa umidade relativa (TANGO, 1994).

Com o surgimento de inúmeras fábricas de blocos de concreto, torna-se necessário a avaliação da resistência dos blocos de concreto com pouco tempo de cura. Reconhece-se que, muitas vezes para atender a demanda deste insumo, são escoadas mercadorias sem passar pelo tempo necessário de cura.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Quanto a resistência dos blocos, é importante mencionar a NBR 6136 (2007) que faz a distinção dos blocos de concreto de acordo com sua aplicação em diversas classes:

Classe A: blocos com função estrutural, para uso em elementos e alvenaria acima ou abaixo do nível do solo;

Classe B: blocos com função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo;

Classe C: blocos com função estrutural para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo – com especificações para utilização em edifícios de acordo com a espessura das paredes dos blocos;

Classe D: sem função estrutural, para uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.

Tabela 1. Mostrando a resistência a compressão para classes de blocos.

CLASSE	F_{ck}(MPA)
A	**≥ 6**
B	**≥ 4**
C	**≥ 3**
D	**≥ 2**

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho verificar se a resistência dos blocos de vedação com 48 horas de cura atendem as recomendações da NBR 6136 (2007), além de avaliar a relação da massa específica e umidade com a resistência dos blocos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Materiais de Construção do Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé (UNIFEG). Os blocos de concreto foram obtidos em uma fábrica de blocos localizada na região sudoeste de Minas Gerais. Foram obtidos aleatoriamente 8 amostras de blocos de concreto com idades de cura de 48 horas (2 dias).

Para a análise da resistência dos blocos, foi utilizado uma prensa hidráulica de 150Ton da marca CONTENCO e duas chapas de ferro de espessura de ⅜” para apoiar os blocos sobre a prensa (Figura 1). O ensaio foi realizado seguindo a norma NBR 12118 (2010) que descreve os métodos de ensaio em blocos vazados de concreto simples para alvenaria.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 1. Equipamento para ensaio de compressão axial dos blocos de concreto.

A dimensão dos blocos foi realizada com auxílio de paquímetro digital, onde foram retiradas três medidas de cada lado do bloco e utilizada a média dessas medidas para o cálculo da resistência. Em seguida, retificou-se as suas superfícies superiores removendo as saliências existentes e efetuou-se o capeamento nas duas faces das peças com uma argamassa industrializada. Este capeamento deve ser realizado pois garante que a aplicação da carga seja distribuída uniformemente por toda a área da peça durante o ensaio de resistência. Segundo Fernandes (2008), quando isto não acontece, a carga pode ser aplicada de maneira desigual, provocando uma carga pontual e podendo diminuir muito a resistência da peça ensaiada.

Após o ensaio de resistência, os resultados foram comparados aos exigidos pela norma NBR 6136 (2007) que descreve os requisitos dos blocos vazados de concreto simples para alvenaria.

Para realização da densidade e umidade, foi coletado parte do bloco onde o volume foi obtido por meio de imersão em semente de painço, que constitui em mergulhar o objeto em um Becker, sendo a diferença do objeto deslocada o volume do mesmo, levando-se em conta o erro de paralaxe, ou seja, erros de leitura decorrente do desvio óptico (SILVA, 2014). Para umidade, estes pedaços de bloco foram pesados úmidos em balança de precisão de ±0,01g e depois colocados em estufa para determinação da massa seca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme observado na tabela 2, os resultados mostraram que a resistência dos blocos está abaixo da recomendada pela norma NBR 6136, que é de 2 MPa classe D para blocos de vedação. Este resultado era esperado devido ao curto tempo de cura, 48 horas, impedindo o incremento em resistência. O resultado indica a importância de testes preliminares nos blocos de concreto, que devido as fases de alta demanda, nem sempre são tomados os cuidados necessários para o despacho. Salientam-se também outros fatores além da cura que poderiam causar perda de resistência e consequentemente acidentes nas construções.

Comparando a média obtida por este trabalho de 1,18 MPa com 48 horas de cura com as obtidas por Palma et al, (2012) de 2,24 MPa com 72 horas, verifica-se que com 24 horas adicionais de cura é possível obter resultados dentro da norma NBR 6136 (2007). Além disso,

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

verificou-se pelo trabalho citado que a resistência permaneceu com incremento em 168 horas de cura.

Baixas correlações foram encontradas em relação à umidade versus resistência e densidade versus resistência das amostras. Provavelmente está baixa correlação deve-se a não finalização do processo de cura, indicando que antes da cura outros fatores não correlacionados exercem mais influência na resistência mecânica dos blocos.

Provavelmente, padronizando as variáveis umidade e densidade em diferentes níveis, seria possível obter uma correlação entre a resistência e estas variáveis.

Tabela 2. Valores obtidos nos ensaios.

	Bloco1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Bloco 5	Bloco 6	Bloco 7	Bloco 8	Média
Resistência	1,15	1,53	1,10	0,93	1,44	0,90	1,10	1,27	1,18
Umidade	3,51	2,56	2,78	5,43	4,55	4,11	5,63	4,84	4,27
Densidade	2,25	2,06	2,31	2,21	1,99	2,12	2,13	2,07	2,13

CONCLUSÕES

Com idade de cura 48 horas não se deve escoar os blocos de concreto de vedação para o mercado, visto que estes não atenderam a resistência recomendada pela NBR 6136 (2007), que é de 2 MPa para blocos de vedação.

Para esta idade de cura, não foram observadas correlações entre a umidade *versus* resistência e a densidade *versus* resistência, provavelmente devido a não finalização do processo de cura.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam os seus agradecimentos à FAPEMIG, CAPES, CNPq, DEG/UFLA e UNIFEG pelo apoio a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12118: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6136: Blocos Vazados de concreto simples para alvenaria- Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

CAMARINI, G.; CINCOTTO, M.A. Cura térmica de argamassas e concretos por agentes térmicos – Aspectos Gerais. **In:** Seminário Nacional sobre Desenvolvimento Tecnológico dos Pré-moldados e Autoconstrução. FAU-USP, Anais, p.141-51, maio 1995.

DE MELO, A. B. Estudo da cura térmica (Vapor) sob pressão atmosférica na produção de elementos pré-moldados, 1996. 217p. Tese (Livre-Docência)– Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

FERNANDES, I. D. Blocos e pavers - produção e controle de qualidade. 1. ed. Ribeiro Preto: Treino Assessoria e Treinamentos Empresariais Ltda, 2008. 120 p.

MEDEIROS, J. S. **Alvenaria não armada de blocos de concreto: produção de componentes e parâmetros de projeto**. 1993. 144p. Dissertação (Mestrado em engenharia) apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PALMA, M. C.; BOSSE, M. B.; LARCHER, J. V. M.; VIEIRA-GEALH, J. K. V. Influência de sistemas de cura de blocos de concreto na resistência à compressão: cura natural x cura térmica. **In:** III Simpósio de pós graduação em engenharia urbana. Anais, 11 p., novembro, 2012.

SILVA, E. **Predição da área superficial e volume de ovos de galinhas poedeiras**. 2014. 61 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras. 2014.

SEBRAE, 2015. Como montar uma fábrica de tijolo de concreto. Endereço: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-f%C3%A1brica-de-tijolo-de-concreto>. Acesso em 14/10/2015;

TANGO, Carlos E. de S. **Fundamentos de dosagem de concreto para blocos estruturais**. (International Seminar On Structural Mansory For Developing Countries) – IPT: São Paulo, 1994. p.22-32.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA NA PRIMEIRA SEMANA DA ARGAMASSA FEITA COM RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE QUARTZITO

DIAN LOURENÇONI[1], MARIELA REGINA DA SILVA PENA[2], OTÁVIO AUGUSTO CARVALHO NASSUR[3], MARCOS VENÍCIO PEREIRA VILHENA[4], KAREN CRISTINA RICCIARDI MORAES[5], JORGE AUGUSTO DE PAIVA FIDELIS[6]

[1] Engenheiro Agrícola / Doutorando, UNIFEG / UFLA, dlourenconi@hotmail.com
[2] Engenheira Agrônoma / Mestranda, IAPAR, mariela.pena@bol.com.br
[3] Engenheiro Florestal / Doutorando, UNIFEG / UFLA, otavionassur@yahoo.com.br
[4] Engenheiro Civil, Mestre, UNIFEG, mvpvilhena@gmail.com
[5] Graduanda em Engenharia Civil, UNIFEG, karenricciardi@unifeg.edu.br
[6] Graduando em Engenharia Civil, UNIFEG, jorge_augustopf@hotmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A extração e o processamento do quartzito é uma atividade essencial para geração de emprego e arrecadação de impostos em algumas cidades do sul de Minas Gerais. Tradicionalmente associado a problemas ambientais devido a quantidade de rejeito gerado no beneficiamento, verifica-se a necessidade da adoção de novas tecnologias capazes de absorver os resíduos dessa atividade. Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de testar as propriedades mecânicas da argamassa composta por este resíduo. Desta forma, o resíduo oriundo do processamento das pedras de quartzito foi coletado em uma indústria localizada em Luminárias-MG e levados até o Laboratório de Materiais de Construção do Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé – UNIFEG. Foram confeccionados corpos de prova de argamassas, com 3 traços em volume distintos, sendo eles: 1:9, 1:8 e 1:7, cimento e resíduo, respectivamente. Para cada traço, foram testados 3 corpos de prova com tempo de cura de 1 semana. Conforme esperado, os resultados mostraram ganhos consistentes de resistência com o aumento do percentual do cimento em relação ao resíduo. Conclui-se que o resíduo da indústria de quartzito pode ser utilizado em substituição aos outros materiais utilizados tradicionalmente na argamassa sem perda de resistência mecânica.
PALAVRAS–CHAVE: Argamassa, resíduo, quartzito.

RESISTANCE EVALUATION IN THE FIRST WEEK OF MORTAR MADE WITH WASTE FROM THE QUARTZITE INDUSTRY

ABSTRACT: A extraction and quartzite processing is an essential activity for generating jobs and tax in some cities in southern Minas Gerais. Traditionally associated with environmental problems due to the amount of waste generated in processing, there is a need to adopt new technologies able to absorb the waste of this activity. Given the above, this study was conducted in order to test the mechanical properties of mortar composed of this residue. Thus, the residue derived from the processing of quartzite rocks were collected in an industry located in Fixtures-MG and taken to the University Center Building Materials Laboratory of Guaxupé Educational Foundation - UNIFEG. Mortar kinds were made with three distinct

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

traits, which are: 1: 9, 1: 8 and 1: 7, cement and residue, respectively. For each treatment, they were tested 3 specimens with 1 week of healing time. As expected, the results showed consistent strength gains with increasing cement percentage in relation to the residue. It is concluded that the residue of the quartzite industry can be used to replace other materials traditionally used in the mortar without loss of mecânica.
KEYWORDS: Mortar, waste, quartzite.

INTRODUÇÃO

O Estado de Minas Gerais responde por grande parte da produção brasileira de quartzitos, sendo registrados quatro centros de lavras de quartzitos, o mais expressivo é o de São Thomé das Letras, seguindo-se por Alpinópolis, Ouro Preto e Diamantina. Produção está que é utilizada principalmente como rochas ornamentais e de revestimento (FERNANDES et al. 2003).

Geologicamente, o quartzito é classificado como uma rocha metamórfica, composto basicamente de grãos de quartzo. Sua origem advém da ação de processos metamórficos desenvolvidos principalmente sobre rochas sedimentares ricas em quartzo, tais como arenitos e cherts (rochas ricas em sílica amorfa) ou de maneira subordinada, também podem derivar do metamorfismo de veios de quartzo ou de rochas vulcânicas muito silicosas (AMORIM, 2012).

Tradicionalmente associado a problemas ambientais, a extração de quartzito é considerada uma atividade essencial para geração de renda, emprego e arrecadação de impostos em algumas cidades do sul de Minas Gerais. Segundo alguns autores essa melhoria econômica justifica a manutenção da atividade predatória (ALECRIM E FABBRI, 2004).

A exploração de quartzito gera uma quantidade expressiva de resíduo que segundo trabalho realizado por Ramirio et al. (2008) analisando dados de mineradoras do sudoeste de Minas Gerais, a quantidade de rejeito pode chegar a até 92% do material extraído, valores próximos relatados por (ALECRIM, 2009)

Segundo Amorim (2012), os rejeitos gerados na extração de quartzito podem ser divididos em finos (#<1,0mm), normalmente dispostos em polpa, oriundos de serragem e polimento; e em granulados (1,0mm < # < 200 mm), oriundos da etapa de lavra e desplacamento. Na tabela 1 está descrito uma divisão básica dos resíduos gerados em extração do quartzito, suas origens e métodos de disposição.

Tabela 1. Tipos de disposição de resíduos gerados na explotação de rochas ornamentais

Granulometria	Origem	Disposição
Fina: # < 1,0mm	Corte de blocos em teares ou talha-blocos Polimento de placas	Polpa → Bacias de decantação
Média - Grosseira: 1,0mm < # < 200mm	Remoção de camada de estéril Etapas de desmonte na lavra Esquadrejamento de blocos Extração, desplacamento, acerto e esquadrejamento de placas	Granulado → Pilhas

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Para Alecrim (2009) a utilização do resíduo do quartzito na pavimentação é comparável aos materiais nobres granulares e misturas solo-agregado convencionais, este autor ressalta as vantagens de utilização do resíduo para esta finalidade. Entretanto, outras possibilidades de utilização do resíduo devem ser consideradas, utilizando os mesmos na composição de materiais mais nobres como argamassa, pisos, blocos, areias industriais entre outras utilizações de maior valor agregado, ampliando as possibilidades de uso deste material.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar as propriedades mecânicas da argamassa composta pelo resíduo de quartzito, dando uma destinação a um produto que até então é um grande causador de impacto ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

O resíduo do processamento das pedras de quartzito foi coletado em uma indústria localizada em Luminárias-MG e levados até o Laboratório de Materiais de Construção do Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé – UNIFEG

Na elaboração dos corpos de provas foram utilizados os seguintes compostos: Resíduo do quartzito; Cimento Portland CP II Z 32, Areia media e Água.

Os equipamentos para a realização dos testes foram: Corpos de prova cilíndricos, balança de precisão, máquina de compressão, provetas e baldes.

Foram avaliados 3 tratamentos com diferentes proporções de adição do resíduo de quartzito na argamassa, os traços utilizados foram: 1:9, 1:8 e 1:7, cimento e resíduo dosados em volume, respectivamente. Para cada tratamento foram confeccionados 3 corpos de prova para posterior análise estatística.

Para a moldagem dos corpos-de-prova foram utilizados moldes metálicos cilíndricos com diâmetro interno de (50 ± 0,1) mm e altura (100 ± 0,2) mm. Antes da mistura da argamassa, os moldes metálicos foram untados na superfície interna das paredes e do fundo com óleo mineral de baixa viscosidade, no caso, óleo diesel.

O enchimento dos moldes foi realizado imediatamente após o amassamento, com o auxílio de espátula, em quatro camadas de alturas aproximadamente iguais, sendo cada camada recebendo 30 golpes uniformes com soquete normal e homogeneamente distribuídos. O término da moldagem ocorre com a rasadura do topo dos corpos-de-prova deslizando uma régua sobre as bordas da forma, com um ligeiro movimento de vaivém.

Os corpos de prova foram identificados pela data, hora de confecção e tratamento testado para posterior conferencia. Após a identificação, conforme sugere a NBR 5738 (ABNT, 2003), os corpos de prova foram colocados em uma superfície horizontal rígida, livre de vibrações e de qualquer outra causa que possa perturbar o concreto, durante as primeiras 24 horas, os corpos de provas foram armazenados em local protegido de intemperes. Os corpos de prova mantiveram-se em uma câmara úmida à temperatura de (23 ± 2) °C e umidade relativa do ar superior a 95%.

O rompimento dos corpos de foram executados com uma semana de cura seguindo a norma NBR 5739 (ABNT, 2007), que define que o cálculo da resistência à compressão deve ser calculado através da equação 1:

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

$$f_c = \frac{4F}{\pi D^2} \quad (1)$$

em que:
f_c: é a resistência à compressão, MPa;
F: é a força alcançadas, N;
D: é o diâmetro do corpo de prova, mm.

O delineamento experimental utilizado foi delineamento inteiramente casualizado, sendo utilizados três tratamentos com o mesmo tipo de resíduo de quartzito, para cada tratamento foram realizadas três repetições. As análises estatísticas foram processadas pelo software SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme pode ser observado na tabela 2, os resultados mostraram ganhos consistentes de resistência com o aumento do percentual do cimento em relação ao resíduo.

Tabela 2. Valores médios da resistência dos corpos de prova nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Resistencia
Traço 1:9	1,24 c
Traço 1:8	4,10 b
Traço 1:7	6,93 a

Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV = 18,23%.

Em trabalho realizado por Costa et al. (2015) avaliando o desempenho de argamassas de assentamento modificadas polimericamente, encontrou resultados de resistência a compressão variando de 2,42 Mpa a 2,81 Mpa aos 28 dias, sendo o traço utilizado de 1:1:6 (cimento, cal e areia). Conforme pode ser observado, a utilização do resíduo de quartzito em um traço mais fraco que utilizado por Costa et al. (2015), obteve resistência media em torno de 45% maior. Salienta-se também que os ensaios de compressão foram realizados com 1 semana (7 dias) de cura.

Cabe ressaltar que segundo diversos autores, a resistência à compressão das argamassas não tem muita influência na resistência à compressão da alvenaria (IZQUIERDO, 2011; PASQUALI, 2007; JUSTE, 2001; OLIVEIRA JUNIOR, 1992). Sendo preferível a utilização de argamassas menos resistentes e mais deformáveis, contribuindo ainda no ponto de vista econômica (IZQUIERDO, 2011).

Como pode ser observado na figura 1, a resistência da argamassa com resíduo de quartzito tende a aumentar linearmente conforme aumenta-se a porcentagem de cimento no traço. Resultados estes que são coerentes, visto que o R^2 da equação linear foi de 0,9358, ou seja, a equação consegue estimar os valores com 93,58% de acerto.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

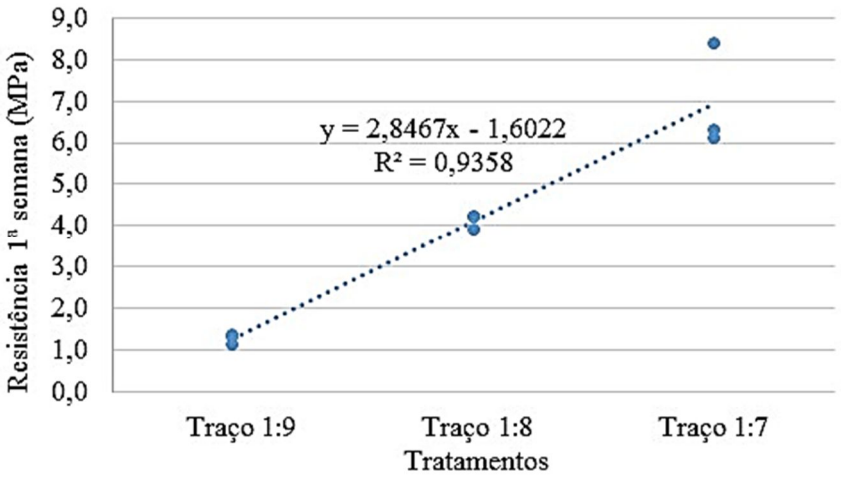


Figura 1. Gráfico das resistências obtidas na 1ª semana dos corpos de prova da argamassa com resíduo de quartzito.

CONCLUSÕES

O resíduo da indústria de quartzito pode ser utilizado em substituição aos outros materiais utilizados tradicionalmente na argamassa sem perda de resistência mecânica.

Sugere-se que se realizem estudos mais aprofundados para assegurar que o resíduo de quartzito contenha todas as características desejáveis em uma argamassa de assentamento e/ou revestimento, ou até para aplicações estruturais.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam os seus agradecimentos à FAPEMIG, CAPES, CNPq, DEG/UFLA e UNIFEG pelo apoio a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de janeiro – RJ. 2003.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5739: Concreto - Ensaio Compressão de corpos de Prova. Rio de janeiro – RJ. 2007.

ALECRIM, A. V. Estudo do resíduo de quartzito foliado para emprego em estruturas de pavimentos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) - Escola Politécnica da USP. São Paulo. 139 p, 2009.

ALECRIM, A. V.; FABBRI, G. T. P. (2004). Aproveitamento de rejeitos da mineração de quartzitos do sudoestre de Minas Gerais em sub-bases e bases de pavimentos flexíveis. In:

Simposio Brasileiro de Jovens Geotécnicos, 1. São Carlos, 2004. 23 e 24 de agosto de 2004. São Carlos-SP.

AMORIM, M. L. C. M. Proposta de tratamento e aproveitamento dos resíduos provenientes de uma unidade industrial de beneficiamento de Quartzito. Monografia (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba. 2012.

COSTA, F. B. P.; MOHAMAD, G.; BAVASTRI, E. Y. N.; VARGAS, A. S.; GARCEZ, M. R. Avaliação do desempenho de argamassas de assentamento modificadas polimericamente para alvenaria estrutural. **Ciência & Engenharia**, v.24, n.1, p. 43-51, 2015.

FERNANDES, T. M. G.; GODOY, A. M.; FERNANDES, N. H. (2003) Aspectos Geológicos e Tecnológicos dos Quartzitos do Centro Produtos de São Thomé das Letras (MG). **Geociências**, v. 22, n. 2, p. 129-141.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

IZQUIERDO, O. S. A influência do tipo de argamassamento e da utilização de peças de ajuste dimensional na resistência à compressão da alvenaria de blocos de concreto. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2011.

JUSTE, A. E. Estudo da resistência e da deformabilidade da alvenaria de blocos de concreto submetida a esforços de compressão. 255 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2001.

OLIVEIRA JR., V. Recomendações para projeto de edifícios em alvenaria estrutural. 273 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1992.

PASQUALI, I. Influência do tipo de argamassamento na resistência à compressão de pequenas paredes de alvenaria estrutural cerâmica. 140 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil e Preservação Ambiental), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2007.

RAMIRIO, F. R.; PAMPLONA, D. R. P.; JUNIOR, I. F.; COLLARES, E. G. Estudo comparativo de rejeitos de quartzito com outros agregados comercialmente utilizados como materiais de construção no Sudoeste de Minas Gerais. **Ciência et Praxis**. v. 1, n. 1, P. 25-32, 2008.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS GRÃOS CRUS DE COFFEA ARABICA *L.* DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE MINAS GERAIS

FASSIO, L.O[1]; GUIRALDELI, C.H.C.[2]; SILVA, A.C.A.[3]; MADEIRA, R.A.V.[4]; MALTA, M.R.[5]; PEREIRA, R.G.F.A.[6]

[1] Doutoranda em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 3598458303, larissafassio@yahoo.com.br
[2]Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, 3592265190, carlosguiraldeli@outlook.com
[3]Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, 3591341575, anaclaudia.alsi@gmail.com
[4]Doutorando em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, 3599493394, raulmadeira@yahoo.com.br
[5]Pesquisador Doutor, EPAMIG, 3598464818, marcelomalta@epamig.ufla.br
[6]Professora Doutora, Universidade Federal de Lavras, 3584162366, rosegfap@hotmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A finalidade deste estudo foi avaliar a qualidade física de grãos de café, *Coffea arábica L.*, de quarenta e quatro acessos do banco ativo de germoplasma (BAG) de Minas Gerais, visando à identificação de materiais promissores para a produção de cafés especiais. Foram coletados manualmente aproximadamente oito litros de frutos de café no estádio de maturação cereja, com sistema de secagem completa em terreiro, obtendo cafés em coco ou natural. As análises físicas realizadas foram, cor, utilizando o sistema colorimétrico CIEL L*c*h°, massa específica, utilizando balança de peso hectolitro com capacidade para um litro e avaliação do tamanho dos grãos, submetidos à separação em peneiras conforme a Instrução Normativa N°8 de 2003. Para avaliação estatística foram utilizadas duas repetições, utilizando o teste de Scott Knott a nível de 5% de probabilidade. Não foi detectada diferença significativa entre os materiais para a análise de massa específica. Com relação à análise cor, apenas alguns se diferenciaram com relação a intensidade da cor (h°). Para a avaliação de peneira, 24 materiais se mostraram promissores para a produção de grãos graúdos, apresentando elevada retenção de grãos nas peneiras 16,17 e 18'', atributo desejado na produção de cafés especiais.
PALAVRAS–CHAVE: café, qualidade física, melhoramento.

EVALUATION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF RAW BEANS OF *COFFEA ARABICA*L. FROM THE ACTIVE GERMOPLASM OF MINAS GERAIS

ABSTRACT:The purpose of this study was to evaluate the physical quality of coffee beans, *Coffea arabica* L., of forty four accesses of the active germplasm bank (AGB) of Minas Gerais, in order to identify promising materials for the production of specialty coffees. Eight liters of coffee cherries in maturing stage were collected manually and were taken to a drying yard, obtaining a natural coffeeIt were made physical analyzis including color, using the colorimetric system CIEL L * c * h °; density, using hectoliter balance with a capacity of one liter; and granulometry evaluation according to Normative Instruction N No 8, 2003. For statistical evaluation, itwereused two replications, using the Scott Knott test at 5% of probability level. No significant difference was detected between the materials for density analysis. Regardingthe color analysis, only some of the samples have been differentiatedin

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

what concerns to color intensity (h °). To granulometry evaluation, 24 materials were considered promising for the production of large grains, presenting high retention in the sieves 16,17 and 18 ", what is a desired attribute for specialty coffees' production.
KEYWORDS: coffee, physical quality,genetic improvement.

INTRODUÇÃO

A demanda por cafés especiais está cada vez mais crescente nos mercados interno e externo, e para atender a este constante crescimento é preciso que a produção dos grãos especiais também cresça paralelamente ao consumo. Muitas tecnologias têm sido desenvolvidas e aplicadas na cafeicultura de forma a atender a melhoria e a diferenciação do produto café.

O componente genético exerce um efeito destacado na determinação da qualidade final do café. Assim, os programas de melhoramento genético do cafeeiro vêm investigando formas de aliar às características vegetativas, ao elevado potencial produtivo, à resistência às pragas e doenças das cultivares, as características de qualidade de bebida, principalmente quanto ao sabor e aroma (CARVALHO et al., 2011).

Segundo Carvalho et al. (1991) é importante se ter um banco de germoplasma o mais completo possível para realização das pesquisas genéticas, de evolução e para conhecimento e avaliação da variabilidade genética disponível do gênero *Coffea* e seu potencial para o melhoramento do cafeeiro. Infelizmente, um banco de germoplasma de café assim tão completo ainda não existe em nenhum país. Normalmente nas atuais coleções a espécie *C. arabica* é a melhor representada, o mesmo não ocorre com as demais espécies.

Embora as cultivares de café disponíveis para cultivo já tenham atingido elevados níveis de produtividade, novos acréscimos ainda poderão advir com o desenvolvimento de genótipos portadores de resistência a pragas, doenças ou com características específicas para adaptação a novas fronteiras agrícolas ou com qualidade diferenciada de bebida (EIRA et al., 2007).A qualidade da bebida do café está associada a diversos fatores, destacando-se, entre eles as características físicas e a composição química do grão, determinada por fatores genéticos, ambientais e culturais; as condições de processamento, secagem e armazenamento do grão, assim como a torração e o preparo da infusão que modificam a constituição química do grão, modificação esta sempre relacionada à composição original do grão cru (CHAGAS, 2003).

Neste ínterim, é justificável a procura por materiais genéticos que atendam às características de qualidade de bebida dos grãos de café arábica para a produção de cafés especiais, portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade física de grãos de café, *Coffea arábica L.*, de quarenta e doisacessos do banco ativo de germoplasma (BAG) de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Condução do experimento

Foram avaliados 44(quarenta e quatro) acessos de *Coffea arabica* L. do Banco Ativo de Germoplasma de Minas Gerais (BAG), coordenado pela EPAMIG. Os acessos estão implantados no campo, em DBC, delineamento em blocos casualizados, no município de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Patrocínio, na região Cerrado de Minas Gerais.

A colheita foi realizada manualmente, quando a maioria dos frutos atingiu o ponto de maturação cereja. A secagem iniciou-se imediatamente após a separação hidráulica dos frutos, dos quais oito litros de café cereja, de cada parcela, foram dispostos em peneiras de fundo telado sobre terreiro pavimentado. As amostras foram revolvidas 16 vezes ao dia até que os grãos atingissem teor médio de água de 11% (b.u.).

Após atingirem o teor de água estabelecido, as amostras foram armazenadas em sacos de papel kraft, identificadas e armazenadas por um período de 30 dias para que entrassem em equilíbrio higroscópico.Após deste período, as amostras foram beneficiadas e encaminhadas para a realização das análises físicas dos grãos.

Análises Físicas

A massa específica aparente dos grãos de café beneficiado foi determinada por meio de uma balança de peso hectolitro com capacidade para um litro. Os resultados foram expressos em ton/m³.

A cor dos grãos crus foi determinada utilizando-se o colorímetro Minolta, o qual foi configurado em luminante D65 e calibrado com o uso de uma placa branca com valor determinado das coordenadas L= 97,02, a= +0,25 e b= +1,78. A cor dos grãos foi medida em parâmetros do sistema CIEL L*a*b*, com cinco leituras, e expressa em parâmetros do sistema CIEL L*c*hº, que foram calculados de acordo com as equações 1 e 2.

$$c* = \sqrt{a*^2 + b*^2} \quad (1)$$

$$h° = \tan^{-1}\left(\frac{b*}{a*}\right) \quad (2)$$

Em que c*, ou croma, fornece uma medida da intensidade ou saturação da cor; a* e b* são as coordenadas de cromaticidade, onde + a*indica cor vermelha, - a*verde, + b*amarela, – b*azul, e hº corresponde à tonalidade.

O parâmetro L* indica a luminosidade dos grãos, variando de 0 (preto) a 100 (branco).

Baseando-se na Instrução Normativa n°08 MAPA (Brasil, 2003), realizou-se também a classificação das amostras pela porcentagem de grãos retidos na série de peneiras, que diferem quanto ao formato e tamanho dos grãos.

Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado contendo 44 acessos com 2 repetições. Foi feita análise de variância (ANAVA) e as diferenças entre os tratamentos foram identificadas pelo Teste de Scott Knott ($p<0,05$) utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios obtidos para massa específica dos grãos beneficiados e também para a coloração dos grãos estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Valores médios de massa específica (ton/m³), e das coordenadas de cor L*, c* e h° dos grãos crus de acessos e híbridos de *Coffea arabica* L. do Banco Ativo de Germoplasma de Minas Gerais.

Acessos	Massa específica	L*	C*	h°

	(ton/m³)			
H 419-3-3-7-16-5-1-1	0.59 a	46.70 a	18.59 a	85.53 b
H 419-6-2-3-4	0.59 a	45.53 a	17.83 a	86.07 b
H 419-6-2-5-2	0.59 a	44.06 a	17.71 a	85.89 b
H 419-6-2-5-3	0.59 a	46.77 a	18.12 a	86.42 b
MG0006	0.59 a	46.89 a	18.61 a	85.38 b
MG0009	0.58 a	46.96 a	18.48 a	84.97 a
MG0011	0.59 a	48.92 a	19.57 a	84.76 a
MG0016	0.59 a	44,20 a	18:97 a	85,12 a
MG0020	0.59 a	50.14 a	19.44 a	84.60 a
MG0036	0.61 a	47.26 a	18.41 a	85.37 b
MG0041	0.59 a	46.89 a	17.97 a	84.52 a
MG0043	0.59 a	45.25 a	17.85 a	84.05 a
MG0064	0.58 a	48.50 a	19.34 a	84.99 a
MG0130	0.58 a	45.88 a	18.20 a	85.27 b
MG0131	0.59 a	44.99 a	17.26 a	85.62 b
MG0133	0.58 a	45.12 a	18.30 a	86.22 b
MG0143	0.58 a	47.39 a	18.85 a	86.57 b
MG0152	0.61 a	48.98 a	18.75 a	86.57 b
MG0158	0.58 a	45.78 a	18.43 a	85.52 b
MG0175	0.58 a	44.15 a	18.65 a	83.55 a
MG0189	0.58 a	47.22 a	18.07 a	85.47 b
MG0191	0.57 a	49.69 a	18.31 a	85.44 b
MG0193	0.59 a	45.63 a	17.98 a	85.37 b
MG0194	0.60 a	47.85 a	19.77 a	83.53 a
MG0216	0.58 a	48.31 a	18.70 a	85.85 b
MG0217	0.59 a	46.13 a	17.41 a	85.51 b
MG0219	0.59 a	43.89 a	18.05 a	84.27 a
MG0221	0.59 a	45.42 a	18.79 a	85.88 b
MG0223	0.58 a	48.14 a	19.67 a	84.90 a
MG0224	0.55 a	44.57 a	18.07 a	85.88 b
MG0228	0.58 a	47.14 a	19.26 a	85.87 b
MG0231	0.60 a	46.32 a	17.97 a	85.74 b
MG0233	0.60 a	43.79 a	16.88 a	85.88 b
MG0235	0.60 a	45.67 a	18.58 a	84.81 a
MG0245	0.60 a	45.20 a	17.36 a	85.70 b
MG0250	0.58 a	46.79 a	17.87 a	85.48 b
MG0258	0.59 a	46.10 a	17.53 a	87.03 b
MG0278	0.60 a	45.07 a	17.72 a	85.06 a
MG0448	0.57 a	46.19 a	18.68 a	86.37 b
MG0558	0.59 a	45.78 a	18.79 a	84.43 a
MG1008	0.58 a	45.70 a	18.38 a	85.62 b

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MG1206	0.60 a	45.70 a	17.71 a	85.10 a
MG1218	0.58 a	47.23 a	17.75 a	85.21 a
MG1256	0.60 a	44.43 a	17.28 a	86.26 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de significância de acordo com o teste de Scot Knott.

Os dados experimentais apresentados na tabela 1 demonstram que os valores médios de massa específica variam de 0,55 até 0,61 ton./m³. Com base nos resultados não foi possível verificar diferença estatística significativa.

A massa especifica tem uma relação direta com as fases de maturação e de enchimento dos grãos de café. Quando essas fases tiverem maior duração, mais fotoassimilados são gerados pela planta e uma maior quantidade desses serão depositada nos grãos, apresentando maior massa específica. De acordo com Fagan et al. (2011) e Clifford (1985), a quantidade disponível de fotoassimilados principalmente na fase de enchimentos de grãos e crescimentos dos frutos estão diretamente ligados a qualidade.

Trabalhos têm sido realizados para investigar a relação entre a cor dos alimentos e sua qualidade (COELHO et al., 2009; FARONI et al., 2004; RESENDE et al., 2007; RIBEIRO et al., 2008). No caso de grãos de café, a cor pode estar relacionada com a qualidade da bebida e é um fator importante para a valorização do produto. Alterações da cor em grãos crus de café são fortes indícios da ocorrência de processos oxidativos e transformações bioquímicas enzimáticas naturais que irão alterar a composição dos precursores responsáveis pelo sabor e aroma da bebida, resultando em redução da qualidade (BORÉM et al., 2013).

Nos dados apresentados observou-se que não houve diferença entre os acessos na coordenada L, relacionada à luminância dos grãos, que corresponde ao maior ou menor branqueamento dos grãos e sua escala varia de 0 até 100, correspondendo ao preto e ao branco, respectivamente. Também não foram encontradas diferenças significativas para a coordenada c*. Diferenças foram observadas apenas na coordenada h°, indicando assim um aproximação da coloração desejável (azul) e um distanciamento da coloração indesejável (amarelo).

Para a avaliação de grãos retidos na série de peneiras, os resultados estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Valores médios para porcentagem (%) de peneira de grãos crus de acessos e híbridos de *Coffea arabica* L. do Banco Ativo de Germoplasma de Minas Gerais.

Acessos	**19 ch**	**13, 12, 11, 10, 9,**	**18, 17, 16 ch**	**15, 14, 13,ch**	**10 ch + Fundo**

		8moc			
H 419-3-3-7-16-5-1-1	0.94 a	35.79 b	37.07 a	25.06 a	1.13 a
H 419-6-2-3-4	2.41a	36.52 b	37.63 a	22.55 a	0.88 a
H 419-6-2-5-2	0.00a	38.00 b	40.04 a	21.11 a	0.84 a
H 419-6-2-5-3	3.60b	29.49 b	48.36 b	16.23 a	2.31 a
MG0006	1.85a	20.22 a	45.16 b	34.14 b	0.89 a
MG0009	2.00a	27.86 b	46.36 b	15.29 a	3.23 a
MG0011	0.76a	38.46 b	26.38 a	31.29 b	3.11 a
MG0016	3.35 a	18.39 a	55.11 b	21.89 a	1.26 a
MG0020	0.89a	39.40 b	38.13 a	20.78 a	0.78 a
MG0036	3.05a	30.59 b	41.39 a	22.54 a	2.50 a
MG0041	1.46a	36.69 b	39.26 a	17.54 a	4.97 a
MG0043	3.42a	18.75 a	56.83 b	19.58 a	1.41 a
MG0064	1.92a	26.26 b	40.65 a	29.12 b	2.04 a
MG0130	0.40a	28.46 b	33.56 a	36.18 b	1.39 a
MG0131	1.66a	29.05 b	39.39 a	27.99 b	1.90 a
MG0133	2.88a	26.22 b	28.22 a	39.00 b	3.67 a
MG0143	0.70a	32.62 b	19.66 a	43.28 b	3.73 a
MG0152	3.23a	17.51 a	37.65 a	39.76 b	1.84 a
MG0158	0.00a	16.07 a	49.64 b	20.02 a	1.40 a
MG0175	2.51a	22.015	59.28 b	15.42 a	0.76 a
MG0189	0.79a	a	43.41 b	36.45 b	2.68 a
MG0191	2.82a	16.66 a	48.41 b	30.26 b	1.14 a
MG0193	1.90a	18.73 a	46.07 b	34.35 b	2.85 a
MG0194	0.64a	14.81 a	45.31 b	30.47 b	0.79 a
MG0216	6.51c	22.78 a	53.03 b	16.81 a	0.73 a
MG0217	1.80a	22.90 a	51.46 b	32.78 b	0.85 a
MG0219	1.49a	13.10 a	33.85 a	41.07 b	2.96 a
MG0221	2.68a	20.62 a	47.10 b	29.17 b	2.31 a
MG0223	7.91c	18.73 a	52.70 b	19.32 a	1.45 a
MG0224	0.00a	18.61 a	55.30 b	8.02 a	0.91 a
MG0228	4.83b	12.42 a	28.75 a	34.82 b	1.19 a
MG0231	0.91a	30.40 b	38.72 a	30.59 b	4.34 a
MG0233	5.90c	25.43 b	45.29 b	19.43 a	12.77 a
MG0235	6.43c	16.60 a	54.09 b	20.48 a	0.65 a
MG0245	2.98a	18.34 a	59.03 b	23.21 a	2.27 a
MG0250	3.25a	12.50 a	47.05 b	25.32 a	2.38 a
MG0258	5.65c	21.99 a	53.07 b	25.69 a	1.37 a
MG0278	0.94a	14.20 a	40.03 a	22.46 a	2.51 a
MG0448	2.84a	34.05 b	30.33 a	24.36 a	1.34 a
MG0558	3.95b	41.12 b	38.39 a	30.49 b	1.54 a
MG1008	0.87a	25.62 b	27.11 a	48.16 b	2.69 a
MG1206	1.38a	21.16 a	37.11 a	32.91 b	0.67 a

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MG1218	3.72b	27.92 b	64.42 b	17.03 a	1.65 a
MG1256	3.89b	13.16 a	46.59 b	23.80 a	1.14 a
		24.57 a			

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de significância de acordo com o teste de Scot Knott.

Nota-se que houve efeito significativo dos acessos no tamanho dos grãos, conforme pode ser observado na retenção de grãos na peneira 19, somatória das peneiras 18, 17 e 16/64, moca e somatória das peneiras 15,14 e 13/64. Não foi detectada diferença significativa para a retenção de grãos nas peneiras 10/64 e fundo.

O tamanho do grão é uma característica física de grande importância para a classificação do café durante o beneficiamento e formação de lotes homogêneos. Ainda que não haja comprovação científica do seu efeito na qualidade da bebida, no mercado os grãos graúdos são associados aos cafés de melhor qualidade e de maior preço, (Giomo et al., 2011). Neste contexto, no mercado de cafés especiais são interessantes lotes que apresentem maior somatória de retenção de grãos na seguinte ondem:

18, 17, 16 ch> 15, 14, 13ch> 19ch>13, 12, 11, 10, 9, 8moc >10ch + fundo

Diante dos dados expostos, é possível inferir que os acessos MG0189, MG 0191, MG0193, MG0194, M0217 e MG0221, apresentam-se promissores na produção de cafés com maior valor agregado.

CONCLUSÕES

Com base nos acessos estudados e nos resultados obtidos não existe diferença, do ponto de vista estatístico e qualitativo, com relação à massa específica aparente e luminosidade dos grãos. Com relação ao tamanho dos grãos, alguns acessos possuem alto potencial para a produção de cafés com qualidade superior.

REFERÊNCIAS

BORÉM, F. M. et al. Evaluation of the sensory and color quality of coffee beans stored in hermetic packaging. **Journal of Storage Products Research**, Pelotas, v. 52, p. 1-6, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 08, de 11 de junho de 2003. Aprova o regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. Ministério de Estado, Interino da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 13,p. 22-29, jun. 2003. Seção 1.

CARVALHO, G.R. et al. Melhoramento genético do café visando à qualidade de bebida. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.32, n.261, p.30-38, mar./abr. 2011.

CARVALHO A. et al. Aspectos genéticos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Genética**. 14(1): 135-183. 1991.

CHAGAS, S. J. de R. Potencial da região sul de Minas Gerais para produção de cafés especiais. 2003. 91 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

CLIFFORD, M. N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. Coffee Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. Beckenham (Kent): Croomhelm, 1985, cap. 13, p. 305-374.

COELHO, S. R. M. et al. Alterações na cor do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante o armazenamento utilizando software para reconhecimento de imagens digitais. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 49-57, 2009.

EIRA M., FAZUOLI L. C., FILHO, O. G., SILVAROLA, M., DANTAS M., REIS, R. Aumento da variabilidade genética de café no Brasil, 2007. Disponível em: < http://w w w .cenargen.embrapa.br/cenargenda/divulgacao2007/ocafezal160307.pdf >. Acesso em: 16 jul. 2013.

FAGAN, E. B. et al. Efeito do tempo de formação do grão de café (*Coffea sp*) na qualidade da bebida. **Bioscience Journal,** Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 729-738, 2011.

FARONI, L. R. D. et al. Influência do teor umidade de colheita na qualidade do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 69-75, 2004.

FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, nov./dez. 2011.

GIOMO, G. S., et al. Qualidade física e sensorial de cultivares de Coffea arabica para produção de cafés especiais no estado de São Paulo. **Resumos...** In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Araxá – MG, 2011.

RESENDE, O. et al. Avaliação da qualidade tecnológica e protéica do feijão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 1-13, 2007.

RIBEIRO, D. M. et al. Cinética dos índices de cor e da textura da banana "prata-anã" durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 83-93, 2008.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO COM RESÍDUO DA BORRACHA DE PNEU EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO MIÚDO

ALAN PEREIRA VILELA[1], RODRIGO ALLAN PEREIRA[2], WISNER COIMBRA DE PAULA[3], FÁBIO ARMOND CARVALHO ARAÚJO[4]

[1] Mestrando em Engenharia de Biomateriais, UFLA, (35)8876-4814, alanpereiravilela@yahoo.com.br
[2] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFLA, (35)9129-4080, rallap.ufla@yahoo.com.br
[3] Professor do curso de Engenharia Civil, UNILAVRAS, (35)8822-7506, wisnercp@yahoo.com.br
[4] Graduado em Engenharia Civil, UNILAVRAS, (35)9169-9582, fabio_svm@hotmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O impacto ambiental é um dos fatores determinantes na avaliação de qualquer empreendimento, seja no processo construtivo ou no destino adequado dos resíduos gerados durante o processo. Tendo em vista esta preocupação, o presente trabalho se propõe ao estudo da viabilidade do aproveitamento de resíduo sólido na construção civil, para redução de custos e agregar valor ao material. O resíduo da recauchutagem de pneu foi utilizado no concreto para substituição parcial do agregado miúdo em 15% do seu volume. As propriedades mecânicas foram avaliadas após 28 dias de cura do concreto em tração por compressão diametral e módulo de elasticidade. Os resultados demonstraram a inviabilidade do uso do resíduo em concreto armado e em concretos que exijam maior resistência mecânica. Entretanto a utilização do resíduo pode ser viável, quanto à propriedade de flexibilidade e prevenção de trincas e fissuras. A massa específica média teve redução de 9% comparada ao resultado do concreto sem resíduo.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto, resíduo da borracha de pneu, agregado miúdo.

EVALUATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE WITH WASTE TIRE RUBBER IN THE REPLACEMENT FINE AGGREGATE

ABSTRACT: The environmental impact is one of the determining factors in the evaluation of any enterprise, whether in the construction process or the appropriate destination of waste generated during the process. In view of this concern, this paper aims to study the viability of solid waste utilization in construction, to reduce costs and add value to the material. The tire retreading residue was used in concrete for partial replacement of fine aggregate 15% of its volume. The mechanical properties were evaluated after 28 days of concrete curing in tensile by diametrical compression and modulus of elasticity. The results demonstrated the infeasibility of the waste use in reinforced concrete and concretes that require higher mechanical strength. However the use of waste may be viable as the flexibility properties and

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

prevention of cracks and fissures. The density average had a reduction of 9% compared to the result of concrete without residue.

KEYWORDS: Concrete, tire rubber residue, fine aggregate.

INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil e no mundo, a geração, armazenamento e destino de resíduos sólidos tem sido motivo de grande preocupação. Esta questão, aliada ao conceito de desenvolvimento sustentável pelos setores produtivos, abre espaço para pesquisas que visem novas alternativas de aproveitamento de materiais descartados pelas indústrias.

A Indústria da Construção Civil apresenta um grande potencial para aproveitamento de detritos, não só os de seus próprios processos, como também os de outras indústrias. Na pavimentação, alguns resíduos já são usados com sucesso, como o resíduo de construção e demolição (RCD), cinza volante, material fresado de revestimentos, grânulos de pneus, escória de aciaria, etc. No caso das sobras da borracha de pneu, vários pesquisadores vêm estudando formas para a utilização desse resíduo em diferentes proporções com o agregado miúdo, devido à disponibilidade crescente desse tipo de material.

De acordo, com o Instituto Ambientalista Reviverde, o Brasil produz cerca de 35 milhões de pneus por ano, destinando quase um terço para a exportação, dessa forma o descarte de pneus de maneira errônea pode acarretar em grande degradação ambiental. Nos últimos anos, tem-se verificado um aumento do descarte de rejeitos sólidos, que, juntamente com os problemas advindos da exaustão de matérias-primas naturais, impulsiona os estudos sobre o aproveitamento de industriais na forma de novos materiais, com menor impacto ambiental e com certa agregação de valor (LOPES et al., 2006).

O uso de pneu na fabricação de compósitos apresenta vantagens como: melhorar a vida útil dos aterros sanitários, reduzir a emissão atmosférica de alguns poluentes, reduzir um resíduo que se encontra na natureza causando sérios riscos a saúde, dentre outras vantagens. Através de suas características, a utilização desse resíduo pode contribuir para que o mesmo deixe de ser um problema ambiental e de saúde pública, e passe a ser uma fonte alternativa de materiais para a construção civil (FIORITI e AKASAKI, 2003).

Sendo assim, este trabalho verificou a resistência à tração por compressão diametral, bem como o módulo de elasticidade após a inserção do resíduo da borracha de pneu em substituição parcial do agregado miúdo na proporção de 15% para a produção de concreto.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização dos materiais:

Todos os materiais utilizados na parte prática da pesquisa como, o resíduo da recauchutagem de pneus e os agregados miúdo e graúdo, foram fornecidos por empresas da região de Lavras – MG.

Após a obtenção dos materiais, os mesmos foram caracterizados com o objetivo de obter informações sobre a massa específica aparente, o módulo de finura e a composição

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

granulométrica dos agregados miúdo e graúdo.

O cimento utilizado neste trabalho foi o CP II-E-40, cujas especificações foram obtidas junto à norma NBR 11578 (ABNT, 1991), o agregado miúdo utilizado foi uma areia média de origem natural, com granulometria entre 0,2mm e 0,6mm e como agregado graúdo utilizou-se dois tipos de materiais, a pedra britada de origem basáltica, conhecida como brita 0 e brita 1.

Com relação ao resíduo da recauchutagem de pneu, após a coleta, o mesmo passou por uma seleção onde foram retiradas algumas impurezas como fios de aço e outras. A classificação granulométrica da borracha foi à mesma utilizada para a areia segundo a NBR 7217 (ABNT, 1987). Após a classificação do resíduo, foi determinada a dimensão máxima característica (DMC), 4,8mm.

Produção do concreto

O concreto utilizado na pesquisa foi fornecido por uma empresa sediada na cidade de Lavras – MG. O traço utilizado para a composição do concreto com cimento CP-II E40 está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Dosagens dos traços do concreto, para 1m³ e fck 25 MPa.

Tratamento	Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita (kg)		Borracha (kg)	Pó de Pedra (kg)	Aditivo (l)	Água (l)
			Brita 0	Brita 1				
Referência	325	800	294	686	-	260	2,4	220
15% de Borracha	325	680	294	686	25,8	260	2,4	220

Após a produção do concreto, os corpos-de-prova foram preparados com dimensões variadas para cada tipo de ensaio, para o ensaio do módulo de elasticidade foram utilizados corpos-de-prova com dimensões de 15x30 cm e para o ensaio de tração por compressão diametral a dimensão foi de 10x20 cm.

Durante o período de 24 horas após a moldagem dos corpos-de-prova, os mesmos foram mantidos em local coberto e bem ventilado. Após as 24 horas de cura ambiente o material foi desmoldado, catalogado e colocado em um reservatório de água saturada com cal sendo mantido por 28 dias para posterior realização dos ensaios mecânicos.

Ensaios físicos e mecânicos

A massa específica aparente do concreto, com e sem adição de borracha, foram calculadas após a cura dos corpos-de-prova e antes da realização dos ensaios mecânicos.

Com relação ao ensaio de resistência à tração por compressão diametral, o mesmo foi realizado de acordo com a NBR 7222 (ABNT, 1994), os corpos-de-prova foram posicionados na prensa hidráulica através de duas bases metálicas, com o objetivo de manter o mesmo em repouso ao longo de uma geratriz e aplicou-se uma carga contínua, sem choque, com crescimento constante da tensão de tração, a uma velocidade de (0,05 ± 0,02) MPa/s, até sua

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ruptura. A Equação 1 a relação para a determinação da resistência à tração por compressão diametral.

$$Ft,d = \frac{2\ x\ F}{\pi\ x\ d\ x\ L} \quad (1)$$

Em que, Ft,d e a resistência à tração por compressão diametral, em MPa, com aproximação de 0,05 MPa; F é a carga máxima obtida no ensaio, em kN; d é o diâmetro do corpo-de-prova, em mm; e L é a altura do corpo-de-prova, em mm.

Para a determinação do módulo de elasticidade do concreto utilizou-se a NBR 8522 (ABNT, 2008), o módulo de elasticidade, em GPa, é calculado pela Equação 2.

$$Eci = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}\ x\ 0{,}01 = \frac{\sigma b - 0{,}5}{\varepsilon b - \varepsilon a}\ x\ 0{,}01 \quad (2)$$

Em que, σb é a tensão maior, em MPa (σb = 0,3 fc); 0,5 é a tensão básica, em MPa; εb é a deformação específica média dos corpos-de-prova sobtensão maior; εa é a deformação específica média dos corpos-de-prova sobtensão básica (0,5MPa).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados da massa e massa específica aparente dos corpos-de-prova.

Tabela 2 - Massa dos corpos-de-prova (g) e massa específica aparente (g/cm³).

Concreto	Massa dos corpos-de-prova (g)	Massa específica média (g/cm³)
Referência	3728,28	2,37
15% de borracha	3396,42	2,16

De acordo com os valores obtidos, pode-se observar que, a massa específica aparente do concreto está diretamente ligada à substituição do agregado miúdo pela borracha, visto que, quando se acrescenta o resíduo, o valor da massa específica diminui. Sendo assim, se produz um concreto mais leve.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos no ensaio de resistência à tração, onde, pode-se observar uma redução no resultado do concreto produzido com a borracha de pneu, se comparado com o tratamento referência (concreto padrão).

Tabela 3 - Valores de resistência à tração (MPa) e as perdas adquiridas (%).

Concreto	Resistência à tração (MPa)	Perdas (%)
Referência	3,00	-
15% de Borracha	2,40	20,00%

Granzotto (2010) obteve valor de resistência à tração por compressão diametral de 1,90MPa para o concreto contendo 15% de borracha. Marques et al. (2006), encontraram uma redução de aproximadamente 16% entre o concreto sem adição de borracha e o concreto contendo 15% de substituição do agregado miúdo pela borracha, resultado inferior ao encontrado neste trabalho que está em torno de 20% para o mesmo caso.

O resultado do módulo de elasticidade também apresentou valor inferior ao concreto produzido sem adição de borracha, sendo que o valor para o concreto referência foi de 28,78GPa, enquanto que para o tratamento contendo 15% de borracha esse valor reduziu para 25,38GPa. De acordo com Marques et al. (2006), essa inferioridade de valores está relacionado com a deformabilidade da borracha. Em estudo realizado, Albuquerque (2009) obteve resultado do módulo de elasticidade em torno de 27GPa e 23GPa para os concretos referência e 15% de borracha respectivamente, esses valores são inferiores aos encontrados neste trabalho.

CONCLUSÕES

Nos testes relativos à resistência à tração por compressão diametral houve diminuição significativa da resistência pela substituição de agregado miúdo pela borracha, sem, haver comprometimento na cura do concreto.

Na análise do módulo de elasticidade percebeu-se maior flexibilidade do concreto com inserção de resíduo, o que implica em menor resistência do mesmo. Sendo assim, não é viável sua aplicação em componentes/peças de concreto armado que necessitam de maior rigidez. Porém, resultou em melhor deformabilidade em razão da borracha, tornando o material menos propenso a trincas e rachaduras, podendo ser desenvolvidos novos projetos para sua aplicação.

Outro ponto positivo é o caráter sustentável do projeto, o qual trás uma sugestão ecologicamente correta para dar fim a este tipo de resíduo sólido, que possivelmente seriam abandonados na natureza, causando poluição e degradação do meio ambiente. Com os resultados obtidos aumenta-se a vida útil de aterros sanitários por retirar excesso de resíduo do meio, além de evitar outros custos com a implantação de novos aterros.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fapemig, pelo auxílio financeiro e pela concessão das bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A, C de. **Estudo das propriedades do concreto massa com adição de partículas de borracha de pneu**. 2009.259 f. Tese doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegra – RS. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11578** – Cimento Portland

composto. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7217** – Agregados: Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7222** - Argamassa e concreto – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8522** – Concreto - Determinação do Módulo de Deformação Estatística e Diagrama Tensão-Deformação. Rio de Janeiro, 2008.

FIORITI C. F.; INO, A.; AKASAKI, J. L. Avaliação de blocos de concreto para pavimentação intertravada com adição de resíduos de borracha provenientes da recauchutagem de pneus. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 43-54, out./dez. 2007.

GRANZOTTO, LAURA. **Concreto com adições de borracha: Uma alternativa ecologicamente viável**. 2010. 132p. Dissertação (Pós-graduação). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2010.

LOPES, R. E.; VITA, M. O.; AKASAKI, J. L.; BARBOSA, M. B.; ALCÂNTARA, M. A. D.; FREITAS, I. R. M. Estudo de dosagens de concreto com resíduos de borracha de pneu utilizando aditivos superplastificantes. **In:** 48º CONGRESSO BRASILEIRO DE CONCRETO. Anais CBC2006. p.1-12, Rio de Janeiro-RJ, novembro de 2006.

MARQUES, A. C.; NIRSCHL, G. C.; AKASAKI, J. L. Propriedades mecânicas do concreto adicionado com borracha de pneu. **HOLOS Environment**. v.6 n.1, 2006 – p.31.

REVIVERDE – Instituto Ambientalista da Cidade do Rio de Janeiro. **Pensando no amanhã, reciclamos hoje**. Disponível em: www.reviverde.org.br. Acessado em 31 de março de 2012.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DE DISTÚRBIOS DE QUALIDADE DA ENERGIA EM FORNOS A ARCO

ARIÁDNE DE LOURDES J. BERTOLIN [1], SILVIA COSTA FERREIRA[2], ROBSON BAUWELZ GONZATTI[3]

[1] Graduanda, Universidade Federal de Lavras,aribertolin@hotmail.com
[2] Mestre, Universidade Federal de Lavras, silvia.ferreira@deg.ufla.br
[3] Doutor, Universidade Federal de Itajubá, bauwelz@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Os fornos a arcos são equipamentos muito utilizados na indústria metalúrgica para a fundição de aço, e são considerados cargas não lineares que causam diversos distúrbios na rede elétrica, tais como flutuações de tensão, harmônicos e desequilíbrio. Devido aos altos níveis de potência envolvida, esses distúrbios afetam a tensão do barramento em que estão conectados trazendo diversos problemas para a concessionária de energia. Assim, identificar as potências de cargas não lineares não é uma tarefa simples. Isso porque as definições de potência tradicionais não são capazes de quantificar as potências relativas ao desequilíbrio e à distorção harmônica. Buscando solucionar estes problemas, o IEEE publicou uma recomendação (IEEE 1459-2010) com o objetivo de criar um critério de medição que pode ser aplicado tanto para sistemas senoidais quanto para sistemas distorcidos e desequilibrados. Esse trabalho propõe a utilização da recomendação IEEE 1459-2010 para medir corretamente as potências envolvidas e indentificar os distúrbios da qualidade da energia causados por este tipo de carga. Os resultados foram obtidos através de uma simulação utilizando o software Matlab/Simulink e observou-se a presença de altas potências relativas aos harmônicos e desequilíbrio. Além disso, os resultados mostram a diferença entre o cálculo da potência reativa utilizando a teoria tradicional de potências e a recomendação IEEE 1459-2010 e sua importância na compensação deste distúrbio.

PALAVRAS–CHAVE: fornos a arco, qualidade da energia, ieee std. 1459-2010.

POWER QUALITY DISTURBANCES ASSESSMENT IN ARC FUNACES

ABSTRACT: Arc furnaces are equipment widely used in the metallurgical industry for steel casting. Regarding their electrical characteristics, they are considered non-linear loads, which can cause many disturbances in power systems, such as voltage fluctuations, harmonics and imbalance. Due to the high levels of power involved, these disturbances directly affect the bus voltage causing many problems for the power utility. In this way, the task of identifying power considering non-linear loads are complex, because the traditional power definitions are not able to quantify the powers related to unbalance and harmonic distortion. To solve these problems, the IEEE published a standard (IEEE std. 1459-2010) aiming to create a measurement criterion that can be applied for both sinusoidal systems, as well for distorted and unbalanced systems. This work presents a simulation with Matlab/Simulink to represent the behavior of arc furnaces and evaluate the impact on the electrical network. In addition, this approach also proposes the use of the standard IEEE 1459-2010 for properly measure the power quantities and identify the power quality disturbances caused by this type of load. The

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

results obtained through a simulation using Matlab / Simulink software and in it were observed the presence of high power related to harmonic and imbalance. Furthermore, the results show the difference between the reactive powers calculated using the traditional theory and power rating IEEE 1459-2010 and their importance in this disturbance compensation.

KEYWORDS: arc furnace, power quality, ieee std. 1459-2010.

INTRODUÇÃO

O forno a arco é um componente muito importante nas siderúrgicas, principalmente na reciclagem de metais (70% do aço reciclado na América do norte é obtido por fornos a arco[1]), mas que causa à rede uma série de distúrbios da qualidade [2] como as flutuações de tensão (causadoras do efeito flicker) e de corrente e os harmônicos de corrente [3].

Isto acontece devido ao arco elétrico gerado nos eletrodos não apresentar comportamento de uma resistência linear, apresentando uma curva de tensão por corrente que apresenta formas bem variáveis e difíceis de serem modelados [3]. Apesar disso, modelos simplificados, porém representativos, já são encontrados na literatura e serão utilizados como base para o desenvolvimento deste trabalho [4].

A partir do modelo de um forno a arco, este trabalho propõe a avaliação dos distúrbios de qualidade de energia causados por este tipo de carga. Como não se trata de uma carga linear[5], para o cálculo de potências em condições não senoidais e desequilibradas, utiliza-se a recomendação IEEE Std. 1459-2010, que traz uma nova abordagem para as definições de potência e utiliza como base, o cálculo de tensões e correntes efetivas desenvolvidas por Buchholz. Nestas definições, são isoladas as componentes fundamentais das demais, o que é um ponto importante quando se trata de entendimento dos fenômenos físicos que ocorrem no sistema [6]. E também há a separação em componentes de sequência positiva, negativa e zero que além de permitir uma medição correta, pode ser utilizada para determinar o nível de poluição harmônica [7], as potências associadas ao desequilíbrio e a distorção da rede [8].

A avaliação destes distúrbios é de extrema importância quando deseja-se utilizar condicionadores de energia, tais como STATCOM e filtros ativos para a sua compensação, destacando a relevância da análise apresentada neste trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho utiliza o software MatLab/Simulink onde se realiza a simulação de um forno a arco para obtenção dos dados necessários à análise, baseado na recomendação IEEE 1459-2010. A descrição da recomendação IEEE 1459-2010 bem com do modelo utilizado para a simulação do forno a arco serão apresentadas em detalhes a seguir.

Modelo Matemático do Forno a Arco:

O equivalente monofásico do sistema elétrico de um forno a arco pode ser representado da seguinte maneira:

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil. 23 a 27 de Novembro de 2015

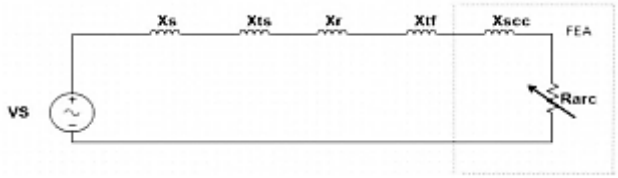


Figura 1 – Esquema de um circuito monofásico do forno a arco [3].

Onde, V_s é a tensão do alimentador, Xs, X_{ts}, X_r, X_{tf} e X_{sec} são as reatâncias: da concessionária; do transformador abaixador; do reator série utilizado para limitar a corrente de curto circuito; do transformador do forno; do forno, respectivamente. E R_{arc} é a resistência variável do arco elétrico [3].

Elaborar o modelo desse tipo de forno não é uma tarefa simples, pois o sistema é muito variável. Essa característica é causada principalmente pela resistência variável (FIGURA 1), que resulta em uma carga não linear e variável no tempo. Quando o metal do forno se encontra no estado sólido possui uma resistência maior a passagem da corrente em relação ao metal na fase líquida[9]. Outro contribuinte para esse fato é a propria característica de carregamento/ciclo do forno que são feitas em etapas de ignição e reignição [5].

Neste trabalho, procurou-se modelar as etapas de ignição e reignição do arco[5] limitando a passagem de corrente quando os níveis de tensão estão baixos, e permitindo elevadas correntes a partir da ignição do arco. Esses níveis de tensão foram determinados de maneira aleatória, devido às características não determinísticas do material utilizado no forno. Além disso, utilizou-se uma modulação de 5 Hz na corrente para representar o ciclo de carregamento do forno[3]. Em diversos trabalhos é comum encontrar a modelagem de um forno a arco a partir desses parâmetros.

O sistema simulado no Matlab/Simulink, representa um forno a arco de 200 kVA de potência, conectado ao sistema por um transformador abaixador 13,8:0,4 kV com potência de curto circuito de 1MVA.

A Recomendação IEEE 1459-2010

O principal conceito utilizado na recomendação IEEE 1459-2010 se baseia na separação da componente fundamental das demais [8]. Para tanto, as tensões e as correntes efetivas do sistema são separadas em componentes fundamentais e componentes harmônicas , definidas comforme as Equações 1 e 2 [8].

$$\underbrace{I_e^2}_{\frac{1}{3}(I_a^2+I_b^2+I_c^2)} = \underbrace{I_{e1}^2}_{(I^+)^2+(I^-)^2+4(I^0)^2} + \underbrace{I_{eH}^2}_{I_e^2-I_{e1}^2} \quad (1)$$

$$\underbrace{V_e^2}_{\frac{1}{9}(V_{ab}^2+V_{bc}^2+V_{ca}^2)} = \underbrace{V_{e1}^2}_{(V_1^+)^2+(V_1^-)^2+\frac{(V_1^0)^2}{2}} + \underbrace{V_{eH}^2}_{V_e^2-V_{e1}^2} \quad (2)$$

Onde Ve e Ie são as tensões e correntes efetivas do sistema, Ve1, Ie1 são componentes fundamentais das tensões e das correntes e Veh, Ieh são componentes harmônicas das tensões e das correntes.

A partir da Equação (1) e (2), a potência aparente efetiva é dada por pela Equação 3 em que:

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

$$S_e^2 = (3V_eI_e)^2 = \underbrace{(3V_{e1}I_{e1})^2}_{S_{e1}=S_1^{+2}+S_{1U}{}^2} + \underbrace{(3V_{e1}I_{eH})^2}_{D_{eI}} + \underbrace{(3V_{eH}I_{e1})^2}_{D_{eV}} + \underbrace{(3V_{eH}I_{eH})^2}_{S_{eH}} \quad (3)$$

Em que Se é a potência aparente efetiva. E Se_1 representa a potência aparente efetiva fundamental, que é representado pela soma quadrática de S_{1U} que é a potência de desequilíbrio e S_1^+ que é a potência aparente fundamental de sequência positiva.

Potência aparente fundamental de sequência positiva (S_1^+) é composta de acordo com a Equação 4:

$$S_1^{+2} = \underbrace{P_1^{+2}}_{P_1^+=3V_1^+I_1^+\cos\theta^+} + \underbrace{Q_1^{+2}}_{Q_1^+=3V_1^+I_1^+\sin\theta^+} \quad (4)$$

Em que P1+ é a potência ativa de sequência positiva e Q1+ é potência reativa fundamental de sequência positiva. E onde, V_1^+ e I_1^+ são as componentes fundamentais de sequência positiva da tensão e da corrente, e θ^+ é o ângulo de defasagem entre a tensão e corrente.

Os outros três termos da potência aparente efetiva (S_e) formam a potência aparente efetiva não-fundamental (S_{en}) dada pela Equação 5:

$$S_{en}{}^2 = D_{eI}{}^2 + D_{eV}{}^2 + S_{eH}{}^2 = S_e{}^2 - S_{e1}{}^2 \quad (5)$$

Sendo que D_{eI} é potência de distorção de corrente, D_{eV} potência de distorção de tensão e S_{eH} potência harmônica aparente.

A decomposição complete da potência aparente (S_e) pode ser resumida[10] por:

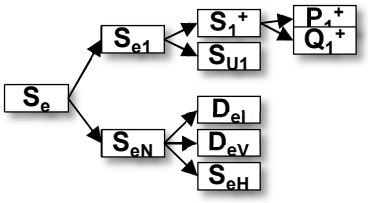


Figura 2 – Divisão de potências IEEE 1459-2010 [10].

Algoritmo para o Cálculo das Potências utilizando a IEEE 1459-2010

A Transformada Síncrona, utilizada na simulação deste trabalho, consiste em uma transformação de coordenadas, onde a componente de frequência fundamental se torna uma componente contínua, podendo ser facilmente filtrada. Outro aspecto que torna o método eficiente é o fato de ele separar as componentes de sequência positiva, negativa e zero[6].

Primeiramente, as correntes e tensões do sistema trifásico são transformadas (a partir da Equação 6) para um sistema de referências estacionário, composto por dois vetores ortogonais. Essa transformação é conhecida como Transformada de Clark[10].

$$\begin{bmatrix} X_\alpha \\ X_\beta \\ X_o \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \cdot \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & 1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \\ 1/2 & 1/2 & 1/2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_a \\ X_b \\ X_c \end{bmatrix} \quad (6)$$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Em que X representa tensão ou corrente; a,b,c são as fases do sistema e α,β,0 são as componentes da Transformada de Clarke.

A componente Xo é a componente de sequência zero do sistema e só existirá para sistemas desequilibrados que possuem o condutor de neutro (sistema trifásico a quatro fios).

Em seguida, uma nova transformação de coordenadas é realizada, criando-se uma referência síncrona rotativa, onde os dois vetores ortogonais giram agora com a frequência da rede. Esta transformação é conhecida como Transformada de Park [10] (Equação 7):

$$\begin{bmatrix} X_d \\ X_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} cos(we) & -sen(we) \\ sen(we) & cos(we) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_\alpha \\ X_\beta \end{bmatrix} \quad (7)$$

Sendo X tensão ou corrente; α,β são as componentes da Transformada de Clarke e *d, q* são as componentes da Transformada de Park.

Após colocar tensão e corrente no sistema de referência síncrono, os valores fundamentais ficam contínuos e utiliza-se um filtro de médias móveis para isolar a componente fundamental. Os sinais de tensão e corrente foram amostrados utilizando uma frequência de 40080 Hz, o que resulta em 668 pontos para ciclo da frequência fundamental. Desta forma, o filtro de médias utiliza N = 334 amostras, de acordo com a Equação 8.

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{k=N} X(n-k) \quad (8)$$

Onde $\bar{X}$ representa tensão ou corrente em média e n é o número de amostras e k é o contador.

Os valores fundamentais são utilizados como base para o cálculo das potências fundamentais descritas nas Equações 3 e 4. Já os valores efetivos totais são calculados com base nos valores *rms* [11] dos sinais de tensão e corrente. Para o cálculo do valor *rms* (Equação 9) utiliza-se a definição discreta de valor eficaz que também é calculada para N= 334 amostras.

$$X_{rms} = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{k=0}^{k=N} X(n-k) * X(n-k)} \quad (9)$$

Em que X_{rms} representa tensão ou corrente em *rms* e n é o número de amostras e k é o contador.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de avaliar as potências consumidas por um forno a arco, utilizou-se um modelo simplificado no Matlab/Simulink, e o algoritmo apresentado anteriormente foi desenvolvido para o cálculo de potências de acordo com a recomendação IEEE1459-2010. Os resultados são apresentados a seguir.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Inicialmente, a relação não linear entre a tensão e a corrente do forno a arco é pode ser observada a partir do gráfico VxI (FIGURA 3). Neste modelo, a tensão precisa atingir uma amplitude suficientemente alta para dar ignição ao arco e começar a conduzir corrente. Entretanto, a amplitude da corrente e a tensão exata de ignição do arco elétrico dependem basicamente da resistência (R_{arc}) que é variável e não linear. Geralmente esse efeito resulta em uma modulação na corrente do sistema.

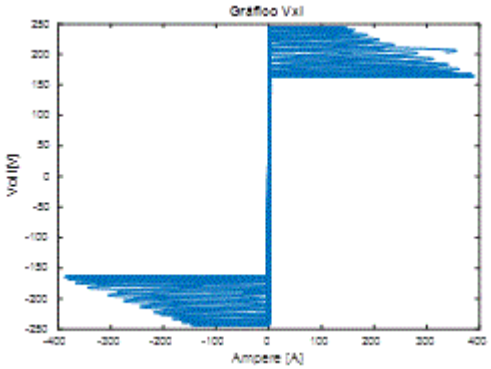
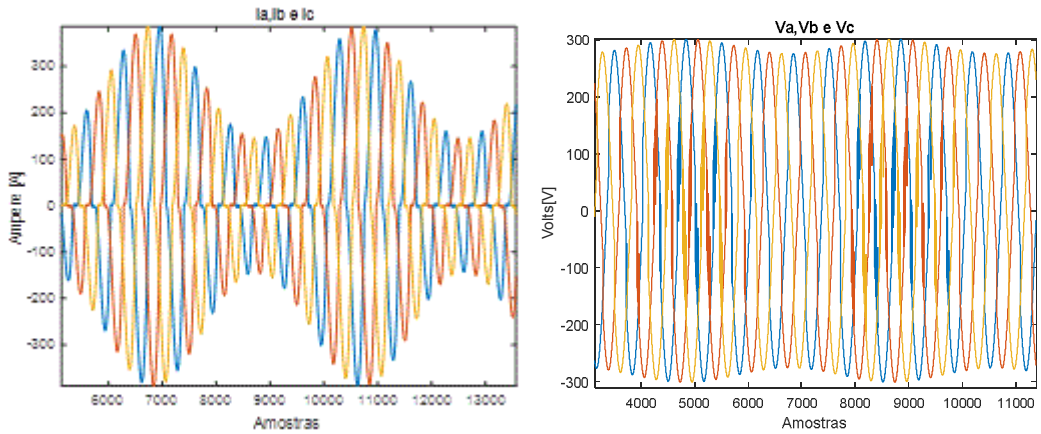


Figura 3 – Tensão versus Corrente do forno a arco.

As tensões e as correntes trifásicas apresentadas a seguir são resultantes do modelo implementado (FIGURA 4). Devido às características do equipamento, pode-se observar uma flutuação da tensão (FIGURA 4(b)), resultado da queda de tensão causada pela variação da corrente (FIGURA 4(a)). Além disso, é possível observar que a cada ciclo as correntes possuem valores diferentes para cada uma das fases apresentando também desequilíbrio.

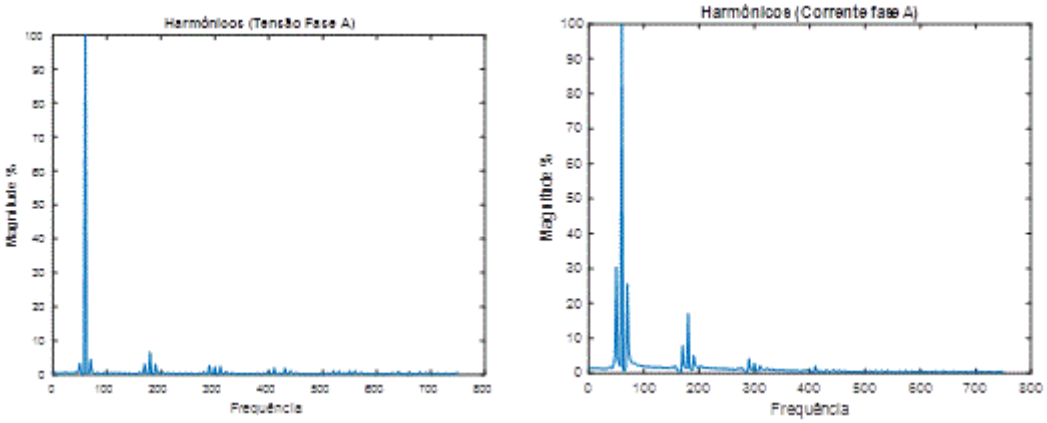
O espectro harmônico da tensão e da corrente (FIGURA 5) mostra a presença de distorção harmônica, consequência da não linearidade do sistema, bastante evidente no terceiro harmônico (180 Hz). Já os inter-harmônicos são resultado da modulação em amplitude da tensão e da corrente.



(a) (b)

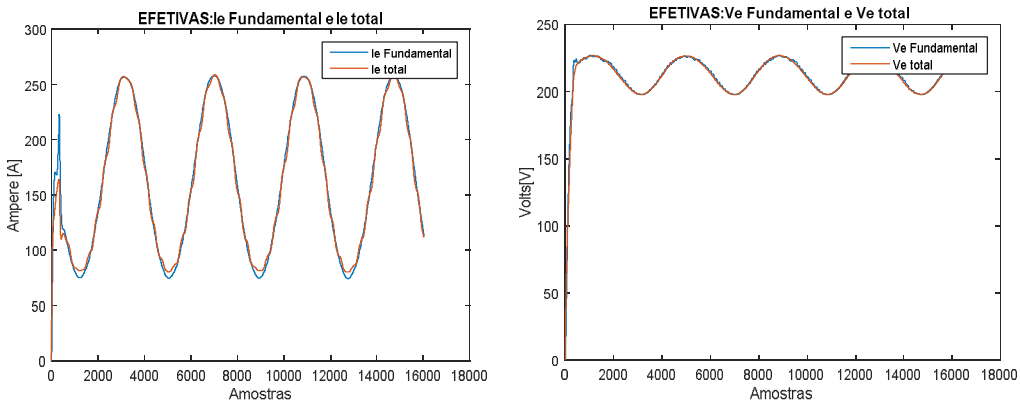
Figura 4 – Corrente (a) e tensão (b) trifásicas do forno elétrico a arco.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



(a) (b)

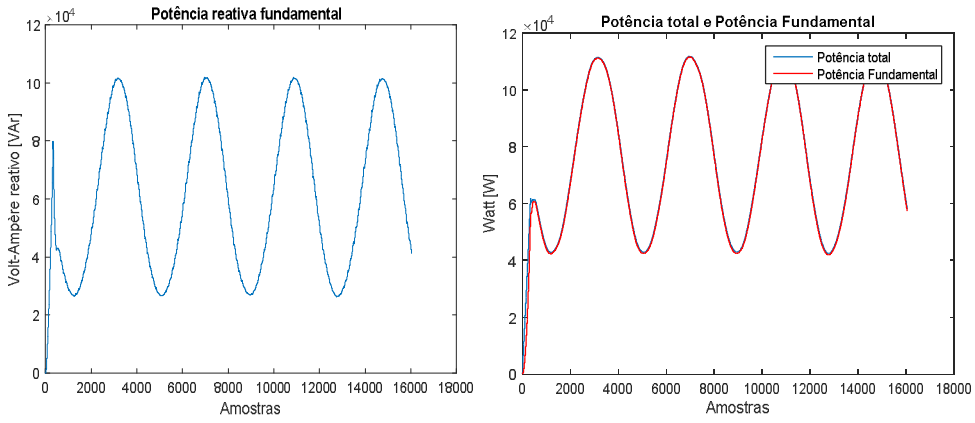
Figura 5 – Espectro harmônico corrente (a) e tensão (b) do forno elétrico a arco.



(a) (b)

Figura 6 – Corrente (a) e tensões (b) efetivas fundamentais e totais.

Desta forma, os valores efetivos totais e fundamentais da tensão e da corrente vão apresentar uma oscilação devido a esta modulação (FIGURA 6). Além disso, pode-se notar grande semelhança entre os valores fundamentais e totais, percebendo uma influência menor dos harmônicos em relação à fundamental.

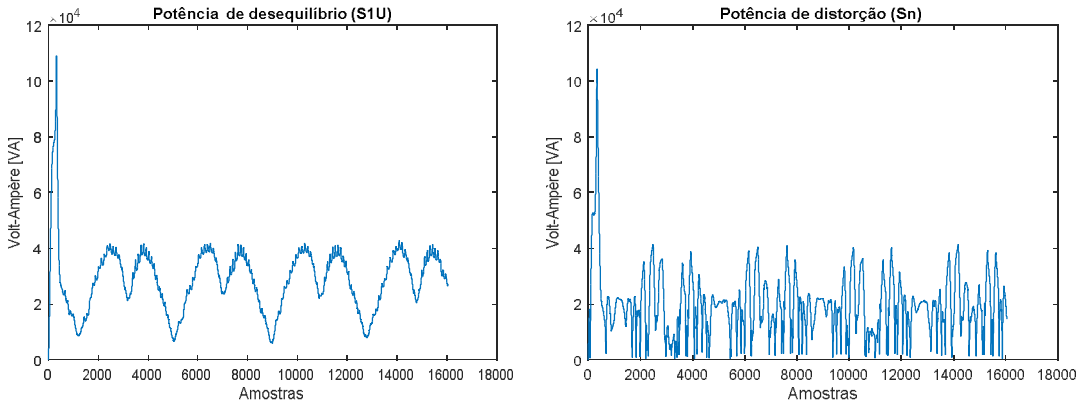


(a) (b)

Figura 7 – Potência reativa fundamental (a) e potência ativa total e fundamental (b).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Neste caso, vale ressaltar que os inter-harmônicos continuam sendo considerados nas tensões e correntes fundamentais. Isso porque, eles ocorrem devido à existência de uma impedância variável, que consequentemente irá resultar em um consumo de potência ativa e reativa variáveis na frequência fundamental (FIGURA 7). Caso os inter-harmônicos fossem considerados na potência de distorção, a potência reativa seria constante e em termos de regulação de tensão e compensação de fator de potência apresentaria valores incorretos. Um problema semelhante ocorreria se a potência reativa fosse calculada para esse sistema utilizando a teoria de potências tradicional ($Q = \sqrt{S^2 - P^2}$), levando a problemas sérios de tarifação e compensação deste distúrbio.



(a) (b)

Figura 8 – Potência de desequilíbrio (a) e potência de distorção (b).

Apesar das tensões e correntes efetivas totais apresentarem valores próximos aos valores fundamentais, a potência de distorção e a potência de desequilíbrio apresentam valores significativamente altos devido ao nível de potência da carga (FIGURA 8).

A partir dos resultados mostrados anteriormente é possível ressaltar a importância da quantificação destes distúrbios, para a sua posterior correção. A correção desses problemas com equipamentos adequados diminui problemas de ressonância, aumenta a capacidade de fluxo de potência ativa na linha, evita sobreaquecimento de transformadores, entre outros problemas de qualidade de energia.

CONCLUSÕES

Neste trabalho foi desenvolvido um algoritmo para análise e uma simulação de um forno a arco. Para que houvesse os cálculos de potências em condições não senoidais e desequilibradas do forno, a partir da recomendação IEEE Std. 1459-2000, utilizando como principal ferramenta a transformada síncrona.

Analisando os resultados da simulação é possível observar a presença de vários distúrbios da qualidade de energia elétrica causadas principalmente pela resistência variável do forno, tais como: flutuação de tensão, distorção harmônica e desequilíbrio. Estes se refletem nas potências calculadas do sistema, como na potência de desequilíbrio (S_{1u}) e na potência de distorção (S_n). Um exemplo seria a flutuação de tensão influindo no sistema criando uma

potência ativa e reativa na frequência fundamental variável no tempo.

Portanto, as definições do IEEE 1459-2010 foram capazes para quantificar corretamente as potências consumidas por um forno a arco, podendo ser utilizadas como base para compensação e tarifação dos distúrbios de qualidade causados pelo uso deste tipo de carga.

REFERÊNCIAS

1 Steel scrap: A world-traded commodity. World Steel Association, Bélgica, junho 2013. Disponível em:< https://www.worldsteel.org/media-centre/Steel-news/Steel-scrap--A-world-traded-commodity.html> Acesso em: 25 set. 2015

2 DECKMANN, Sigmar Maurer; POMILIO, José Antenor. **Avaliação da Qualidade da Energia Elétrica.** São Paulo: UNICAMP/FEEC/DSCE, 2010.

3 SOARES JÚNIOR,Dirceu. **Análise de Filtros Híbridos aplicados a um forno Elétrico a arco**. 2011. 152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Centro Tecnólogo, Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo, 2011.

4 JANG, Gilsoo; WANG, Weiguo; HEYDT, G. T; VENKATA, S. S; LEE, Byongjun. Development of Enhanced Electric Arc Furnace Models for Transient Analysis. **Electric Power**

5 CANDIDO, Marcos. Análise do forno Eletrico a Arco como uma carga Especial.cap. 2.

6 SANT'ANA, Wilson Cesar .Implementação de um compensador ativo série para sistemas de distribuição. 2004. 188f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais,2004.

7 TEIXEIRA, Douglas Ângelo. Análise das distorções Harmônicas-Estudo de caso de um sistema Industrial.[Belo Horizonte]: PPGEE – UFMG,2009.

8 IEEE. **Std 1459-2000**: "IEEE Trial-Use Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under sinusoidal, Non Sinusoidal, Balanced or Unbalanced Conditions". Nova Iorque, 2010.

9 JANG, Gilsoo; WANG, Weiguo; HEYDT, G. T; VENKATA, S. S; LEE, Byongjun. Development of Enhanced Electric Arc Furnace Models for Transient Analysis. **Electric Power Components and Systems**, v. 29, nov. 2010.

10 FERREIRA, Sílvia Costa; GONZATTI, Robson Baulez; SILVA, Carlos Henrique; SILVA, Luiz Eduardo Borges da; PEREIRA, Rondineli Rodrigues; LAMBERT-TORRES, Germano. Adaptive Real-time Power Measurement Based on IEEE Standard 1459-2010. Electric Power Components and Systems. v. 43, p. 1307-1317, 201.

11 NAKASHIMA, Kazuo. Valor Médio e Eficaz. Itajubá: UNIFEI, 2013.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA NO PERCOLADO DO SOLO APÓS A APLICAÇÃO DE EFLUENTES DA BOVINOCULTURA

FLÁVIA A. FRANÇA[1], FRANCISCO O. P. TEIXEIRA[2], RONALDO FIA[3], CAMILA F. M. CHAVES[4], THAIS D. MANSO[5]

[1]Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, flaviafranca88@gmail.com
[2] Engenheiro Agrícola, Mestrando em Ciências Florestais, UFLA, ftambiental@gmail.com
[3] Engenheiro Agrícola e Ambiental, Doutor em Engenharia Agrícola, UFLA, ronaldofia@deg.ufla.br
[4]Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, cfmchaves@hotmail.com
5Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, tmanso@engambiental.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo determinar as concentrações de matéria orgânica no percolado, em diferentes profundidades do solo, proveniente da aplicação de águas residuárias da bovinocultura (ARB). O experimento foi conduzido na Chácara Santo Antônio, em Brazópolis-MG. A cada três dias, foi aplicada uma lâmina de 150 mm de ARB em um terraço construído em nível com base de 1 m de largura, cultivado com *Brachiaria*. Os amostradores de percolado foram constituídos por tubos de PVC de 0,100 m de diâmetro, com tampões da base, para coleta do percolado, e instalados em diferentes profundidades: 0,20 m, 0,40 m, 0,60 m e 0,80 m. Os tubos foram perfurados em uma extensão de 0,20 m ao longo do comprimento, dependendo da profundidade de instalação. Os amostradores foram instalados distanciados de 1 m da base do terraço, e 3 m entre si. O amostrador controle foi instalado em posição à montante do terraço. A coleta de amostras aconteceu entre os meses de outubro de 2014 e abril de 2015, em intervalos não regulares, pois dependia da incidência das chuvas na região. Os valores de pH e CE variaram de 5,2 a 7,0, e de 0,15 a 0,8 dS m^{-1}, sem apresentar tendência de aumento ou diminuição em função da profundidade. Os valores de demanda química de oxigênio (DQO) variaram ao longo do tempo de monitoramento e da profundidade de coleta de percolado no solo. O controle apresentou o menor valor (120 mg L^{-1}), enquanto as concentrações nos demais pontos variaram entre 150 e 240 mg L^{-1} de DQO.

PALAVRAS–CHAVE: disposição no solo, reúso agrícola, DQO.

ORGANIC MATTER ASSESSMENT IN SOIL PERCOLATED AFTER CATTLE WASTEWATER APPLICATION

ABSTRACT: This study aimed to determine the concentrations of organic matter in leached in different depths of soil under application of cattle wastewater (ARB). The experiment was conducted in Chácara Santo Antônio, in Brazópolis-MG. Every three days, a depth of 150 mm of ARB was applied on a terrace built in level on the basis of 1 m wide, cultivated with *Brachiaria*. Samplers percolate were made of PVC pipe 0.100 m in diameter, with caps of the base, to collect the percolate, and installed at different depths: 0.20 m, 0.40 m, 0.60 m and 0.80 m. The tubes were drilled in a length of 0.20 m along the length, depending on the installation depth. The samplers were installed apart of 1 m from the base of the terrace, and 3

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

m away from each other. The sampler control was installed in a position upstream of the terrace. The sampling took place between the months of October 2014 and April 2015, at irregular intervals, it depended on the incidence of rainfall. pH and EC values ranged from 5.2 to 7.0 and 0.15 to 0.8 dS m^{-1}, without showing a tendency of increase or decrease as a function of depth. The values of chemical oxygen demand (COD) varied over time tracking and depth collection percolate in soil. The control had the lowest value (120 mg L^{-1}), while in other points concentrations ranged between 150 and 240 mg L^{-1} of COD.

KEYWORDS: soil application, agricultural reuse, COD.

INTRODUÇÃO

Atividades agroindustriais, na maioria das vezes, geram grandes volumes de águas residuárias e têm se tornado uma preocupação ambiental, por poderem provocar, caso não haja o tratamento correto, a contaminação de solos, do ar, de águas superficiais e subterrâneas, bem como problemas estéticos e de odores indesejáveis.

Em se tratando de águas residuárias agroindustriais, mesmos após passar pelos sistemas de tratamento convencionais, como reatores anaeróbios e lagoas de estabilização, as concentrações efluentes de matéria orgânica são relativamente elevadas e, geralmente, não atendem à legislação ambiental quanto à disposição em cursos de água. Em relação à remoção de nutrientes (N e P) os sistemas são ainda mais limitados, e as concentrações efluentes destes sistemas são elevadas (MITTAL et al., 2006; KUNZ et al., 2009; VIVAN et al., 2010; FIA et al., 2010a; FIA et al., 2010b; MATOS et al., 2012).

Assim, na prática, os tratamentos utilizados em unidades agroindustriais, quando existentes, não permitem que os efluentes atendam aos padrões de lançamento em corpos d'água (MINAS GERAIS, 2008). Desta forma, uma opção segura, desde que feita adequadamente, é a disposição de efluentes no solo. Embora seja mais comum dispor os esgotos nos corpos d'água, quando há disposição de efluentes no solo, dependendo da carga orgânica lançada, o ambiente tem condições de receber e decompor os compostos em subprodutos que não causam danos ao ecossistema local e circunvizinho (CORAUCCI FILHO et al, 1999). A disposição de águas residuárias agroindustriais no solo é uma técnica interessante, principalmente em condições de clima tropical e com disponibilidade de áreas, como é o caso do Brasil (ERTHAL et al., 2010).

A ação do solo como depurador de águas residuárias se dá pela combinação de mecanismos físicos, químicos e biológicos, sendo decorrente da interceptação dos sólidos em suspensão, remoção de nutrientes por adsorção à matriz do solo ou adsorção pelas plantas, além da oxidação do material orgânico, promovido principalmente por bactérias (METCALF; EDDY, 2003).

Apesar de inúmeras vantagens, a disposição de efluentes no solo traz riscos para o ambiente. Gomes et al. (2004) verificaram a lixiviação de nitrato em colunas de solo argilosos e arenosos com 0,50 m de profundidade ao aplicarem efluentes de abatedouro. Luo et al. (2004) aplicaram efluente de abatedouro em lisímetros (0,19 m de diâmetro e 0,6 m de comprimento) a uma taxa de 600 kg ha^{-1} ano^{-1} de nitrogênio. Após dois anos de aplicação foi verificado que as plantas de azevém (*Lolium perenne* L.) tiveram aumento de produtividade e

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

absorveram maiores quantidade de N e P. O percolado das colunas de solo apresentou concentrações inferiores a 1 mg L^{-1} de nitrato e fósforo.

No Brasil, a prática do reúso na irrigação agrícola é ainda nova e alguns entraves legislativos e técnicos têm limitado sua expansão, tais como a falta de legislação apropriada para o reúso de diferentes tipos de efluentes agroindustriais, e a falta de estudos que subsidiem a construção de legislação que regulamente o uso de efluentes agroindustriais na agricultura

Atualmente, tem sido pautada, como forma de determinação da quantidade aplicada, a capacidade extratora da planta, sem levar em consideração as características do solo e a utilização deste como reator de tratamento. Este fato reduz as lâminas a serem aplicadas e aumenta a área para aplicação desses resíduos, inviabilizando, muitas vezes, a disposição de efluentes no solo. Outra forma relatada na literatura é a aplicação de volumes de efluentes por hectare, como se os efluentes apresentassem as mesmas características físico-químicas. Diante disso, torna-se necessária maior exploração do tema por meio de pesquisas para consolidar as poucas informações disponíveis na literatura.

Este trabalho tem como objetivo geral determinar as concentrações de matéria orgânica na forma de demanda química de oxigênio e de sais totais por meio da condutividade elétrica do percolado em diferentes profundidades do solo proveniente da aplicação de águas residuárias da bovinocultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido na Chácara Santo Antônio, em Brazópolis, Minas Gerais, latitude 22°27'S, longitude 45°36'W, altitude média de 868 m e clima Cwa, segundo a classificação de Köppen (Figura 1).

Atualmente a água residuária de bovinocultura (ARB) gerada na propriedade é armazenada em tanques impermeabilizados com capacidade de armazenamento de 8,0 m^3, com caracterização média apresentada na Tabela 1. A cada três dias, foi aplicada uma lâmina de 150 mm de ARB em cada um dos dois terraços existentes na propriedade. Os terraços são construídos em nível com base de aproximadamente 1 m de largura, em área cultivada com gramíneas do gênero *Brachiaria*. Na disposição da ARB é utilizando o processo de infiltração-percolação (Figura 1) (CORAUCCI FILHO et al., 1999).

Tabela 1 - Valores médios das variáveis avaliadas na água residuária da bovinocultura aplicada nos terraços.

Variáveis	pH	CE	DQO	NTK	CT	CTer
ARB	6,8	2,43	4.347	142	$1x10^{12}$	$1x10^{11}$

ARB - água residuária da bovinocultura, pH – potencial hidrogeniônico, CE – condutividade elétrica (dS m^{-1}), DQO – demanda química de oxigênio (mg L^{-1}), NTK – Nitrogênio Total Kjeldahl (mg L^{-1}), CT – coliformes totais (NMP 100 L^{-1}), CTer – coliformes termotolerantes (NMP 100 L^{-1}).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

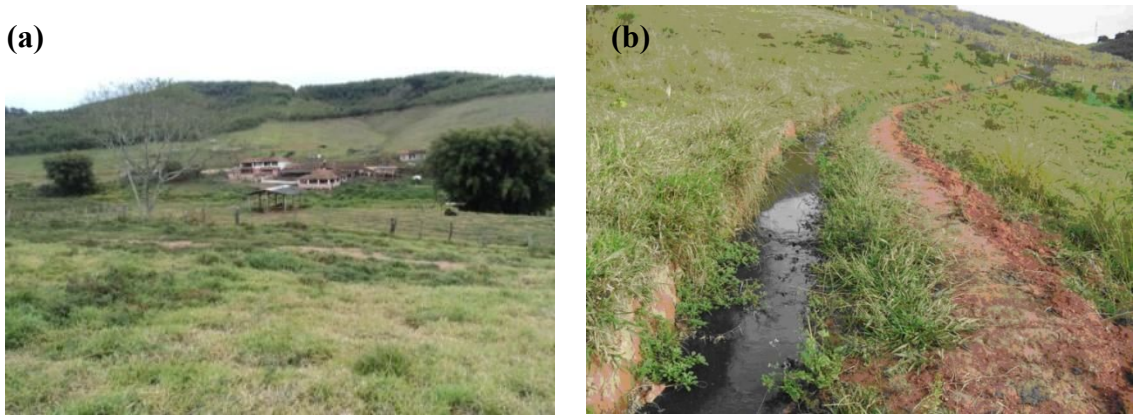


Figura 1. (a) Vista geral da Chácara Santo Antonio, em Brazópolis-MG; e (b) vista geral de um dos terraços utilizados para disposição da água residuária da bovinocultura em pastagem degradada na Chácara Santo Antônio.

Procedimento experimental

As amostras do percolado foram coletadas em diferentes profundidades por meio da instalação de amostradores. Os amostradores foram constituídos por tubos de PVC de 0,100 m de diâmetro, com tampões da base, para coleta do percolado, e no topo para evitar a entrada de materiais que pudessem contaminar as amostras. Foram instalados, no mês de setembro de 2014, em diferentes profundidades: 0,20 m, 0,40 m, 0,60 m e 0,80 m. Os tubos foram perfurados em uma extensão de 0,20 m ao longo do comprimento e dependendo da profundidade de instalação (Figura 2a).

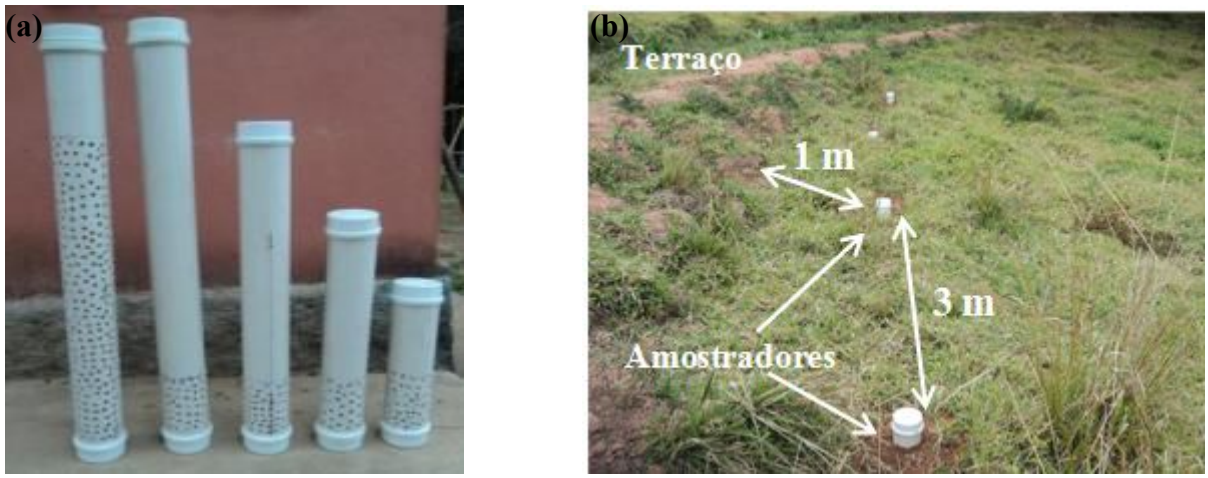


Figura 2 - (a) Da esquerda para direita: amostrador controle instalado a 0,80 m de profundidade, e amostradores instalados a 0,80 m, 0,60 m, 0,40 m, 0,20 m de profundidade; (b) local de instalação dos amostradores de percolado.

Os amostradores foram instalados distanciados de 1 m da base do terraço, e 3 m entre si, para evitar qualquer tipo de interferência. O amostrador controle foi instalado em posição à montante do terraço, onde não há aplicação da ARB, para evitar contribuição de percolado proveniente da ARB para este amostrador (Figura 2b).

Para instalação dos amostradores, o solo foi escavado dependendo da profundidade de instalação (de 0,20 a 0,80 m). Os amostradores foram cobertos com tela plástica, tipo

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

sombrite (Figura 3), para reduzir o carreamento de solo para dentro dos amostradores. Entre o solo e os amostradores foi inserido uma camada de areia para facilitar o processo de drenagem da água do solo para o amostrador. Na parte superior dos amostradores, primeiros 0,15 m de solo, foi inserida uma camada de argila compactada, para reduzir o caminho preferencial da água quando em escoamento superficial no solo



Figura 3 - Procedimento de instalação dos amostradores: trincheira escavada no solo e colocação de areia ao redor do amostrador na parte inferior da trincheira; e envolvimento do amostrador com material tipo sombrite.

Análises laboratoriais

A coleta de amostras aconteceu entre os meses de outubro de 2014 e abril de 2015, em intervalos não regulares, pois a geração de amostras dependia também da incidência das chuvas na região. Além disso, mesmo com a ocorrência de chuvas, havia a necessidade que esta fosse o suficiente para que contribuísse com a percolação até as camadas mais profundas do solo.

O líquido percolado nos tubos teve sua qualidade avaliada sempre que foi encontrado volume suficiente de amostra nos coletores para a realização das análises.

As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Água e de Análise de Águas Residuárias do Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária do Departamento de Engenharia da UFLA e compreenderam: pH, condutividade elétrica (CE), por potenciometria, DQO, pelo método do refluxo fechado (APHA et al., 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Potencial hidrogeniônico e Condutividade Elétrica

Os despejos com valores de pH entre 6,5 e 9 geralmente têm boa aceitação para aplicação no terreno. Caso possua valor fora dessa faixa, é indicado realizar correção no efluente, sendo que o pH ótimo para o solo receber o despejo está compreendido na faixa entre 6 e 7. Assim, o pH no interior do solo não sofrerá flutuações consideráveis.

Os valores de pH e condutividade elétrica (CE) encontrados para as diferentes profundidades do perfil do solo e a coletas em que foi determinada a variável estão representados pela Tabela 2.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 2 - Valores de pH e condutividade elétrica (CE) observados no percolado em diferentes profundidades de solo no período de monitoramento após recebimento de águas residuárias da bovinocultura.

Data	pH					CE (dS m^{-1})				
	Test.	20	40	60	80	Test.	20	40	60	80
		cm					cm			
30/10/2014	7,1	6,5	6,1	6,5	6,9	0,33	0,11	0,10	0,26	0,41
13/12/2014	7,0	6,4	6,7	6,9	6,8	0,25	0,22	0,20	0,32	0,53
15/01/2015	6,1	6,3	6,6	6,3	6,4	0,14	0,16	0,25	0,10	0,26
11/02/2015	7,4	6,8	5,1	6,1	6,7	0,03	0,06	1,08	0,26	0,16
24/03/2015	7,2	6,2	3,4	6,4	6,6	0,05	0,18	1,38	0,18	0,34
23/04/2015	7,1	6,4	3,2	6,8	7,4	0,11	0,85	1,82	0,17	0,40
Média	7,0	6,4	5,2	6,5	6,8	0,15	0,26	0,80	0,22	0,35

Percebe-se maior variação dos valores de pH com o aumento das chuvas ocorrida no mês de janeiro em diante. Na profundidade de 40 cm houve forte variação do pH, com redução acentuada dos valores. Provavelmente, algum caminho preferencial neste ponto tenha conduzido maiores quantidades de água residuárias para o ponto de coleta. Sabe-se que a degradação da matéria orgânica gera ácidos orgânicos que tendem a reduzir o pH do meio. O caminho preferencial também pode ser confirmado pela elevação dos valores de CE na profundidade de 40 cm. A CE é influenciada pelos sais dissolvidos no meio líquido. Assim, o arraste de matéria orgânica e de nutrientes pode ter elevado os valores de CE neste ponto.

O ponto testemunha apresentou o menor valor médio de CE, provavelmente pela menor contribuição de sais para aquele ponto.

Matéria orgânica (demanda química de oxigênio)

Os valores de demanda química de oxigênio (DQO) variaram ao longo do tempo de monitoramento e da profundidade de coleta de percolado no solo (Tabela 3). Verificou-se que na maioria das coletas as menores concentrações de DQO foram observadas no ponto de coleta localizado à montante do terraço de lançamento dos efluentes (testemunha). Evidenciando que os maiores valores de DQO observados nos pontos à jusante do terraço foram provenientes da água residuária da bovinocultura lançada no terraço, seja por infiltração e percolação, seja por escoamento superficial.

Tabela 3 - Valores de demanda química de oxigênio (DQO) para as amostras de percolado coletadas em diferentes profundidades de solo no período de monitoramento.

Data	**Testemunha**	**20 cm**	**40 cm**	**60 cm**	**80 cm**
30/10/2014	120	191	191	150	240
13/12/2014	100	171	156	154	272
15/01/2015	167	290	137	134	158
11/02/2015	139	133	234	99	205
24/03/2015	88	129	204	96	278
23/04/2015	105	231	224	266	287
média	120	191	191	150	240

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

No ponto testemunha, o maior valor de DQO observado no dia 15/01/2015, foi provavelmente ocasionado pelo escoamento superficial, tendo em vista que a área é de pastagem extensiva e que os animais defecam de forma difusa no campo.

As maiores concentrações de DQO verificadas em todos os pontos amostrais na última coleta, exceto no testemunha, podem estar relacionadas ao acúmulo de matéria orgânica no coletor ao longo do tempo.

A matéria orgânica apresenta importância na estrutura dos solos, com influência na velocidade de infiltração da água, e sua degradação gera ácidos orgânicos que tendem a reduzir o pH do meio, como observado na profundidade de 40 cm. A partir deste ponto, em que houve caminho preferencial de escoamento, é esperado encontrar menor teor de matéria orgânica. Entretanto, na maior profundidade (80 cm) foi encontrada a maior quantidade de matéria orgânica, indicado que pode ter ocorrido lixiviação de substancias húmicas, que são mais difíceis de serem decompostas (MORETTI et al., 2013).

Brito et al. (2007) verificaram concentração de DQO entre 100 e 130 mg L^{-1}, no percolado de colunas de solo (argissolo) com um metro de altura após aplicação de doses de vinhaça equivalentes a 350 e a 750 m^3 ha^{-1}. Nas colunas testemunhas o valor observado foi de 20 mg L^{-1} de DQO no percolado.

Resultados obtidos por Ceretta et al. (2003), trabalhando com aplicações de dejetos líquidos em pastagens, e por Cabral et al (2011) que aplicaram dejetos suínos em capim elefante, não constataram aumento no teor de carbono orgânico no solo em diferentes profundidades, com exceção dos 0-5 cm.

Em suma, o sistema solo- planta-microrganismo pode estabilizar os esgotos e, além de proteger os corpos de água à jusante, pode fornecer nutrientes à plantas. Pode ser considerado, ao mesmo tempo, como tratamento e como reúso, o que inclusive surge como solução para os atuais problemas relacionados com a agricultura, irrigação e escassez de água.

CONCLUSÕES

É nítida a necessidade de aplicação de tecnologia adequada à realidade do saneamento no Brasil, e que possibilite o enfrentamento da questão. Não há um tratamento que possa ser indicado como o melhor para quaisquer condições, mas obtém-se uma alta relação custo-benefício quando se escolhe um sistema que se adapte às condições locais e objetivos de cada caso.

O sistema do trabalho em questão é considerado uma boa alternativa para o tratamento de águas residuárias, pois apresenta eficácia na remoção de matéria orgânica e baixo custo de operação. Entretanto, recomenda-se o monitoramento das águas subterrâneas nas áreas de aplicação dos efluentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG o financiamento do projeto, e juntamente com o CNPq as bolsas de iniciação científica concedidas.

REFERÊNCIAS

APHA - American Public Health Association; AWWA - American Water Works Association; WEF - Water Environment Federation. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th. ed. Washington. D.C.: APHA/AWWA/WEF, 2005, [s.n.].

BRITO, F.L.; ROLIM, M.M.; SILVA, J.A.A.; PEDROSA, E.M.R. Qualidade do percolado de solos que receberam vinhaça em diferentes doses e tempo de incubação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, n.3, p.318-323, 2007.

CABRAL, J. R.; FREITAS, P.S.L.; REZENDE, R.; MUNIZ, A.S.; BERTONHA, A. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2011, v.15, n.8, p.823-831.

CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; VIEIRA, F. C. B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.729-735, 2003.

CORAUCCI FILHO, B.; CHERNICHARO, C.A.L.; ANDRADE NETO, C.O.; NOUR, E.A.; ANDREOLI, F.D. N.; SOUZA, H.N.; MONTEGGIA, L.O.; VON SPERLING, M.; LUCAS FILHO, M.; AISSE, M.M.; FIGUEIREDO, R.F.; STEFANUTTI, R. Tecnologia do tratamento de águas residuárias no solo: infiltração rápida, irrigação e escoamento superficial. In: **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p.357-407.

ERTHAL, V. J. T. et al. Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.467-477, 2010.

FIA, R.; MATOS, A. T.; MATOS, M. P.; ABREU, E. C.; FIA, F. R. L. Tratamento das águas do processamento dos frutos do cafeeiro em filtro anaeróbio seguido por sistema alagado construído: I - remoção de matéria orgânica. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.6, p.1.191-1.202, 2010a.

FIA, R.; MATOS, A. T.; LAMBERT, T.F.; FIA, F. R. L.; MATOS, M. P. Tratamento das águas do processamento dos frutos do cafeeiro em filtro anaeróbio seguido por sistema alagado construído: II - remoção de nutrientes e compostos fenólicos. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.6, p.1.203-1.213, 2010b.

GOMES, E.R.S.; SAMPAIO, S.C.; CORRÊA, M.M.; VILAS BOAS, M.A.; ALVES, L.F.A.; SOBRINHO, T.A. Movimento de nitrato proveniente de água residuária em colunas de solos. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.3, p.557-568, 2004.

KUNZ, A.; MIELE, M.; STEINMETZ, R. L. R. Advanced swine manure treatment end utilization in Brazil. **Bioresource Technology**, v.100, n.22, p.5485-5489, 2009.

LUO, J.; LINDSEY, S.; XUE, J. Irrigation of meat processing wastewater onto land. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.103, p.123–148, 2004.

MATOS, A.T.; ABRAHÃO, S.S.; LO MONACO, P.A.V. Eficiência de sistemas alagados construídos na remoção de poluentes de águas residuárias de indústria de laticínios. **Engenharia Agrícola**, v.32, n.6, p.1144-1155, 2012.

METCALF & EDDY, Inc. **Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse**. 3rd. Ed. New York: McGraw-Hill, 1819p. 2003.

MINAS GERAIS. COPAM - Conselho de Política Ambiental; CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos - Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Belo Horizonte: Diário do Executivo – "Minas Gerais" – 13/05/2008.

MITTAL, G.S. Treatment of wastewater from abattoirs before land application - a review. **Bioresource Technology**, v.97, p.1119-1135, 2006.

MORETTI, S. M. L.; BERTONCINI, E.I.; ABREU-JUNIOR, C.H. Aplicação do método de mineralização de nitrogênio com lixiviação para solo tratado com lodo de esgoto e composto orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.622-631, 2013.

VIVAN, M.; KUNZ, A.; STOLBERG, J.; PERDOMO, C.; TECHIO, V.H. Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.3, p.320–325, 2010.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTROLE DE VERSÕES DE ARQUIVOS

RAYANE PROCOPIO ARTHUR[1], ISAIAS LIMA AFFONSO[2], DIEGO NICACIO VIANA[3], SUSANA BRUNORO COSTA DE OLIVEIRA[4]

[1,2,3] Graduandos do curso superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Ifes Campus de Alegre, (28) 3552-8131, rayaneprocopio@hotmail.com, isaiasaffonso@hotmail.com, diegonicacio@live.com
[4] Doutora, Ifes Campus de Alegre, (28) 3552-8131 r. 208, sbrunoro@ifes.edu.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A constante evolução do mundo fez com que o homem, usando sua inteligência, criasse métodos para que auxiliassem na organização e facilitasse a gerência provocando o aumento da eficiência, eficácia e qualidade dos produtos do mercado. Mais do que um produto com a melhor matéria-prima, o cliente passou a exigir um produto de qualidade, em um orçamento, cronograma e com todos os requisitos por ele solicitado. Dentro de ambientes de desenvolvimento, é comum que diferentes programadores manipulem um determinado arquivo ao mesmo tempo. O controle de versão é justamente para auxiliar o fluxo em que são realizadas essas alterações, para que não ocorra o extravio de dados. Com base nisso, desenvolve-se o presente trabalho sobre Gestão de Versões e as ferramentas Case utilizadas para avaliação, que contemplará como é feito o gerenciamento de versões de arquivos, seus comandos e uma avaliação das ferramentas que auxiliam neste meio e a comparação de suas funcionalidades. Para a realização do trabalho foram usadas três ferramentas, WinCVS, TortoiseCVS e Subversion tendo como finalidade avaliar as funcionalidades e apresentar resultados que auxiliem na escolha.
PALAVRAS–CHAVE: Gestão de versões, Análise de software, Ferramentas Case.

EVALUATION OF FILE VERSIONS CONTROL SYSTEMS

ABSTRACT: The evolution of the world has made men, using their intelligence, to create methods to help the organization and management leading to increased efficiency, effectiveness and quality of products from the market. Client began to demand a quality product, on a provided budget and schedule, and with requirements requested. Quality assurance of a product depends often the definition of procedures, processes and quality standards to support its creation. During the development of a software requirements change, different developers manipulate the same file simultaneously and different versions are deployed, so the file version control (VC) is required. The CV is the set of procedures within the Software Engineering, responsible for managing the changes made in the artifacts produced by the team and the consequent guarantee of delivery of the final product quality. There is a variety of CASE tools to support CV, so, the present work on CV and CASE tools used for assessment was developed, which will include how is the management of versions of files, the commands and evaluation of tools that assist in this environment and comparison of their features. To conduct the study three tools were used: WinCVS, TortoiseCVS and

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Subversion, with the objective of assessing the functionality and deliver results that help project managers in the choice of tools.
KEY-WORDS: Version Management, Software Analysis, Case Tools.

INTRODUÇÃO

A constante evolução do mundo, fez com que o homem, usando de sua inteligência, criasse métodos que auxiliassem na organização e facilitasse a gerência, aumentando a eficiência, eficácia e qualidade de qualquer produto do mercado. Mais do que um produto com a melhor matéria-prima, o cliente passou a exigir um produto de qualidade, em um orçamento, cronograma e com todos os requisitos por ele solicitados. Muitas foram as ferramentas criadas, e com o passar do tempo, aperfeiçoadas. O *software* foi uma dessas ferramentas, ele tem como objetivo otimizar as atividades. Porem, mesmo atendendo à expectativa do cliente, surgiu a necessidade de gerenciar os softwares existentes, em todas as fases, desde os levantamentos dos requisitos do sistema, até depois de ser entregue pelo cliente. Esse controle é de responsabilidade da engenharia de software, que acompanha todas as fases do desenvolvimento do *software*. Para que ela realiza esse controle, faz-se necessário o uso de ferramentas com ajuda do computador, denominadas ferramentas CASE.

O objetivo deste trabalho é apresentar o resultado, das comparações entre ferramentas CASE de auxílio ao gerenciamento de versões, apontando seus pontos fortes e fracos. Serão avaliadas três ferramentas: Subversion, WinCVS e TortoiseCVS.

Para melhor entender o funcionamento das ferramentas, faz-se necessário o conhecimento de alguns princípios da engenharia de Software. De acordo com Rezende (2005, p. 1) engenharia "é a arte de construções com base no conhecimento científico e empírico. Arte adequada ao atendimento das necessidades humanas. O conhecimento empírico está relacionado às experiências práticas. Sistema é "um conjunto de partes que interagem entre si, visando um objetivo comum. Em informática é um conjunto de software, hardware e recursos humanos. Ainda com os conceitos do referido autor software é um "subsistema computacional. São os programas de computadores." Partindo do pressuposto dos termos anteriores, conforme Rezende(2005, p.2) engenharia de software: "é metodologia de desenvolvimento e manutenção de sistemas modulares, com as seguintes características: processo(roteiro) dinâmico, integrado e inteligente de soluções tecnológicas; adequação aos requisitos funcionais do negócio do cliente e seus respectivos procedimentos pertinentes; efetivação de padrões de qualidade, produtividade e efetividade em suas atividades e produtos; fundamentação na tecnologia da informação disponível, viável, oportuna e personalizada; planejamento e gestão de atividade, recursos, custos e datas." Para o Sommerville (2011, p.5) Engenharia de Software é "uma disciplina de engenharia cujo foco está em todos os aspectos da produção de software, desde os estágios iniciais da especificação do sistema até suma manutenção, quando o sistema já está sendo usado."

O desenvolvimento de um software deve ocorrer dentro de orçamento, cronograma e exigências do usuário. A partir desses requisitos a serem atendidos, o conceito de engenharia de software começa a ser aplicado. Todo projeto de desenvolvimento de software deve ser gerenciado. Gerência de projetos deve atender às restrições no custo e no organograma, gerenciamento de qualidade, como o próprio nome sugere, deve garantir a melhor qualidade do software, e gerenciamento de configurações deve gerenciar a evolução e alterações do

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

software. O gerenciamento de configuração realiza quatro atividades: gerenciamento de mudanças que decide quando e se as mudanças devem ser implementadas, gerenciamento de versões deve acompanhar as novas versões geradas com as mudanças, construção do sistema é responsável pelos componentes do programa e gerenciamento de releases acompanham as versões que foram liberadas para o cliente (SOMMERVILLE, 2011).

Em todas as fases do sistema pode ocorrer alteração e a cada alteração, uma nova versão é gerada e necessita ser gerenciada. De acordo com Sommerville (2011, p. 481) gerenciamento de versões "é o processo de acompanhamento de diferentes versões de componentes de software ou itens de configuração e os sistemas em que esses componentes são usados. Ela também envolve a garantia de que mudanças feitas por diferentes desenvolvedores para essas versões não interferem umas nas outras." Para esse gerenciamento, existem ferramentas que controlam as diferentes versões dos componentes.

Sommerville (2011) define Subversion como "uma ferramenta de linha de comando, mas é normalmente usada através de clientes que oferecem interface de usuário, como tortoise, integrado com Windows Explorer , e subclipse, integrada com o eclipse." Tortoise é um software livre, trabalha com arquivos no windows explorer com controle de versão CVS é também uma ferramente de interface. WinCVS também é uma ferramenta de interface. Seu uso começa copiando um projeto a partir do repositório, para um diretório local, realizar alguma alteração de um arquivo e então enviar para o repositório o arquivo com a nova versão. Antes de substituir a versão antiga pela atual, é necessário que o usuário use o comando update para garantir que está na versão correta.

A sigla CASE, significa *Computer-Aided Software Engineering*, em português Engenharia de Software auxiliada por computador. Pode-se conceituar ferramentas CASE como: "um produto computacional que suporta uma ou mais atividades do processo de software. A introdução dessas ferramentas visa melhorar a qualidade do software e aumentar a produtividade do seu processo de produção." (ROBERT, 2006, p.12). As ferramentas CASE, possuem um papel importante no desenvolvimento de um software, pois é através do seu conjunto que a engenharia realiza suas atividades automatizando o processo de desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta é uma pesquisa descritiva, pois houve uma pesquisa do objeto da pesquisa. Essa pesquisa tem como objetivo apresentar os resultados das comparações realizadas entre as ferramentas. O trabalho foi realizado em quatro etapas: Pesquisa: Leitura de livros, artigos sobre as ferramentas e controle de versão; Instalação: Download e instalação das ferramentas; Testes: Verificou-se qual era a melhor ferramenta de utilizar; e Análise: Comparações das ferramentas.

Desse grupo de ferramentas, esperam-se algumas características básicas a fim de suprir necessidades específicas, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1. Características esperadas das ferramentas de Gerência de Configuração

Característica	Descrição
Suporte a configurações	Identificação de distintas versões de arquivos que compõem

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

	uma distribuição e recuperação da mesma. Devem ser analisados os aspectos de rastreabilidade que tornam possível o estabelecimento de relações entre distintos itens de configuração e seus históricos de modificações.
Controle de permissões	Atribuir permissões individuais para os membros da equipe de desenvolvimento aos diversos itens de configuração. Os níveis de permissão podem ser de gravação, leitura ou sem acesso.
Controle de arquivos em diversos formatos	As ferramentas não podem se restringir a controle de arquivos em formato Ascii, mas devem prover controle também em formatos Unicode e binário
Suporte a desenvolvimento remoto	Deve suportar projetos com diversos sites de acesso remoto, realidade que se faz presente no trabalho de equipes que se distribuem em diferentes áreas geográficas, em que cada membro realiza uma atividade, e a integração do trabalho do grupo é feita continuamente.
Controle das mudanças	Prover informações sobre quais itens estão em alteração por algum membro da equipe. Para cada alteração deve ser permitido associar informações sobre data, hora e responsável pela alteração, bem como permitir que se descreva textualmente um resumo sobre a alteração realizada.
Portabilidade	Deve suportar a integração de itens de configuração oriundos de clientes com ambientes operacionais distintos

Para realizar a comparação entre as ferramentas, foram usadas três ferramentas: WinCVS, TortoiseCVS e Subversion . Os critérios adotados para a escolhas das ferramentas foram a gratuidade, facilidade de acesso e principalmente por ser uma das ferramentas case, esta que faz parte da engenharia de software.Por serem ferramentas livres, são mais acessadas, principalmente no ambiente escolar, que geralmente usam software que não possuem custo. Com o intuito de que o máximo tenham acesso aos resultados desta pesquisa, ambiente acadêmico é o público-alvo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da pesquisa e das comparações das ferramentas, teve os seguintes resultados: Subversion, funciona como servidor, para realizar a gerência das alterações do arquivo permitido que o usuário recupere versões antigas, ele permite que muitos usuários trabalhem no mesmo arquivo simultaneamente armazenando as alterações. TortoiceCVS e Win CVS são ferramentas gráficas que funcionam como cliente, envia as solicitações e alterações para o servidor. Sua função é ser o intermediador entre o servidor e o cliente..

CONCLUSÕES

Controle de versão faz parte das práticas das melhorias do processo de desenvolvimento do software. Todos querem que qualquer atividade se realize o quanto antes, o controle de versão agiliza esse processo, pois sua função é permitir que muitos usuários trabalhem

simultaneamente, e garantir que as alterações foram salvas para consultas futuras. Para realizar suas funções, o controle de versões conta com ferramentas. Subversion, tortoiceCVS e WinCS são alguns exemplos.

O resultado obtido foi que, o controle de versão possui um repositório, que é onde todas as alterações são armazenadas e uma área de trabalho que contem as cópias dos trabalhos, onde o usuário faz suas alterações. Esse repositório é a ferramenta subversion que funciona como servidor, para enviar as versões para esse servidor, usa-se as ferramentas tortoiceCVS e WinCVS que funcionam como cliente.

Ao comparar essas duas ferramentas, verificou-se que o WinCVS é mais poderoso que o TortoiceCVS, entretanto suas aplicações são mais complexas de serem utilizadas. Outro resultado obtido foi que para garantir bons resultados na utilização das ferramentas CASE, elas precisam trabalhar interligadas e não individualmente. Nessa pesquisa por exemplo, a estrutura cliente-servidor, as ferramentas dependem uma da outra. O cliente Tortoice ou o WinCVS envia uma solicitação para o servidor subversion que devolve com uma resposta. Ou seja, um depende da função do outro para cocluir alguma tarefa

REFERÊNCIAS

COELHO, Francis Hooliver Moura de Souza. PROCESSO DE GERÊNCIA DE CONFIGURAÇÃO DE SOFTWARE. 2007. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Computação, Universidade São Francisco, Itatiba - São Paulo - Brasil, 2007

SOMMERVILLE, Ian.Engenharia de Software. 9ª ed. São Paulo: Editora Pearson, 2011.

PÁDUA, Filho de P.F. Engenharia de Software. 3ª ed. São Paulo: Editora LTC, 2009.

HOLIVER, Francis de SILVA, Sandra Regina Quadros Moraes da. Controle de versões - um apoio à edição colaborativa na Web. 2005. 89 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências de Computação e Matemática Computacional, Usp, Usp - São Carlos, 2005.

REZENDE , Denis Alcide. Engenharia de Software e Sistemas de Informação. 3ed. Rio de Janeiro: Editora Brasport, 2005.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DE UM MECANISMO FLUTUANTE PARA COLHEITA DE PLANTAS DE FEIJÃO (Phaseolus vulgaris L.)

CARLOS EDUARDO SILVA VOLPATO[1]

[1] Professor Doutor, Departamento de Engenharia Universidade Federal de Lavras volpato@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O feijoeiro comum (Phaseolus vulgaris L.) constitui importante e tradicional fonte de alimentação do brasileiro. Porem, da área plantada no Brasil, 3.100.000 de hectares, somente uma pequena parte de aproximadamente 200.000 hectares, é realizada a colheita inteiramente mecânica e o restante ainda é arrancado manualmente e em seguida a separação dos grãos da planta é feita mecanicamente. Há uma falta de máquinas desenvolvidas para a cultura do feijão, e bem como faltam variedades adaptadas para a colheita mecânica, por isso ocorre perdas de grãos de até 30%, onde estes percentuais podem ser reduzido para índices de até 1%. Buscando a solução desses problemas foi projetado e construído um protótipo de uma ponteira flutuante para elevação e ceifamento de plantas de feijoeiros, a qual nos testes apresentou um baixo índice de perdas de grãos, vindo de encontro as necessidades anteriormente descritas. Este trabalho desenvolveu um protótipo de uma máquina que eleva as plantas de feijoeiros e as corta rente ao solo. Sendo que nos testes realizados utilizou-se alturas de cortes de 0; 250 e 500 mm e com velocidade de deslocamento de 0,8; 1,26 e 2,07 metros/segundos e feijoeiros da variedade Carioca 80 SH. Nos testes do protótipo o fator da altura de corte foi altamente significante a nível de 5%, com uma perda de grãos na altura de 0 mm - 1,03% a 25 mm - 2,53% e a 50 mm - 9,76%. O fator velocidade de deslocamento não foi significante a nível de 5%. A colheita mecânica é imprescindível à expansão das áreas de cultivos de feijoeiros e a transformação das mesmas, de simples exploração de subsistência, em atividade empresarial, sendo necessária ao desenvolvimento sócio-econômico e à crescente demanda de alimentos.

PALAVRAS–CHAVE: Maquinas Agrícolas, Mecanização Agrícola, Colheita Mecanizada do Feijão.

EVALUATION OF A FLOAT MECHANISM TO HARVEST BEANS PLANTS (Phaseolus vulgaris L.)

ABSTRACT: Bean crop (Phaseolus vulgaris L.) is an important and traditional food source in Brazil. Bat, the total bean production area is approximately 3,100,000 hectares, and 200,000 of which is employs mechanical harvesting systems. In the remaining area the crop is hand harvested followed by a mechanical processing. The lack of appropriated machinery specially developed to attend bean crop plantation, as well as varieties adapted to mechanization, lowers down the losses to the level of 30% which could be raised to 1%. In order to meet these needs, a floating head has been built to raise the plant during the cutting operation. Trials with that new mechanism generated lower losses. This work reports the

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

development, design and construction of a floating head prototype to raise the plant during the cutting operation, also able to perform a low cut next the soil surface. Cutting height of 0, 250 and 500 milimeters has been used at speeds of 0.8, 1.26 and 2.07 m/s in 80 SH Carioca bean variety plantation. Cutting height factor exhibited significance factor of 5%, a loss of 1.03 % for 0 mm height, 2.53% for 25 mm height and 9.76% for 50 mm height. Speed factor has shown to be not significant at the level of 5%. The development of harvesting mechanization has proved to be necessary to the expansion of cultivated areas and also the transformation of simple subsisting agricultural activities to enterprise oriented business, which is important to the social and economical development.

KEYWORDS: Machine, Agricultural Mechanization, Machanical Harvester of the Bean

INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (Phaseolus vulgaris L.), fonte importante de proteínas na alimentação dos brasileiros, é cultivado nas mais diversas regiões do Brasil, cuja produção é a maior do mundo. Embora o feijoeiro apresente potencial de produção de até 3.800 kg/ha, a produtividade média do Brasil á de apenas 884 kg/ha (IBGE, 2010).

O Brasil é o maior produtor mundial de feijão com produção média anual de aproximadamente 3,0 milhões de toneladas. Típico produto da alimentação brasileira é cultivado por pequenos e grandes produtores em todas as regiões. Os maiores são Paraná, que colheu 298 mil toneladas na safra 2009/2010, e Minas Gerais, com a produção de 214 mil toneladas no mesmo período.

O feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) além de ser uma leguminosa importante ao consumo humano, sendo rica em proteínas e aminoácidos, também é uma cultura que pode ser utilizada para diversificação de renda em propriedades rurais (SILVA et al., 2004). Contudo, dentre as etapas de produção desta cultura, a colheita é uma das mais importantes uma vez que se a mesma for mal processada pode acarretar em perdas, danos mecânicos e provocar o escurecimento dos grãos interferindo de maneira decisiva na qualidade do produto e no seu valor comercial (SOUZA et al., 2004).

A colheita mecanizada pode ser direta ou indireta, sendo na primeira empregadas colhedoras combinadas, que realizam simultaneamente todas as operações, enquanto que na colheita indireta se utilizam equipamentos como o ceifador enleirador e a recolhedora-trilhadora em operações distintas (SILVA et al., 2008).

No Brasil, em virtude dos problemas inerentes à cultura e inexistência de uma ampla linha de produtos específicos e adequados para a cultura do feijão, bem como em muitos casos da inviabilidade do uso de colhedoras convencionais, Silva (1988) e Silva e Silveira (2004) relatam que a colheita dessa leguminosa tem sido realizada predominantemente de maneira indireta, com mecanização nas operações de recolhimento e trilha, sendo esta operação realizada por uma máquina denominada recolhedora-trilhadora.

O maior problema para o cultivo do feijão, em lavouras empresariais, reside na dificuldade de mecanização da colheita, devido às elevadas perdas que ocorrem no processo. Isso acontece porque a maioria das cultivares de feijão existentes atualmente possuem baixa altura de inserção de vagens, concentradas nos 2/3 inferiores da planta, e também altos índices de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

acamamento (Silva & Bevitori, 1994). Isso impede a utilização de colheitadeiras tradicionais em face das elevadas perdas com a operação de colheita (Alcântara et al., 1991).

Apesar disso, na atualidade, número significativo de produtores rurais demonstram grande interesse na implantação da cultura do feijão e no uso de novas tecnologias que viabilizem a produção em termos empresariais. A planta ideal de feijão para colheita mecanizada, conforme Simone et al. (1992), é a que tem a altura superior a 50 cm; de porte ereto do tipo I ou II; resistência ao acamamento; ramificação compacta, com três ou quatro ramificações primárias, cujo ângulo de inserção seja agudo, positivo; vagens concentradas sobre o ramo principal e sobre os 2/3 superiores da planta; vagens indeiscentes com não mais de 6 a 8 cm de comprimento; maturação uniforme e boa desfolha natural por ocasião da colheita.

Para mecanizar a colheita dessa leguminosa, diversos fatores relacionados com o tipo de planta (com porte ereto, resistência ao acamamento, uniformidade de maturação, boa altura de inserção da primeira vagem e resistência a deiscência á campo) sistema e área de cultivo, entre outros, têm impedido o emprego direto das colhedoras tradicionais. Cerca de 50% das vagens dos feijoeiros situam-se entre 5 a 10 cm do solo, fora do alcance das lâminas de corte das ceifadoras, constituindo um problema para a mecanização (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1985).

No Brasil cerca de 70% dos produtores são considerados pequenos, possuindo uma propriedade com área de até 80 hectares e para isso utilizam somente a mão-de-obra familiar na colheita, aspecto para o qual o agricultor deve estar atento, pois um trabalhador leva de 10 à 12 dias para colher 1 ha de feijão. Em geral, as áreas de cultivo com feijão são pequenas e caracterizam-se de certa forma, com baixo grau de exploração empresarial dessa cultura. Em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, 90 % das áreas de plantio são inferiores a 10 ha. Em Minas Gerais e Paraná, esses percentuais ultrapassam 70 %. No estado de Goiás e São Paulo, gira em torno de 50 a 60 %, sendo que na década de 80, as áreas de feijão colhidas foram inferiores a 10 ha (TEIXEIRA e ROCHA, 1985).

Desta forma, este trabalho teve o objetivo de construir e avaliar um protótipo de uma ponteira flutuante elevadora para corte de plantas de feijoeiros com a finalidade de auxiliar na elevação das plantas e efetuar o corte basal sem danificar as vagens baixas, reduzindo as perdas de grãos na colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram projetadas quatro protótipos de ponteiras para elevação e ceifamento de plantas de feijão, visando reduzir as perdas de grãos durante a colheita mecanizada. Foram projetados e construídos quatro protótipos com o auxílio dos softwares AutoCAD e Mechanical DeskTop 2.0 , ilustrados pela Figura 1 com ângulos de penetração nos planos vertical e horizontal de forma a desviar lateralmente e elevar os ramos e vagens a um nível superior ao da barra de corte.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

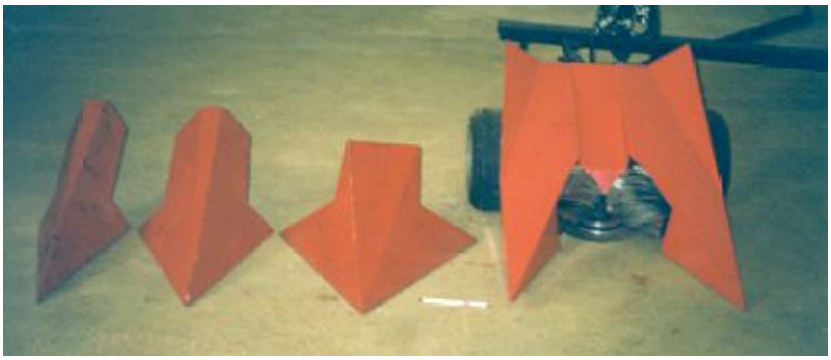


Figura 1 – Evolução do Projeto. Da esquerda para a direita : Protótipo 1, 2, 3 e 4.

Efetuou-se uma avaliação de campo do desempenho de elevação dessas ponteiras, verificando-se que a ação de elevação foi suficiente em pontos da entre linha, afastados da linha de plantio, onde os ramos e vagens deslizaram de 150 a 300 mm sobre a ponteira resultando em uma elevação de 75 a 150 mm para uma relação de elevação de 0,5. Essa elevação é suficiente para liberar o material da ação da barra de cone. Em pontos mais próximos da linha de plantio o percurso dos ramos e vagens sobre o plano inclinado da . ponteira foi de apenas 30 a 50 mm resultando em uma elevação de 15 a 25 mm, insuficiente para liberar o material da ação da barra de corte.

Através dessas observações, concluiu-se que era necessário complementar a ponteira com algum recurso que promovesse a elevação das vagens localizadas próximas da linha de plantio. A partir desta avaliação um novo conceito de ponteira ativa foi introduzido no projeto, o qual se utiliza de cones rotativos para aumentar a relação de elevação. Os ensaios de laboratório foram realizados conforme ilustra a figura 2.



Figura 2. Plataforma estrutural de sustentação dos protótipos ensaiados.

O experimento montado sobre a plataforma de sustentação, descrita anteriormente, apresenta dois fatores de variabilidade principais representados pela altura de corte (hc) e a velocidade de deslocamento (vd) da ponteira elevadora ativa. Foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), no esquema fatorial 3 x 3, sendo três alturas de corte das plantas de feijão (0; 25 e 50 mm) e três velocidade de deslocamento (0,8; 1,26 e 2,07 m/s),

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

com 5 repetições para cada condição de ensaio. O nível de significância utilizado para este delineamento foi de 5 %. Após realizada a análise de variância (ANOVA) e constatado o efeito significativo dos tratamentos, foi executado o teste de diferença de médias para os parâmetros em estudo pelo método FISCHER (LSD Method).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância e os resultados médios de perdas de grãos, verificada durante o ensaio da ponteira flutuante, na colheita do feijoeiro, em função da altura de corte, da velocidade de deslocamento.

Análise de variância mostra a diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para a variável altura de corte.

Tabela 1. Resumo da análise de variância da perda de grãos verificada durante o ensaio da ponteira flutuante, na colheita do feijoeiro, considerando diferentes alturas de corte e velocidades de deslocamento[(1).]

Fonte de variabilidade	Grau de liberdade	Quadrado médio
Altura de corte (A)	2	0,1998*
Velocidade (V)	2	0,0038 ns
Interação (AxV)	4	0,0116 ns
Resíduo	36	
C.V. = 29,14%		

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade.
ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

(1) = dados transformados arc sen $\sqrt{\frac{\%\,perdas}{100}}$.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

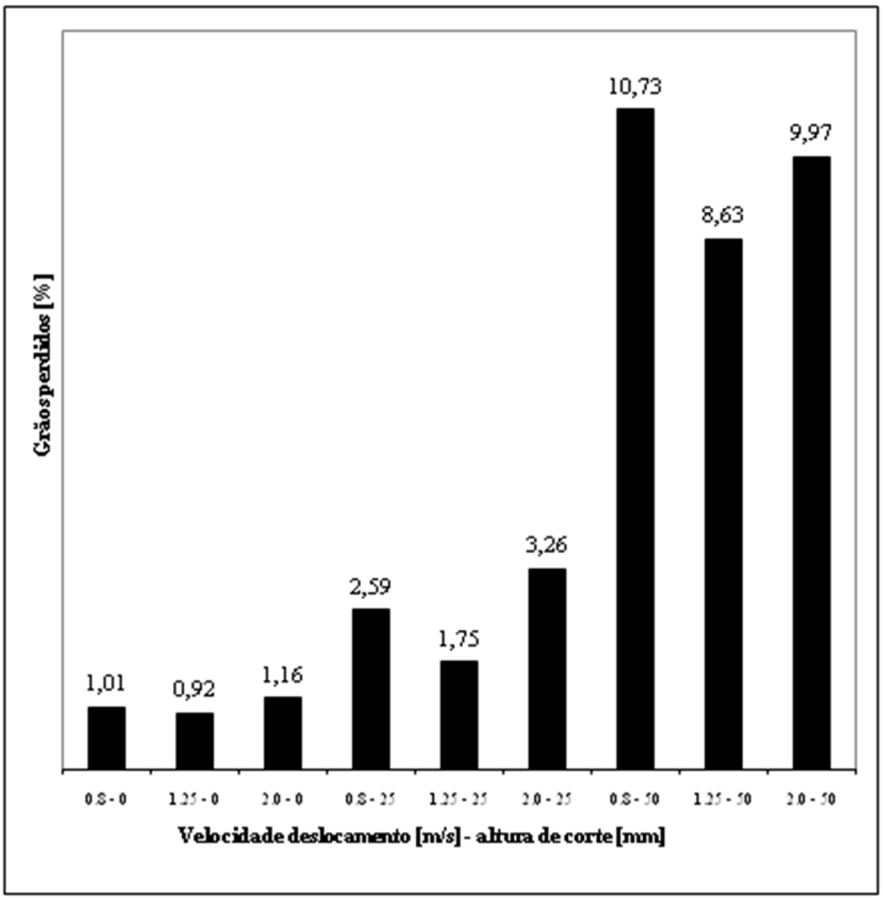


Figura 3. Perdas de grãos em função da altura de corte das plantas e a velocidade de deslocamento.

Como mostra a Figura 3, o maior índice de perdas de grãos se concentra no tratamento com altura de corte de 50 mm, para qualquer velocidade de deslocamento. Este comportamento evidencia a necessidade de um efeito de elevação de vagens, mais efetivo para evitar que as mesmas sejam atingidas pelo disco cortador. A mesma figura mostra também que as perdas de grãos são menores para a velocidade de 1,26 m/s, para qualquer altura de corte.

Para determinar se as variáveis velocidades de deslocamento e alturas de corte têm influência sobre a quantidade de grãos perdidos, foi efetuada a análise de variância indicada na Tabela 6.

Verifica-se na Tabela 2 que a variabilidade introduzida pelo fator altura de corte é superior à variabilidade normal das observações, o que se verifica pelo valor de $F = 68,58 > 5,28$, ou seja, existe uma probabilidade inferior a 5% de que a referida variabilidade elevada, seja um fator aleatório e não ligado ao fator altura de corte, ou seja, o efeito de hc é significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Perda de grãos verificada durante o ensaio da ponteira flutuante, na colheita do feijoeiro em função da altura de corte, da velocidade de deslocamento e da interação entre essas variáveis.

Verificada a significância do fator altura de corte, sobre as perdas de grãos, corresponde na seqüência verificar se as alturas de corte apresentam diferenças entre elas, a fim de que possa-se

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

justificar esse comportamento em função das características do equipamento e que eventuais aprimoramentos possam ser propostos.

Variável	Perda de grãos	
	%	Transformação[1]
Altura de corte		
A1 = 0 mm	1,03	0,09 c[2]
A2 = 25 mm	2,53	0,15 b[2]
A3 = 50 mm	9,78	0,31 a[2]
Velocidade		
V1 = 0,8 m/s	4,77	0,19 a[2]
V2 = 1,26 m/s	3,77	0,17 a[2]
V3 = 2,07 m/s	4,80	0,20 a[2]
Interação		
A1V1	1,00	0,08 a
A1V2	0,92	0,09 a
A1V3	1,16	0,10 a
A2V1	2,59	0,15 a
A2V2	1,74	0,12 a
A2V3	3,27	0,18 a
A3V1	10,73	0,33 a
A3V2	8,63	0,30 a
A3V3	9,96	0,32 a

[1] média dos dados transformados pelo arc sen $\sqrt{\frac{\%\,perdas}{100}}$.
[2] para cada variável as médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tuckey, a 5% de probabildiade.

Para verificar o nível de significância das diferenças entre médias de grãos perdidos nas três alturas, foi aplicado o teste da Mínima Diferença Significativa de FISHER, conforme as Tabelas 3 e 4. Verificou-se que a altura de corte de 50 mm apresentou diferença significativa com relação as outras alturas. As alturas de 0 e 25 mm não apresentaram diferença significativa entre elas.

Tabela 3 - Limites do intervalo de confiança (IC) das diferenças das médias de grãos perdidos (%) em função da altura de corte.

Hc	Intervalo de Confiança95% da diferença entre médias		
	Limite inferior	Limite superior	
0-25	-3,12	0,117	
0-50	-10,40	-7,130	****
25-50	-8,86	-5,620	****

**** - significância ao nível de 5%.

Tabela 4 - Níveis de significância de FISHER em função da altura de corte (hc).

hc	Médias gp%	
50	9,7753	a
25	2,5318	b
0	1,0289	b

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A utilização de ponteiras elevadoras passivas (sem movimento) na forma de torpedos cônicos se deslocando rentes ao solo, entre as fileiras de plantio, mostraram efeito elevador satisfatório no caso de vagens afastadas da fileira; vagens próximas da fileira não são elevadas pela ponteira passiva, sendo portanto atingidas pela barra de corte; provocando perdas de grãos elevadas.

As vagens próximas das fileiras de plantio requerem de uma ação de elevação mais vigorosa que exige a utilização de mecanismos rotativos e não apenas superfícies inclinadas que geram pequena movimentação vertical e sempre proporcionais ao deslocamento da ponteira.

A ponteira ativa proposta, constituída de cones rotativos com arestas helicoidais, mostrou uma ação de elevação visualmente perceptível junto à fileira de plantio, ação essa totalmente inexistente no caso das ponteiras passivas utilizadas pelas colhedoras automotrizes para a colheita do feijoeiro.

O arranjo experimental utilizado, constituído de feijoeiros inseridos em tábuas furadas, eliminou variáveis de campo, tais como ervas daninhas, irregularidades no terreno, presença de obstáculos como pedras e tocos; essa condição mais favorável de laboratório, mostrou-se muito conveniente nesta fase da pesquisa, em que o efeito elevador do mecanismo deve ser observado, avaliado e aprimorado.

CONCLUSÕES

O fator velocidade de deslocamento não foi significante a nível de 5%.

A colheita mecânica é imprescindível à expansão das áreas de cultivos de feijoeiros e a transformação das mesmas, de simples exploração de subsistência, em atividade empresarial, sendo necessária ao desenvolvimento sócio-econômico e à crescente demanda de alimentos.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, J.P.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.; SANTOS, J.B. Avaliação de cultivares de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) em diferentes densidades de semeadura e condições de ambiente. Ciência e Prática, Lavras, v.15, n.4, p.331-428, 1991.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2010. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/ . Acesso em: 22 de jun. 201.

MAPA- Ministerio da Agricultura Pecuaria e Abastecimento http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao Acesso em 8/10/2015.

SILVA, J. G. Mecanização sem esforço. Cultivar Máquinas, v. 03, n. 36, 2004. 10 p. (Encarte: Caderno Técnico).

SILVA, J. G.; SILVEIRA, P. M. Colheita mecanizada do feijoeiro. Informe Agropecuário, v. 25, n. 223, p. 138-144, 2004.

SILVA, C.C. da; BEVITORI, R. Colheita e beneficiamento de feijão. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.17, n.178, p.54-63, 1994.

SILVA, R. P. et al. Avaliação do nível de ruído em colhedoras combinadas. Engenharia Agrícola, v. 24, n. 02, p. 381-387, 2004.

SILVA, R. P. et al. Desempenho operacional do conjunto trator-recolhedora-trilhadora de feijão. Ciência Rural, v. 38, n. 05, p. 1286-1291, 2008.

SIMONE, M. de; FAILDE, V.; GARCIA, S.; PANADERO, P.C. Adaptación de variedades y líneas de judías secas (Phaseolus vulgaris L.) a la recolección mecanica directa. Salta : INTA, 1992. 5p.

SOUZA, C. M. A. et al. Espacialização de perdas e da qualidade do feijão em colheita semimecanizada. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 32, n. 02, p. 201-208, 2010.

SOUZA, L. H. et al. Níveis de ruído emitidos por uma recolhedora-trilhadora de feijão. Engenharia Agrícola, v. 24, n. 03, p. 745-749, 2004.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE DIFERENTES CLASSIFICADORES A PARTIR DE IMAGENS RAPIDEYE

JÉSSICA ASSAID MARTINS RODRIGUES[1], MAYKMILLER CARVALHO RODRIGUES[2], LUIS MARCELO TAVARES DE CARVALHO[3], TAMARA LETICIA DE A. FERREIRA[4], POLYANNE AGUIAR DOS SANTOS[5], PAULA SILVA TRINDADE[6]

[1] Mestranda em Recursos Hídricos, UFLA, (35)9803-2398, je_assaid@yahoo.com.br
[2] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFLA, (35)9828-8383, milermayk@yahoo.com.br
[3] Prof. Adjunto, Depto. Ciências Florestais - UFLA, (35)3829-1699, passarinho@dcf.ufla.br
[4] Graduanda em Eng. Florestal, UFLA, (35)9927-9892, tlaferreira@yahoo.com.br
[5] Mestre em Ecologia Aplicada, UFLA, (35) 3829-1700, polyanne.aguiar@lemaf.ufla.br
[6] Graduanda em Eng. Ambiental, UFLA, (35)9885-5200, paula.pst@hotmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A exploração dos recursos naturais, a expansão das fronteiras agrícolas e a ocupação urbana causam grandes impactos ambientais. Como ferramenta para diagnosticar e desenvolver soluções que minimizem o avanço da degradação, o uso de imagens de satélite no mapeamento de remanescente de vegetação nativa, constitui uma importante alternativa de gestão destas áreas. Buscando uma alternativa mais eficiente no processo de mapeamento, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho dos algoritmos de classificação de imagens Nearest Neighbor - NN e Support Vector Machine - SVM, utilizando imagem de alta resolução espacial Rapideye. No processo de classificação foi utilizada uma abordagem baseada em objetos, com escala de 180, shape de 0,6 e compatness de 0,3, na qual foi testada a efetividade dos algoritmos classificadores. As classificações obtidas foram comparadas a partir de informações sobre a "veracidade de campo", e o melhor resultado foi observado na classificação dada pelo algoritmo SVM, onde foi obtido um Índice Kappa de 0,8956, uma acurácia global de 95,0725% e um tempo de processamento de 0,983 segundos, já o NN apresentou um índice Kappa de 0,6883, uma acurácia global de 84,9275% e um tempo de processamento de 25,038 segundos.Com isto, o SVM mostrou-se mais eficiente tanto qualitativamente quanto operacionalmente, pois gerou um mapa de cobertura do solo em menos tempo e com uma acurácia maior, exigindo assim um menor número de edições manuais para gerar o mapa final.
PALAVRAS–CHAVE: Matriz de confusão, classificação de imagens, SIG.

PERFORMANCE EVALUATION OF DIFFERENT CLASSIFIERS FROM RAPIDEYE IMAGES

ABSTRACT: The exploitation of natural resources, the expansion of the agricultural frontier and the urban occupation become an important question in environmental problems. Then the use of satellite image to map native remnant vegetation is an important tool for management of these areas. Seeking a more efficient alternative to the process of image classification, this

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

study aimed to evaluate the performance of classifiers images as Nearest Neighbor and Support Vector Machine in the determination of land cover, using a high-spatial resolution RapidEye. The classification process was based on objects and it was used to image segmentation working on a scale on 180, shape on 0.6 and compactness 0.3, in which we tested the effectiveness of the classifier algorithm was used. The classification ware compared on the right field information and the best result was observed in the classification given by the SVM, which has gotten a Kappa index of 0.8956, a global accuracy of 95.0725% and the processing time of the automatic classification of 0.983 seconds, while the NN got a Kappa index of 0.6883, a global accuracy of 84.9275% and the processing time of the automatic classification of 25,038 seconds. Based on this data, the SVM is more efficient as qualitatively well operationally to generate soil map coverage on less time and the best accuracy that required less hand edition to generate to final map.
KEYWORDS: Confusion matrix, image classification, SIG.

INTRODUÇÃO

A exploração dos recursos naturais, a expansão das fronteiras agrícolas e a ocupação urbana assumem importante papel na problemática ambiental. Para resolver estes problemas, o diagnóstico confiável acerca de áreas de remanescentes de vegetação nativa é importante para o desenvolvimento de soluções que minimizem o avanço da degradação.

Estes diagnósticos são realizados por meio do sensoriamento remoto juntamente aos sistemas de informação geográfica que permitem analisar as alterações ocorridas na superfície por meio de imagens de satélites, tornando-se ferramenta imprescindível para o gerenciamento e conservação do ambiente. (Ortiz e Freitas, 2005).

Neste contexto, para a geração de classificações de imagens automáticas, em tempo hábil e que necessitem de menos edições, surge à necessidade de buscar algoritmos classificadores mais eficientes. Portanto, o presente estudo objetivou avaliar o desempenho dos classificadores de imagens Nearest Neighbor e Support Vector Machine na determinação da cobertura do solo, utilizando uma imagem de alta resolução espacial Rapideye.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Para este estudo utilizou-se uma imagem proveniente do satélite multiespectral Rapideye, datada de 07/08/2011, compreendo parte dos municípios de Alto Araguaia, Alto Taquari no estado do Mato Grosso, e parte do município de Alcinópolis no estado do Mato Grosso do Sul, sendo a vegetação remanescente composta por espécies do domínio dos Cerrados. (IBGE, 2013). Esta área apresenta como principais atividades produtivas a pecuária, o cultivo de milho, soja e algodão herbáceo. (IBGE, 2013). O mapa da localização da área de estudo pode ser observado na Figura 1.

O satélite Rapideye possui resolução espacial de 5 metros e pertence ao banco de dados geográficos do Ministério do Meio Ambiente. Foram estabelecidas 4 classes de uso da terra para a caracterização da paisagem, sendo elas: Área Antrópica (compreende áreas agrícolas, pastagem, solo exposto), Remanescente de Vegetação Nativa (fragmentos florestais e matas

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ciliares primarias e secundárias), Área Urbana (área compreendida por cidades), Corpos d'água.

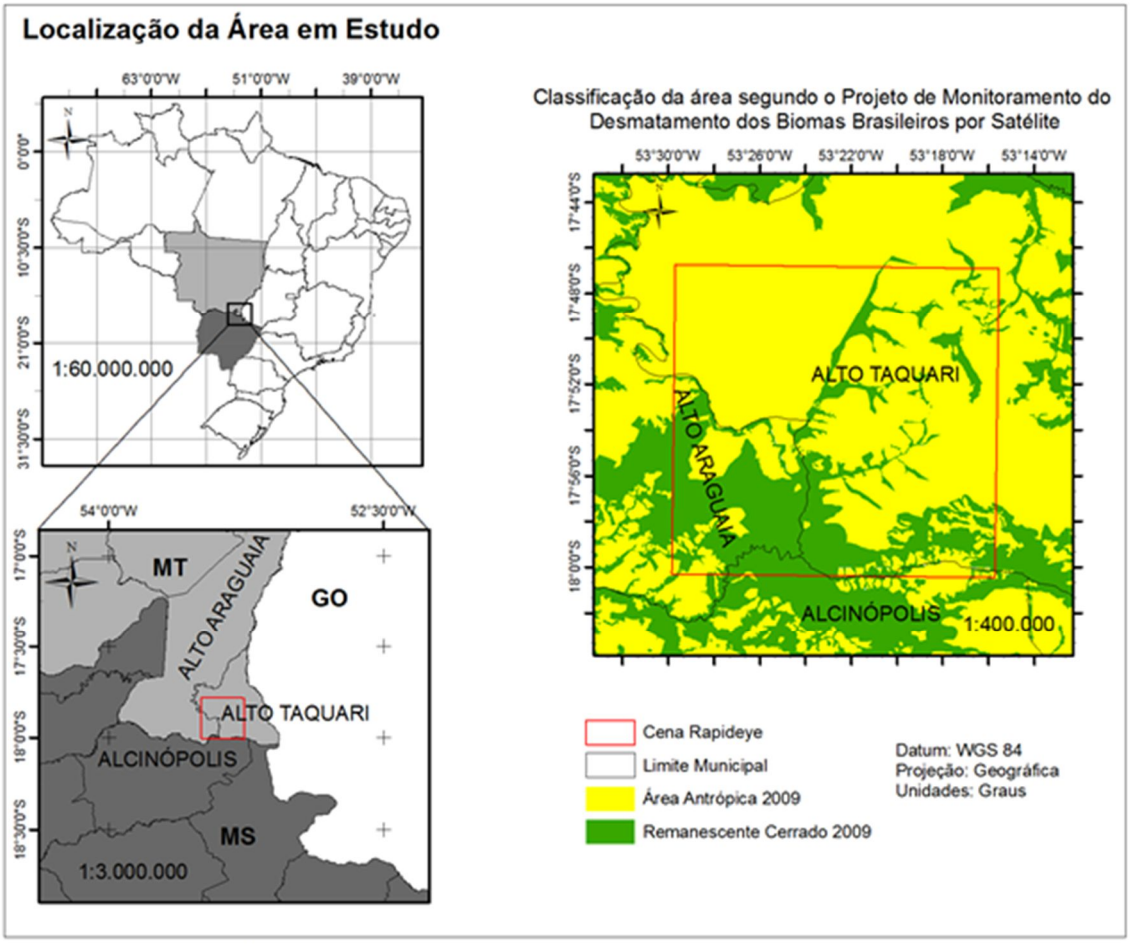


Figura 1 - Localização da Área de Estudo.

Algoritmos de classificação

No processo de classificação das imagens, utilizou-se uma abordagem baseada em objetos, onde foi realizada a segmentação da imagem com escala de 180, com shape de 0,6, e compatness de 0,3. Em seguida, testou-se a efetividade de dois algoritmos de classificação: Vizinho mais Próximo (Nearest Neighbor) e Máquina de Vetores de Suporte (Support Vector Machine), onde foram utilizadas as mesmas amostras para ambas as classificações.

O algoritmo NN classifica os objetos tendo em conta a distância a que estes se encontram das áreas de treino assumidas. Cada unidade é classificada de acordo com o maior número de 'votos' existentes nas unidades vizinhas (Eastman, 2009).

O SVM é um algoritmo de aprendizagem de máquina que busca encontrar um hiperplano que separa um conjunto de dados em classes discretas, utilizando-se de processo iterativo e de exemplos de treinamento para ajustar este hiperplano. Para isto, SVM encontra um hiperplano que otimiza a separação das classes, também conhecido como hiperplano ótimo ou ideal, que maximiza a distância entre as classes, sendo usado como fronteira de decisão. (Zhu e Blumberg, 2002 apud Pereira e Centeno, 2013; Mountrakis et al., 2011; Kavzoglu e Colkesen, 2009; Petropoulos et al., 2012; Costa et al., 2010; Andreola e Haertel, 2009).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

As classificações obtidas foram comparadas a partir de informações sobre a "veracidade de campo", ou seja, a partir da análise da matriz de confusão e cálculo do Índice de acurácia Kappa. Para a obtenção da matriz de confusão foram coletadas 345 amostras, denominadas verdades de campo, as quais foram associadas às classificações obtidas anteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas de uso da terra resultantes das classificações baseada em objetos pelos algoritmos NN e SVM podem ser observados na Figura 2. As tabelas 1 e 2 mostram os resultados das classificações, com os Índices Kappa e as Acurácias Global.

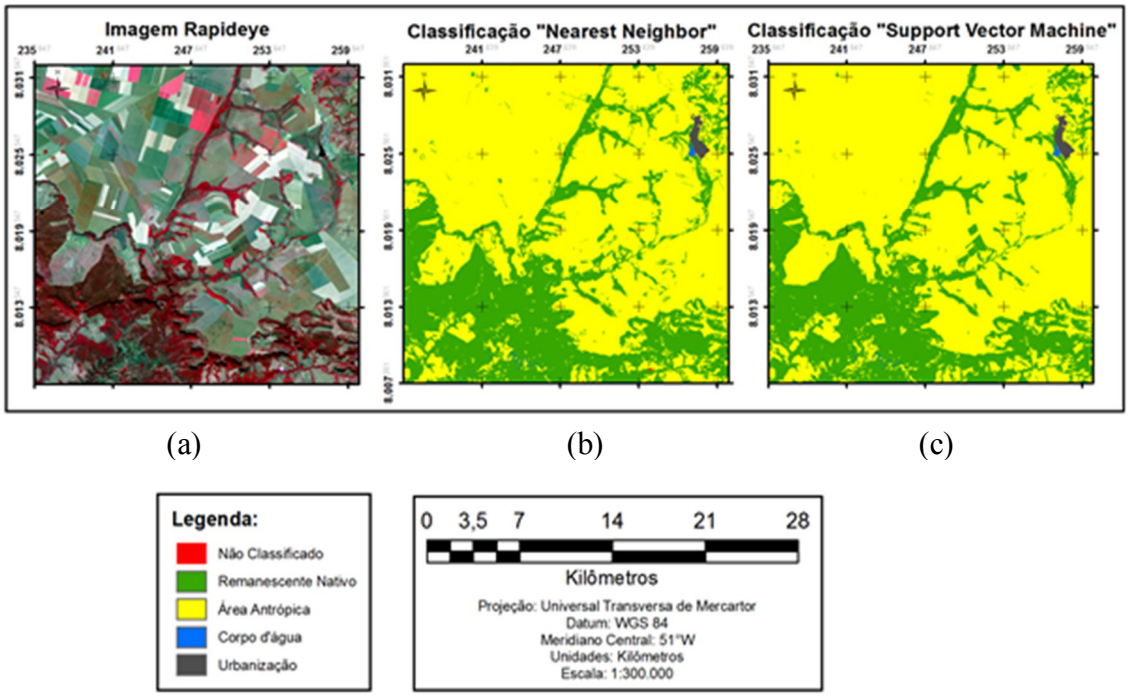


Figura 2 - (a) Imagem Rapideye. (b) Mapa de uso da terra gerado pelo algoritmo NN. (c) Mapa de uso da terra gerado pelo algoritmo SVM.

Tabela 1 - Matriz de confusão da classificação gerada pelo algoritmo NN.

Classes	**Remanescente**	**Área Antrópica**	**Total**
Remanescente	180	14	194
Antrópico	38	113	151
Total	218	127	345
Acurácia Global = 84.9275%			
Índice Kappa = 0.6883			

Com o valor do Índice Kappa de 0,6883, o algoritmo NN pode ser considerado muito bom (Landis & Koch, 1977). A matriz de confusão apresentou uma Acurácia Global de 84.9275%, demonstrando que, dos 345 pontos amostrados, 293 apresentam concordância

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

entre a situação observada na classificação e a verificada pelas amostras de acurácia. Ambas as classes observadas apresentam erro de omissão. A classe que apresentou maior erro de omissão foi Remanescente Nativo, dos 218 pontos amostrados para esta classe, 38 foram considerados Área Antrópica.

Tabela 2 - Matriz de confusão da classificação gerada pelo classificador Support Vector Machine.

Classes	**Remanescente**	**Área Antrópica**	**Total**
Remanescente	205	4	209
Antrópico	13	123	136
Total	218	127	345
Acurácia Global = 95.0725%			
ÍndiceKappa = 0.8956			

Já na Tabela 2, com o valor do Índice Kappa de 0,8956, o algoritmo SVM pode ser considerado excelente (Landis & Koch, 1977). A matriz de confusão apresentou uma Acurácia Global de 95,0725%, demonstrando que, dos 345 pontos amostrados, 328 apresentam concordância entre a situação observada na classificação e a verificada pelas amostras de acurácia. Ambas as classes observadas apresentam erro de omissão. A classe que apresentou maior erro de omissão foi a de Remanescente Nativo, dos 218 pontos amostrados para esta classe, 13 foram considerados Área Antrópica.

Em termos de tempo de processamento, o SVM gastou um tempo de 0,983 segundos para classificar a imagem e não foi observado nenhum objeto sem classificar. Já o algoritmo NN, gastou um tempo de 25,038 segundos para classificar a imagem e foi observado 54 objetos sem classificar, correspondentes a uma área de 16,45 hectares.

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que o classificador Support Vector Machine é melhor do que o Nearest Neighbor tanto qualitativamente quanto operacionalmente, pois gerou um mapa de cobertura do solo em menos tempo e com uma acurácia maior. Portanto, este classificador exige um menor número de edições para gerar o mapa final.

REFERÊNCIAS

ANDREOLA, R.; HAERTEL, V. Support Vector Machines na Classificação de Imagens Hiperespectrais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14, 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p.6757-6764, 2009.

Eastman, J.R., IDRISI Taiga – **Guide to GIS and Image Processing.** Clark Labs. Clark University. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=51&search=matogrosso> e

<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=50&search=mato-grosso-dosul>. Acesso em: 28 maio 2014.

KAVZOGLU, T.; COLKESEN, I. A Kernel Functions Analysis for Support Vector Machines for Land Cover Classification. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v.11, p. 352–359, 2009.

LANDIS, J.; KOCH, G.G. The measurements of agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.3, p.159- 79, 1977.

MOUNTRAKIS, G. et al. Support vector machines in remote sensing – A review. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing.** v.66, p. 247-259, 2011.

ORTIZ, J.L.; FREITAS, M.I.C. Mapeamento do uso da terra, vegetação e impactos ambientais por meio de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Geociências,** São Paulo, v. 24, n. 1, p. 91-104, 2005.

PEREIRA, G.H.A.; CENTENO, J.A.S. Utilização de Support Vector Machine para classificação multiclasses de imagens Landsat TM+. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p. 2322- 2328, 2013.

PETROPOULOS, G.P.; ARVANITIS, K.; SIGRIMIS, N. Hyperion Hyperspectral Imagery Analysis Combined with Machine Learning Classifiers for Land Use/Cover Mapping. **Expert Systems with Applications**, v.39, p. 3800-3809, 2012.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DO EFEITO DE TÉCNICAS DE AERAÇÃO EM COMPOSTEIRAS

CAMILO JOSÉ RODRIGUES DAL BÓ[1], GABRIEL SILVEIRA LIMA[2], CLAÚDIO DE CASTRO PAULA BASTOS[3], PEDRO CASTRO NETO[4], ANTÔNIO CARLOS FRAGA[5]

[1]Tecnólogo em Biocombustíveis e graduando em Agronomia, Universidade Federal de Lavras,, camilodalbo@hotmail.com
[2]Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras, , gabriel.slima@hotmail.com
[3]Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras cbastos@engagricola.ufla.br
[4]Professor DEG, Universidade Federal de Lavras, oleo@ufla.br
[5]Professor DAG, Universidade Federal de Lavras, fraga@dag.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Considerando o atual cenário e o aumento contínuo da população mundial, os resíduos orgânicos tendem a acompanhar esse crescimento. O aproveitamento desses resíduos pode ser feito utilizando do processo de compostagem. A aeração desse processo de pode ser feita, entre outras, com insuflação/aspiração de ar, não havendo informações sobre o efeito de um ou outro método. Desta forma, este projeto está sendo conduzido com o objetivo de verificar o efeito de técnicas inovadoras de aeração no processo de compostagem. O trabalho está sendo desenvolvido no Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras. Os tratamentos serão montados em composteiras de alvenaria, com capacidade volumétrica de 1 m^3, em ambiente controlado. Os diferentes mecanismos de aeração serão insuflação e a aspiração de ar atmosférico e insuflação de ar aspirado de outra composteira e também será avaliado processo de aeração por meio de revolvimento manual como tratamento controle. Para avaliação do efeito da aeração serão avaliados: tempo de decomposição, temperatura e pH do composto e granulometria. Com esse projeto é esperado diminuição do tempo de decomposição e redução de problemas com temperatura no processo de compostagem, aumentando assim a eficiência do processo e reduzindo a necessidade de revolvimento manual.
PALAVRAS–CHAVE: Compostagem, resíduos, insuflação.

TECHNICAL EVALUATION OF EFFECT OF AERATION AT COMPOSTERS

ABSTRACT: Considering the current scenario and the continued increase in world population, organic waste tend to accompany this growth. The use of such waste can be done through the composting process. Aeration this process can be done, among others, blow / suction air, no information on the effect of one or other method. Thus, this project is being conducted in order to verify the effect of innovative aeration techniques in the composting process. The work is being developed at the Laboratory Oils, Fats and Biodiesel of the Federal University of Lavras. The treatments will be made on masonry composters, with volumetric capacity of 1 m^3 in a controlled environment. Different aeration mechanisms will insufflation and aspiration of atmospheric air and supply air aspirated and other compost will

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

also be evaluated aeration process by manual tumbling treatment as control. To evaluate the effect of aeration will be assessed: decomposition time, temperature, pH of the compound and granulometry. With this project is expected to decrease the decomposition time and temperature reduction problems in the composting process, thus increasing process efficiency and reducing the need for manual revolving.
KEYWORDS: Composting, wast, insufflation.

INTRODUÇÃO

Tendo em vista o aumento populacional e desenvolvimento de todos os setores que buscam acompanhar e subsidiar esse crescimento no planeta, os resíduos sólidos orgânicos surgem como um dos maiores problemas enfrentados pelas cidades e pelo campo. Considerando os efeitos desse acúmulo de material indesejado trazemos problemáticas tais como demanda de espaço, aumento de animais transmissores de doenças, contaminação de solo e água quando não são aplicadas as técnicas adequadas, além do odor forte liberado. Uma das alternativas para mitigar essa questão é autilização do processo de compostagem.

De acordo com Pereira Neto (1987), a compostagem é definida como um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos, efetuada em duas fases distintas: a primeira quando ocorrem as reações bioquímicas mais intensas, predominantemente termofílicas; a segunda ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação. Os materiais que podem ser utilizados nesse processo são divididos em duas categorias, sendo os ricos em carbono e os ricos em nitrogênio. Dentre eles podemos destacar os restos de vegetais, tais como cascas de vegetais, podas de jardins, folhas, galhos e palhas contendo alta concentração de carbono. Já as folhas verdes, estrumes de animais, urinas e grãos são ricos em nitrogênio.

Pelo processo de decomposição da matéria orgânica são levados em conta a atividade microbiológica, em condições pré-estabelecidas como aeração, temperatura, umidade e relação Carbono/Nitrogênio (C/N); esta por sua vez é responsável pela qualidade do composto gerado após todo o processo, podendo utiliza-lo como insumo agrícola de alta eficiência. Tendo em vista o equilíbrio ambiental, a compostagem tende a ajudar a reduzir resíduos, e estes após transformação podem ser inseridos na agricultura colaborando assim para um processo mais sustentável e de alta avaliação nutricional para as plantas que receberem o insumo.

Um dos aspectos fundamentais no processo de compostagem é a aeração, pois o oxigênio é vital para a oxidação biológica do carbono dos resíduos orgânicos, para que ocorra produção de energia necessária aos microrganismos que realizam a decomposição (CARVALHO, 1999). Este processo demanda quantidade considerável de trabalho manual, se considerarmos aeração converncional, por isso a aeração forçada surge como alternativa.

Na prática da compostagem, a aeração é o fator mais importante a ser considerado, sendo que quanto mais úmidas estiverem as matérias-primas mais deficientes será sua oxigenação, determinando que providências sejam tomadas para reduzir a umidade. No pátio de compostagem a aeração pode ser realizada por revolvimento das leiras, ou por insuflação ou aspiração do ar contido nos vazios da massa, de acordo com experimentos já realizados para o trabalho de graduação do agrônomo Luis Clepf Passos, entitulado “Métodos de aeração de compostagem utilizando coprodutos da extração de óleo” e com foram tomados como base para o desenvolvimento deste projeto.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Sendo assim, o presente trabalho visa avaliar a eficiência da implantação de técnicas de aeração por insuflação/aspiração com sistema de tubos e ventiladores centrífugas radiais, comparando com um tratamento controle de revolvimento convencional nas composteiras.

MATERIAL E MÉTODOS

A compostagem se caracteriza por ser um processo que leva em consideração os materiais disponíveis, escolha do local e sistema de aplicação da técnica adequada.
O experimento está sendo desenvolvido no laboratório de pesquisas em plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG, no interior de uma casa de vegetação, coberta com polietileno de baixa densidade (150 μm). Estão sendo montadas 15 pilhas de compostagem, em células de alvenaria, com medidas de 1x1x1 m, portanto com capacidade de 1 m³ (1000 L) cada. As células foram tampadas pela frente por placas de metal vazado, impedindo que o material seja derramado e aerando as partes extremas. As células de compostagem estão construídas a 15 cm do nível do solo. Esse espaço entre o solo e a célula serviu para coletar a água utilizada no molhamento da pilha que eventualmente pode escorrer no momento do umedecimento, denominada chorume. Foram colocados recipientes para a captação dessa água em cada célula, que escorrem por um orifício na base das células. O líquido coletado foi reutilizado no molhamento da respectiva pilha.

O sistema de aeração foi montado com tubo de 5 cm de diâmetro na base da célula de compostagem, atravessando a célula no sentido horizontal a 10 cm do limite posterior, com orifícios de 1 cm de diâmetro, conforme a figura 1.

Os tratamentos que estão sendo realizados são :

1-Tratamento controle com revolvimento manual
2-Tratamento com aspiração de ar atmosférico
3-Tratamento com insuflação de ar atmosférico
4-Tratamento com insuflação de ar aspirado de outra composteira.

A aeração está sendo realizada por ventilador centrífuga radial da marca Ventbras, modelo CV-501(conforme figura 2), com vazão de 6,3 m³/min, visando a renovação da atmosfera no interior do composto.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

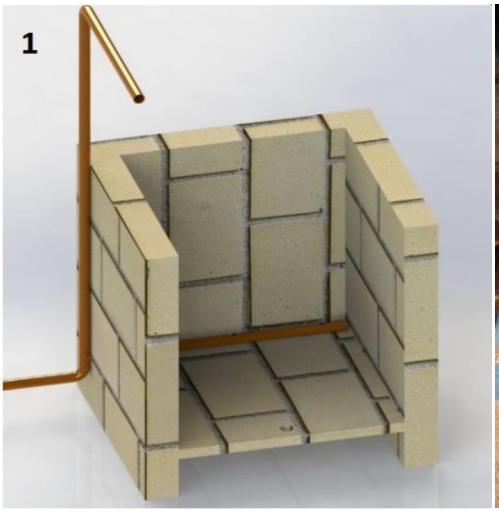


FIGURA 1



FIGURA 2

Como matéria-prima para elaboração das leiras foram utilizados casca de mamona(25%) e casca de feijão (50%)como fonte de carbono e esterco de galinha(25%) como fonte de nitrogênio, considerando essas proporções em volume/volume.Foram instalados sistema de monitoramento de temperatura(termopares de cobre) conforme figura 3, com acionamento por sistema fotovoltaíco,conforme figura 4. O umedecimento das pilhas está sendo realizado com aproximadamente de 20 a 50 L de acordo o aspecto da célula. Após a estabilização do composto serão realizadas análises de matéria orgânica,cinzas,ph, relação C/N, macronutrientes(N,P,K,S,Mg,Ca) e micronutrientes(Fe, Mn,Cu,Zn,B) e comparadas com um fertilizante comercial.



FIGURA 3



FIGURA 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de aeração de células de compostagem se mostra eficiente, sendo que o trabalho desenvolvido por PASSOS(L.C.) demonstram o posicionamento mais adequado para a

instalação dos tubos perfurados para aeração, posição essa que está sendo utilizada no presente trabalho.
Com a condução do presente trabalho espera-se verificar a influência da forma de aeração na qualidade final do composto produzido, contribuindo para a facilitação do processo de compostagem de alta qualidade com a dimuição significativa da mão-de-obra exigida para esta atividade. Os resultados fornecerão também parâmetros necessários à elaboração de um sistema de acionamento automático do sistema de aeração à partir de informações de temperatura coletada, com a utilização de termopares, com sistema eletrônico de baixo custo.

CONCLUSÃO

O processo de aeração forçada é viável para a realização do processo de compagem, permitindoredução significativa da mão-de-obra exigida, o que facilitará a obtenção de adubo orgânico de alta qualidade e destinação correta e sustentável de resíduos sólidos orgânicos originados em áreas rurais e urbanas.

REFERÊNCIAS

FERNANDES, F; SILVA, S. **Manual pático para a compostagem de biossólidos.** Universidade Estadual de Londrina – UEL, 1996.
CARVALHO, G. J. **Compostagem de resíduos agrícolas.** Universidade Federal de Lavras, 1999 (Circular Técnica). 12 p.
PEREIRA NETO, J. T., 1996: **Manual de Compostagem**. Belo Horizonte – UNICEF – 56 p.
KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba,:E. J. Kiehl, 1998
PASSOS, L.C. **Métodos de aeração de compostagem utilizando coprodutos da extração de óleo.** Universidade Federal de Lavras, 2014 .
http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/409669/1/com.tec.105.pdf consultado dia 04/10/2015 às 15:00 hrs.

file:///C:/Users/Camilo/Downloads/CLASSIFICACAO_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_NBR_10004_ABNT.pdf - Consultado dia 03/10/2015 às 20:00 hrs

http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf - Consultado dia 29/09/2015 às 23:30 hrs.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO PROJETO MATOPIBA EM SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE PEDRO AFONSO – TO POR TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO COM CLASSIFICAÇÃO SEMIAUTOMÁTICA

TAINARA LOUZADA RODRIGUES[1], SÉRGIO HEBRON MAIA GODINHO[2], TALES CAMARGOS ABRANTES[3], DANIELLE GOUVEIA LEITE[4], MARCELO DE CARVALHO ALVES[5]

[1]Graduanda em Agronomia, UFLA, (35) 8879-4338, tainara lavras@hotmail.com
[2]Graduando em Agronomia, UFLA, (35) 9241-0093, sergiohmg90@hotmail.com
[3]Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, (35) 9254-5252, abrantales@hotmail.com
[4]Graduanda em Agronomia, UFLA, (35) 9157-6677, dani.gleite10@gmail.com
[5]Professor Doutor no Departamento de Engenharia, UFLA, (35) 9932-1807, marcelo.alves@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A cidade de Pedro Afonso, no estado de Tocantins, está inserida na extensão geográfica do MATOPIBA, que resulta de um acrônimo formado com as iniciais dos estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. A partir de 2005, diversas transformações ocorreram nessa região como consequência do surgimento de polos de expansão de fronteiras agrícolas baseados na adoção de tecnologias agropecuárias de alta produtividade. Dentro deste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar, por meio de técnicas de sensoriamento remoto utilizando classificação semiautomática, o impacto ambiental e de uso da terra em uma sub-bacia hidrográfica do município de Pedro Afonso – TO. Foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5 e 8 nos anos de 2005 e 2015, nas bandas 4, 3 e 2 (composição natural), com área total de 727,12 km². Foi utilizado o software QGIS 2.8 Desktop com plugin Semi-Automatic Classification para a avaliação das imagens. Constatou-se grandes mudanças entre os quesitos avaliados no período de tempo em questão, haja vista grande redução da área de vegetação nativa e consequente aumento da área agricultável bem como da palhada e solo exposto, indicando expansão da atividade de agropecuária no MATOPIBA.
PALAVRAS–CHAVE: matopiba, landsat 8, sensoriamento remoto.

PROJECT IMPACT ASSESSMENT MATOPIBA IN SUB- BASIN MUNICIPALITY OF PEDRO AFONSO - TO FOR TECHNICAL REMOTE SENSING WITH SEMIAUTOMATIC CLASSIFICATION

ABSTRACT: The city of Pedro Afonso, in the state of Tocantins, is included in the geographical extent of MATOPIBA, which results from an acronym formed from the initials of Maranhão states of Tocantins, Piauí and Bahia. Since 2005, several changes occurred in this region as a result of emergence of poles expansion of agricultural borders based on the adoption of agricultural technologies for high productivity. Within this context, this study aimed to evaluate, by means of remote sensing techniques using semi-automatic classification, the environmental impact and land use in a watershed in the municipality of Pedro Afonso - TO. Satellite images were used Landsat 5:08 in 2005 and 2015, in the bands

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

4, 3 and 2 (natural composition), with total area of 727.12 square kilometers. It was used Qgis 2.8 Desktop software plugin Semi-Automatic Classification of images for evaluation. It was found big changes among the items evaluated in the time period in question, given greatly reduced native vegetation area and consequent increase in arable land as well as straw and exposed soil, indicating expansion of agricultural activity in MATOPIBA.
KEYWORDS: matopiba, landsat 8 , remote sensing.

INTRODUÇÃO

O Sensoriamento Remoto é uma técnica para obter informações sobre objetos através de dados coletados por instrumentos que não estejam em contato físico com os objetos investigados (Avery & Berlin, 1992) e que, devido suas características, possibilita aplicações em inúmeras áreas, tais como: agricultura, meio ambiente, geologia, recursos hídricos, estudo de solos e florestas, principalmente.

Em 1972 teve início o Programa Landsat. O Landsat 5 (resolução 30 m), lançado em março de 1984, possui sensores em sua composição: o sistema de escâner multiespectral (MSS) e o instrumento Thematic Mapper (TM); em 1987 um dos seus sensores (MSS) falhou e em agosto de 1995 foi desligado (Silva & Rosa, 2012). O sensor (TM) continua em operação mesmo após 27 anos da sua considerada vida útil; em 2005, as operações do LANDSAT 5 foram suspendidas por problemas no painel solar, mas os engenheiros da NASA foram capazes de conceder outra maneira de aquisição de energia e em 1 de janeiro de 2006 o Landsat 5 retomou a suas operações normais.

O Landsat 8 foi lançado em fevereiro de 2013 como provedor de imagens para a continuidade da missão Landsat através de uma cooperação entre o U.S Geological Survey (USGS) e a National Aeronautics and Space Administration (NASA). As principais características que diferenciam o Landsat 8 das missões anteriores são a quantização em 12 bits e a adição de duas novas bandas, uma para aplicação em estudos de águas costeiras e aerossóis e outra para detecção de nuvens do tipo cirrus. As imagens são fornecidas sem custo e sem restrições de uso pela USGS após 24 horas da aquisição através do sítio http://earthexplorer.usgs.gov/. O formato de disponibilização é GeoTIFF, em 16 bits sem sinal, com projeção cartográfica UTM em Datum WGS 84, e ortorretificadas com um erro circular de 20 metros (no intervalo de confiança de 90%). Dado que o Landsat 8 fornece uma imagem pancromática com 15 metros de resolução espacial, a fusão entre as bandas para composição colorida RGB das bandas 6, 5 e 4, respectivamente, pode ser utilizada para criar uma imagem em composição colorida falsa cor, com resolução espacial melhorada de 30 para 15 metros (Fonseca et al., 2011).

A cidade de Pedro Afonso, no estado de Tocantins, está inserida na extensão geográfica do MATOPIBA, também conhecido de MAPITOBA, que resulta de um acrônimo formado com as iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Ela é constituída da extensão geográfica que recobre parcialmente os territórios dos quatro estados mencionados (EMBRAPA, 2015).

Inicialmente conhecida por região do MAPITO, passou a englobar o oeste da Bahia, tornando-se assim, região do MATOPIBA.

Nos últimos 10 anos, ocorreram diversas transformações socioeconômicas nessa região ligadas à ampliação da infraestrutura viária, logística e energética, como consequências o

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

surgimento de polos de expansão da fronteira agrícola baseados na adoção de tecnologias agropecuárias de alta produtividade.

As regiões do MATOPIBA representam uma crescente contribuição da agropecuária na economia dos quatro Estados. As microrregiões integrantes do MATOPIBA foram responsáveis, em 2006, por 40.45% do valor total da produção no conjunto dos quatro Estados. Em 1996, esse percentual era de 35,05% (IBGE, 2010).

Dentro deste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar, por meio de técnicas de sensoriamento remoto utilizando classificação semiautomática, o impacto ambiental e de uso da terra do Projeto MATOPIBA em um sub-bacia hidrográfica do município de Pedro Afonso – TO.

MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se imagens dos satélites Landsat 5 e 8, orbita/ponto 222/066, tomadas nos dias 09/09/2005 e 14/03/2015, respectivamente, bandas 4,3 e 2 (composição natural). A região delimitada apresenta uma área total de 727,12 km²; E o software QGIS 2.8 Desktop (*Geographic Information System)* utilizando o Plugin Semi- Automatic Classification, que permite a correção e classificação supervisionada de imagens de sensoriamento remoto; Fornece ferramentas para as fases de pré-processamento (recorte de imagens, criação de bandsets virtuais) e processo de classificação através da criação de ROIs para as fases de pós-processamento, permitindo avaliar a exatidão (acurácias) por meio de matriz de erros além de alterações de cobertura relacionadas ao uso da terra.

Através da imagem obtida pelo satélite Landsat 5 e 8, da área demarcada de Pedro Afonso – TO, foi gerado uma composição colorida (Figura 1) utilizando a composição RGB nas bandas 4,3,2, que representa a cor natural - comprimento de onda do visível.

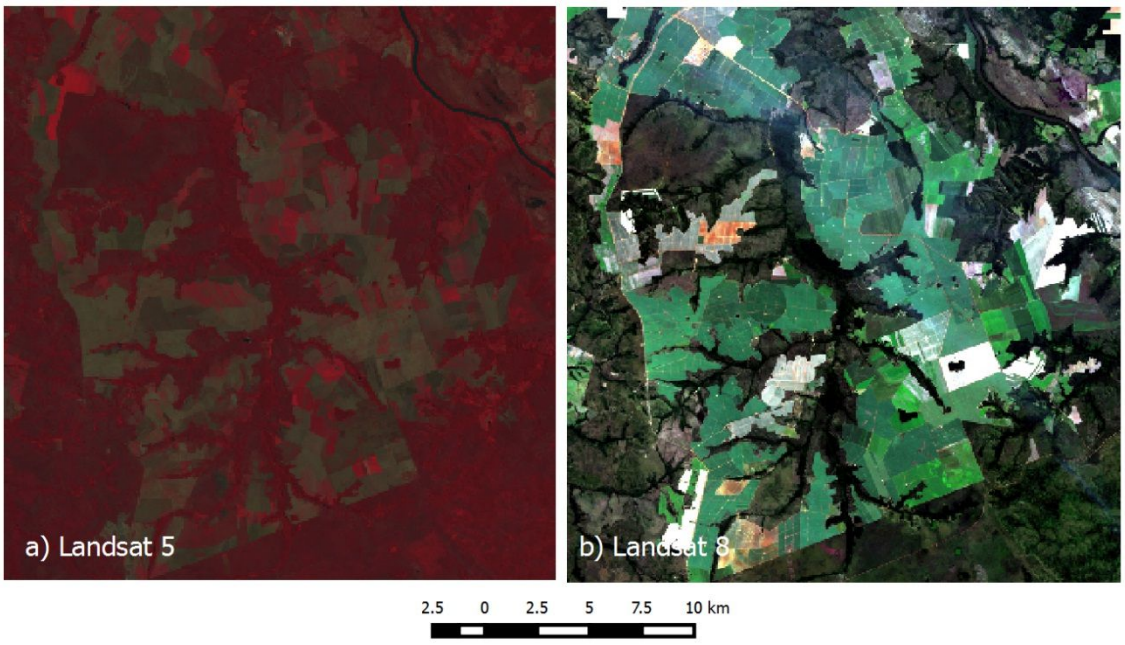


Figura 1 - Imagens dos satélites Landsat 5 (a) e 8 (b), bandas 4,3 e 2 (composição natural).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

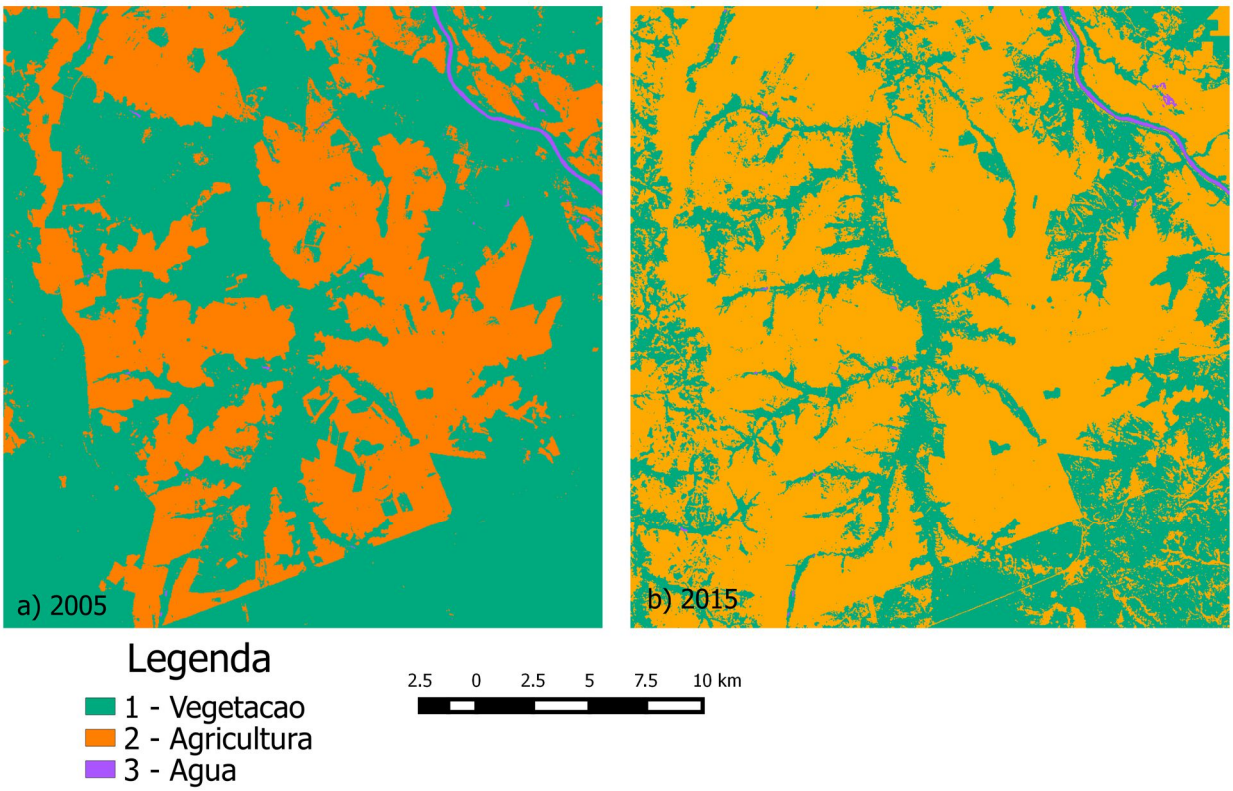
A partir da mesma imagem foi criado um *virtual rastear of bandset,* em falsa cor. Em seguida, através do módulo SCP: ROI creation, foram criados os ROIs a fim de classificar a imagem, tendo em vista suas características tais como: vegetação nativa, agricultura, solo exposto, água.

Após realizada a classificação das imagens utilizou-se procedimentos estatísticos para definir a acurácia dos mapeamentos. A acurácia, em síntese, avalia o posicionamento da distribuição espacial de uma classe temática em relação à realidade no campo (Vieira et al., 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

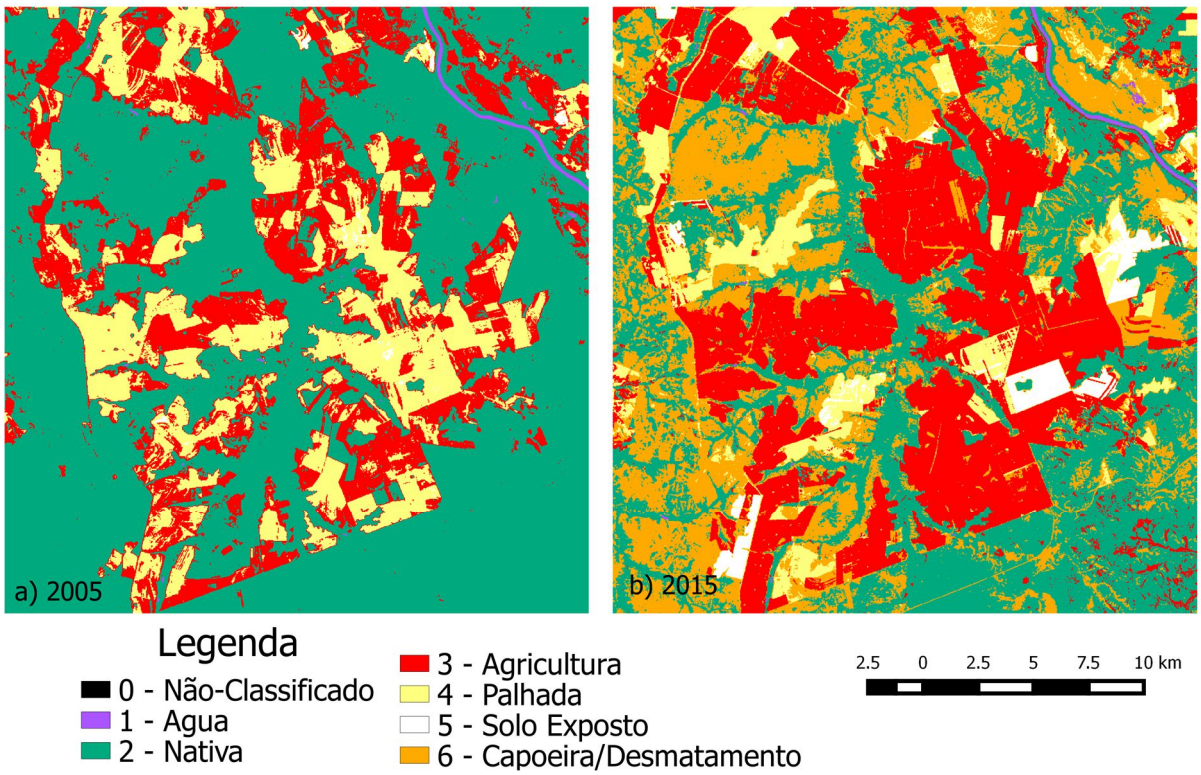
O resultado da classificação digital (Figura 2a e 2b) é apresentado por meio de classes espectrais - áreas que possuem características espectrais semelhantes. É constituído por um mapa de pixels classificados, representados por cores. Esse processo de classificação digital transforma um grande número de níveis de cinza em cada banda espectral concatenadas em um número de classes que pode variar de acordo com a finalidade do estudo (Santos, 2011).

As Figuras 2a e 2b mostram, respectivamente, as imagens Landsat 5 (09/09/2005) e 8 (14/03/2015) interpretadas semiautomaticamente com suas respectivas classes de uso da terra (vegetação, agricultura e água) de uma sub-bacia hidrográfica de Pedro Afonso – TO. É, igualmente, ilustrado nas Figuras 3a e 3b seu uso da terra, interpretadas segundo subclasses de classificação.



Figuras 2a e 2b - Comparativo por classes de uso do solo para os anos de 2005 (a) e 2015 (b).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figuras 3a e 3b - Comparativo por subclasses de uso do solo para os anos de 2005(a) e 2015(b).

O gráfico da Figura 4 mostra as percentagens presentes nessa sub-bacia de água, vegetação nativa, agricultura, palhada e solo exposto que são, respectivamente 0,34%; 61,82%; 21,61%; 15,99% e 0,25%. A análise comparativa temporal entre as classes dos anos de 2005 (Figura 4) e 2015 (Figura 5) permite constatar algumas alterações bem significativas.

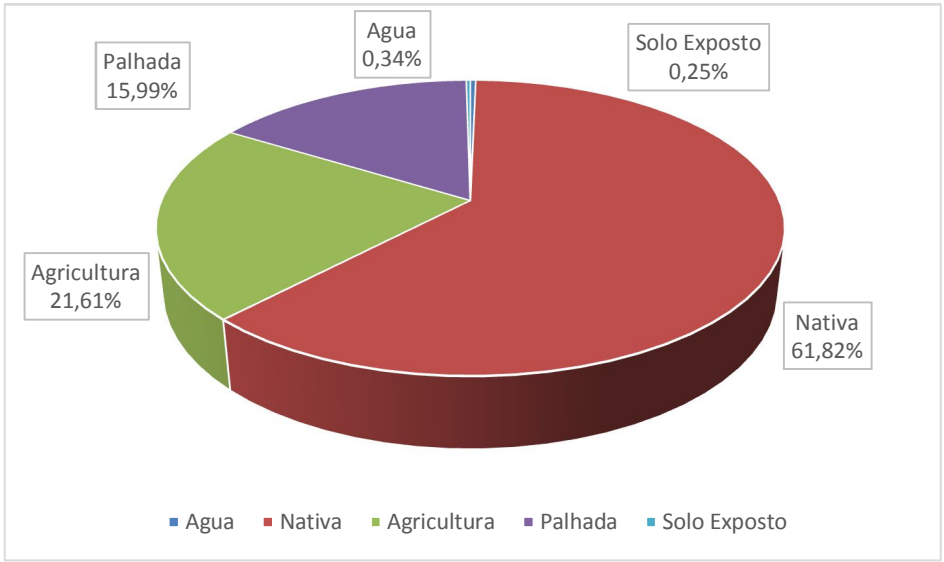


Figura 4 - Quantificação do uso da terra para a sub-bacia de Pedro Afonso - TO (2005).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

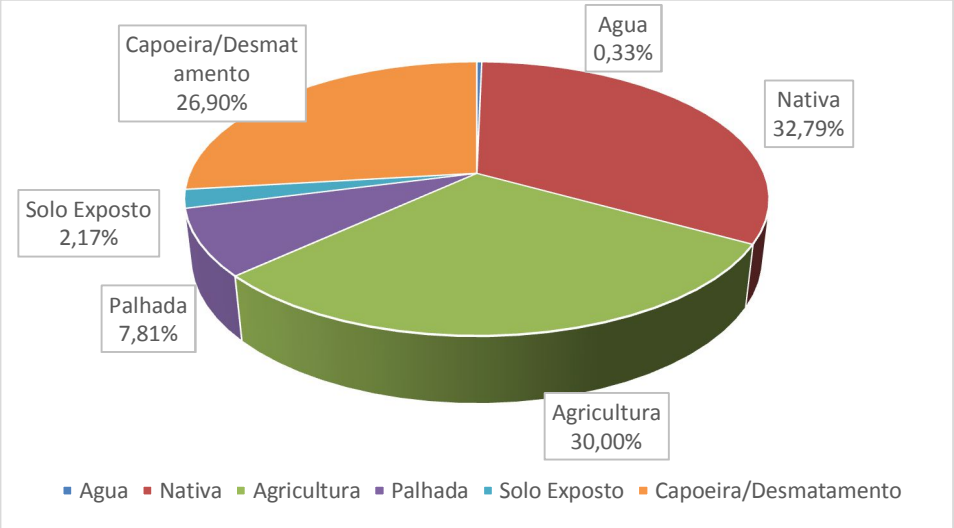


Figura 5 - Quantificação do uso da terra para a sub-bacia de Pedro Afonso - TO (2015).

As Tabela 1 e 2 mostram as acurácias produzidas, do usuário e global para a respectiva sub-bacia em estudo em função das suas subclasses de classificação. Conforme observado na Tabela 1, a interpretação visual apresentou maior acerto no mapeamento das subclasses, excetuando-se áreas de palhada, que teve maior acurácia produzida através da interpretação automática. A acurácia global de interpretação para esse ano foi de 87,12%. Para o outro ano estudado a exatidão entre acurácia produzida e do usuário apresentou maiores contrastes, destacando-se as subclasses água e vegetação nativa com melhor acurácia do usuário, 99,66% e 98,25%, respectivamente; as demais subclasses interpretadas, com exceção da acurácia produzida para agricultura, foram mais baixas.

Tabela 1 - Parâmetros indicativos da exatidão dos mapeamentos em função das acurácias produzida e do usuário e respectiva acurácia global (2005)

Subclasses	Acurácia Produzida [%]	Acurácia do Usuário [%]
Água	100	100
Nativa	100	85,93
Agricultura	54,32	93,51
Palhada	95,03	84,15
Solo Exposto	54,70	100
Acurácia Global [%]	87,12	

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 2 - Parâmetros indicativos da exatidão dos mapeamentos em função das acurácias produzida e do usuário e respectiva acurácia global (2015)

Subclasses	Acurácia Produzida [%]	Acurácia do Usuário [%]
Água	97,59	99,66
Nativa	75,82	98,25
Agricultura	81,28	57,64
Palhada	19,50	54,97
Solo Exposto	46,15	15,21
Capoeira/Desmatamento	-	0
Acurácia Global [%]	66,79	

CONCLUSÕES

A classificação supervisionada da área nos anos propostos (2005 e 2015) apontou mudanças significativas na cobertura vegetal do solo, com aumento das áreas utilizadas para agricultura que apresenta relação direta com o aumento do desmatamento e consequente diminuição de vegetação nativa.

A variação quanto ao solo exposto, assim como da palhada está relacionada com as épocas de cultivo e colheita na área – sazonalidades.

Em função das acurácias, observou-se que a vegetação nativa teve seus remanescentes reduzidos por causa da expansão e exploração agrícola, explicando também o aumento na área agricultável. Portanto, o projeto MATOPIBA foi decisivo e fundamental para o conjunto de alterações ocorridas na sub-bacia estudada.

REFERÊNCIAS

AVERY, T. E.; BERLIN, G. L. Fundamentals of Remote Sensing and Airphoto Interpretation. 5 ed. New Jersey: Prentice Hall. 1992.

SILVA, C. E. & ROSA, A. P. Geoprocessamento com utilização do satélite landsat 5 TM para estudo de caso do município de Betim. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2012/02/14/geoprocesssamento-com-utilizacao-do-satelite-landsat-5-tm-para-estudo-de-caso-do-municipio-de-betim/>. MundoGEO, 2012. Acesso em: 18/06/2015.

FONSECA, L.; NAMIKAVA, L.; CASTEJON, E.; CARVALNO, L.; PINHO, C.; PAGAMISSE, A. Image fusion for Remote Sensing applications. Image fusion and its applications. P: 153-178, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Desenvolvimento Territorial Estratégico para Região do MATOPIBA - Parceria INCRA e EMBRAPA (MDA e MAPA). Disponível em: <https://www.embrapa.br/gite/projetos/matopiba/index.html>. Acesso em 18/06/2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produto interno bruto (adicionado). Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/economia.php?lang=&codmun=171650&search=tocantins|pedro-afonso|infogr%E1ficos:-despesas-e-receitas-or%E7ament%E1rias-e-pib>. Acesso em: 16/06/2015.

VEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. L.; BERNARDES, T.; SANTOS, E. R. Avaliação de classificadores automáticos no mapeamento de áreas cafeeiras da região de Guaxupé, Minas Gerais. VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, (2009).

SANTOS, N.T. Classificação automática de cobertura vegetal em imagens aéreas e orbitais para uso em planejamento energético. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. UFPA/ITEC/PPGEE, (2011).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA DO RESERVATÓRIO DE FURNAS NOS ANOS DE 2013 E 2015, UTILIZANDO IMAGENS LANDSAT 8

DANIEL ANDRADE MACIEL[1], THAIS GABRIELA GONÇALVES[2], HELENA MARIA RAMOS ALVES[3], MARGARETE MARIN LORDELO VOLPATO[4], TATIANA GROSSI CHQUILOFF VIEIRA[5], MAYARA FONTES DANTAS[6]

[1] Graduando em Eng. Ambiental e Sanitária, UFLA, BIC-EPAMIG/FAPEMIG, dmaciel@engambiental.ufla.br
[2] Graduanda em Eng. Ambiental e Sanitária, UFLA, BIC-EPAMIG/FAPEMIG, thais_gabriela@hotmail.com
[3] Eng. Agrônoma, Pesquisadora Embrapa Café, helena.alves@embrapa.br
[4] Eng. Florestal, Pesquisadora EPAMIG, margarete@epamig.ufla.br
[5] Eng. Agrimensora, Bolsista CBP&D Café - EPAMIG, tatianagcvieira@gmail.com
[6] Geógrafa, Bolsista CBP&D Café - EPAMIG, mayarafdantas@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A represa de Furnas está instalada no curso médio do rio Grande com 17.217 hm³ de volume útil de operação e 22.950 hm³ de capacidade total de armazenamento. Possui uma área inundada de 1440 km² e 220 km de extensão. O principal objetivo do reservatório é gerar energia elétrica, sendo assim, seu nível de água tem a tendência de não sofrer fortes oscilações. Porém, devido aos baixos índices de precipitação entre os anos 2013 e 2015 associados à demanda crescente de água e energia, a recarga hídrica do reservatório foi afetada. Neste contexto, o trabalho busca avaliar a variação de área alagada e volume do reservatório ao longo dos anos 2013 e 2015 mediante uso de geotecnologias. A característica multiespectral das imagens de satélite permite monitorar a variação da lâmina d'água de lagos, rios e represas. O trabalho foi dividido em duas etapas: a primeira etapa foi buscar informações na web, informações do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), e no boletim trimestral do Sistema Furnas, visando à obter dados dos volumes armazenados, perfil de chuvas e cota do reservatório. Na segunda etapa foi realizada a aquisição das imagens e processamento das mesmas. As imagens processadas mostram que a área alagada pela represa em 2013 era de 1134,13 km² e com a estiagem passou para 770 km², representando redução de 33% de área alagada.
PALAVRAS–CHAVE: Geotecnologias, Furnas, seca.

EVALUATION OF WATER MIRROR IN FURNAS RESERVOIR BETWEN 2013 AND 2015 USING LANDSAT 8 IMAGES

ABSTRACT: The Furnas dam it is installed in the medium course of the Grande River with 17.217 hm^3 of useful volume of operation and 22.950 hm^3 of total capacity of storage. It has a flooded area of 1440 km^2 and 220 km of extension. The main goal of the reservoir is to generate electric energy, therefore, the water level has the tendency of not suffering strong oscillations. However, with the low rates of precipitation between the years 2013 and 2015 associated with the growing demand of water and energy, the water recharge of the reservoir was affected. In this context, this paper seeks to assess the variation of the flooded area and the reservoir volume over the years 2013 and 2015 using geotechnologies. The multispectral

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

characteristic of satellite images allows monitoring the variation of the water mirrors in lakes, rivers and dams. This paper was divided in two stages: the first stage was look for information on the National Electric System Operator page and, the quarterly newsletter from the Furnas System to obtain data for stored volume, rain profile and elevation of the reservoir. The second stage was the images acquisition and processing. The processed images shows that the flooded area by the dam in 2013 was 1134,13 km^2 and with the drought this area was reduced to 770 km^2 representing a reduction of 33% in the flooded area.
KEYWORDS: Geothecnologies, Furnas, drough

INTRODUÇÃO

O manejo adequado dos recursos hídricos requer um conjunto de informações em um contexto dinâmico sobre o funcionamento destes sistemas no interior da bacia hidrográfica (LOPES et al., 2014).

O conjunto dos aspectos físico e naturais das bacias hidrográficas produz consequências diretas e indiretas sobre o seu sistema hídrico. A qualidade da água de mananciais que compõem uma bacia hidrográfica está relacionada com a quantidade de chuva, uso da terra na bacia e com o grau de controle sobre as fontes de poluição. (RIBEIRO et al., 2013).

Vilela (2010) ressalta a dificuldade na realização de monitoramento e análises técnicas de campo nos recursos hídricos devido aos elevados custos financeiros e a dificuldade de acesso em determinadas áreas. Neste aspecto, o sensoriamento remoto se solidifica como ferramenta essencial de análise e avaliação de sistemas aquáticos, uma vez que fornece visão ampla e periódica da região de estudo, com menor curso.

O processo de avaliação e monitoramento da superfície da Terra por imagens de satélite tem se tornado uma importante ferramenta uma vez que fornecem dados temporais que permitem levantamento e acompanhamento periódico da informação.

A análise temporal é fundamental para acompanhar ou detectar a evolução ou mudanças que ocorrem na Terra, principalmente para alvos mais dinâmicos, como as culturas agrícolas, os desmatamentos e desastres ambientais, todos com forte impacto ambiental (MENESES & ALMEIDA, 2012). O sistema hídrico é influenciado, principalmente, pela precipitação e o uso e ocupação do solo da região.

No caso das represas, essa dinâmica é ainda mais evidente, permitindo, a avaliação e monitoramento mais eficaz através de geotecnologias. A utilização de produtos de sensoriamento remoto e outras geotecnologias para auxiliar no monitoramento das águas superficiais de usos múltiplos, desperta grande interesse na sociedade como um todo, uma vez que possibilita a avaliação e monitoramento da quantidade e qualidade desse recurso (NOVO, 2005).

O objetivo deste trabalho foi quantificar, utilizando imagens Landsat-8, a área alagada e estimar a redução do volume de água entre os anos 2013 e 2015.

MATERIAL E MÉTODOS

A represa de Furnas (Figura 1) está localizada no curso médio do Rio Grande. É o maior reservatório da cascata de usinas hidrelétricas instaladas no Rio Grande. Devido à sua extensão máxima de 220 km, esse reservatório atinge 31 municípios mineiros,

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

desempenhando papel fundamental em diversos segmentos da economia desses municípios (Boletim de Monitoramento do Reservatório de Furnas, 2015).

Este trabalho foi dividido em duas etapas, a primeira foi dedicada à busca de dados secundários públicos e gratuitos, acessados na web, que caracterizam a represa quanto a sua cota, capacidade de armazenamento e precipitação em datas próximas às datas das imagens. Na segunda, foi realizado a aquisição e processamento das imagens usando o software SPRING 5.2.3.

Para associar as informações de baixa precipitação com a redução do volume armazenado pelo reservatório foi necessário buscar informações na página do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que forneceu dados comparativos quanto ao volume útil armazenado em Furnas entre os anos de 2013 e 2015 (Figura 2).

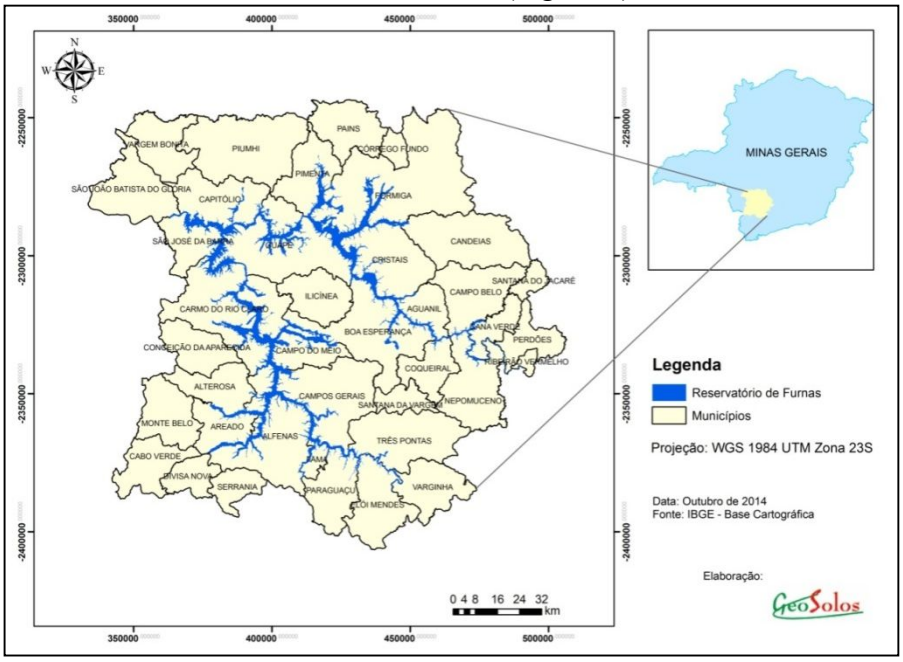


Figura 1 – Mapa de localização do reservatório de Furnas. Fonte: Base cartográfica do IBGE

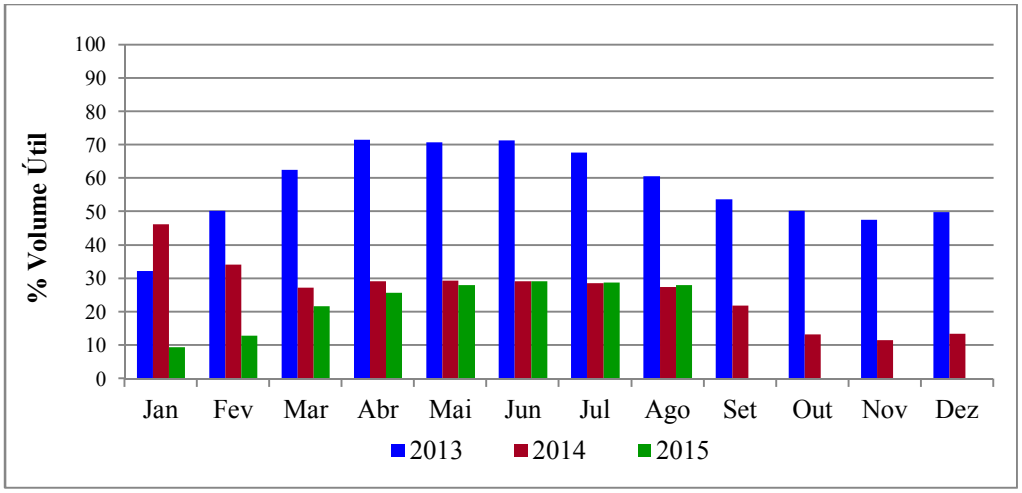


Figura 2 – Volume útil do Reservatório de Furnas com relação ao volume total no período de janeiro de 2013 a agosto de 2015.

As informações técnicas acerca do reservatório de Furnas foram obtidas na página web da própria empresa (www.furnas.com.br). Os valores de cotas foram obtidos na página web da Agência Nacional de Águas (ANA), através do Boletim de Monitoramento do Reservatório de Furnas. Estes foram utilizados para estimar a redução do volume de água armazenado.

As imagens utilizadas foram Landsat 8 OLI/TIRS, datadas de 26 de abril de 2013 e 06 de agosto de 2015, órbita/ponto: 219/74 e 219/75, disponibilizadas gratuitamente na página web do USGS (U.S. Geological Survey). Cada órbita do Landsat 8 imageia uma faixa no terreno de 170 km x185 km. As órbitas tomadas no mesmo dia se distanciam entre si de 2.875 km, sendo necessários 16 dias para concluir o recobrimento total do globo.

A escolha das imagens foi influenciada pela qualidade das mesmas, bem como levando em consideração o intervalo de tempo entre elas, de modo que representasse a represa em condições normais (2013) e outra agravada pela estiagem (2015).

As imagens foram processadas usando o software SPRING 5.2.3, através do processo de classificação automática, por máxima verossimilhança, seguida por correção manual. O SPRING é um Sistema de Informações Geográficas (SIG) desenvolvido para aplicações em Agricultura, Floresta, Gestão Ambiental, Geografia, Geologia, Planejamento Urbano e Regional com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta à banco de dados espaciais. Este *software* integra a categoria de software livre, com distribuição gratuita via web (http://www.inpe.br/spring).

O produto gerado, após correção, foi importado para o *software* ArcGIS 10.2 onde foram produzidos os mapas temáticos e quantificadas as áreas do reservatório nos anos 2013 e 2015.

Para estimar o volume útil acumulado assumiu-se a fórmula de um tronco de pirâmide, como apresentado na Equação 1, considerando a altura (h) como a diferença de cota entre os níveis do reservatório de cada ano divulgadas pela Agência Nacional de Águas (ANA) através do Boletim de Monitoramento do Reservatório de Furnas, e as áreas calculadas das imagens após processamento, sendo S_b a área menor, referente à área de 2015 e S_B área maior, referente à 2013 (Tabela 1).

$$V = \frac{h}{3}(S_B + \sqrt{S_B.S_b} + S_b) \quad (1)$$

Tabela 1– Associação de dados das imagens aos dados do Boletim

	Dados das imagens processadas	**Boletim de Monitoramento***	
Data da Imagem	**Área Calculada (km²)**	**Cota (m)**	**% do Volume útil**
Abril de 2013	1134,13	764,31	71,51
Agosto de 2015	770,27	757,23	28,81

* Dados acessados na web

Fonte: Boletim de Monitoramento do Reservatório de Furnas (2015)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em abril de 2013, o reservatório apresentava capacidade de 71,51%, mês posterior a temporada de chuvas. Em agosto de 2015, a capacidade do reservatório passou para 28,81%. Esta redução da capacidade pode ser associada com o declínio da taxa de precipitação média anual na região. O perfil de chuvas entre os anos 2013 e 2015 foi considerado abaixo da média de longo termo na bacia do Rio Grande (Figura 3).

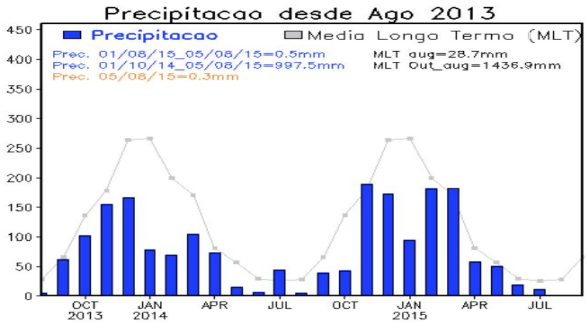


Figura 3 – Evolução da precipitação média na bacia do Rio Grande
Fonte: Boletim de Monitoramento do Reservatório de Furnas (2015)

Os estudos sobre o clima regional comprovam que não é apenas a falta de chuvas a responsável pela oferta insuficiente de água na região, mas também sua má distribuição, associada a uma alta taxa de evapotranspiração, que resultam no fenômeno da seca (CIRILO et al, 2007 citado por BRITO, 2008). Segundo dados históricos da ONS, a partir de 2012 a precipitação na região começou a diminuir, acentuando-se em 2014, sendo este fator essencial para a baixa recarga do reservatório de Furnas em 2015.

O reservatório de Furnas chegou a registrar 13,72% de seu volume útil em agosto de 2001 quando aconteceu uma acentuada estiagem. Neste ano foi necessário até mesmo racionamento de energia elétrica por parte da população, conhecido também como "ano do apagão". Fenômeno contrário aconteceu em 2009, segundo os registros da ONS, a máxima capacidade do reservatório aconteceu em março de 2009 atingindo a 99,26% do seu volume útil. É possível associar a falta ou excesso de chuva com a capacidade útil do reservatório no mesmo ano.

A característica multiespectral das imagens de satélite permite monitorar a variação da lâmina d'água de lagos, rios e represas (FLORENZANO, 2011). As imagens processadas mostram que a área alagada pela represa em 2013 era de 1134,13 km² e com a estiagem de 2014 passou para 770,27 km², representando redução de 32,08% de área alagada. A redução da lâmina d'água entre os anos 2013 e 2015 (Figura 4) pode afetar as atividades produtivas do estado de Minas Gerais, principalmente as atividades à beira da represa e a produção de energia elétrica.

Através das áreas calculadas, foi possível estimar uma redução do volume de água acumulado, chegando-se a 6.700 km³. A título de comparação, esse volume equivale a 2.680.000 piscinas olímpicas, assumindo que cada uma tenha em torno de 2500 m³. Isso demonstra que o declínio da taxa de precipitação média anual na região influenciou diretamente o volume acumulado pelo reservatório.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

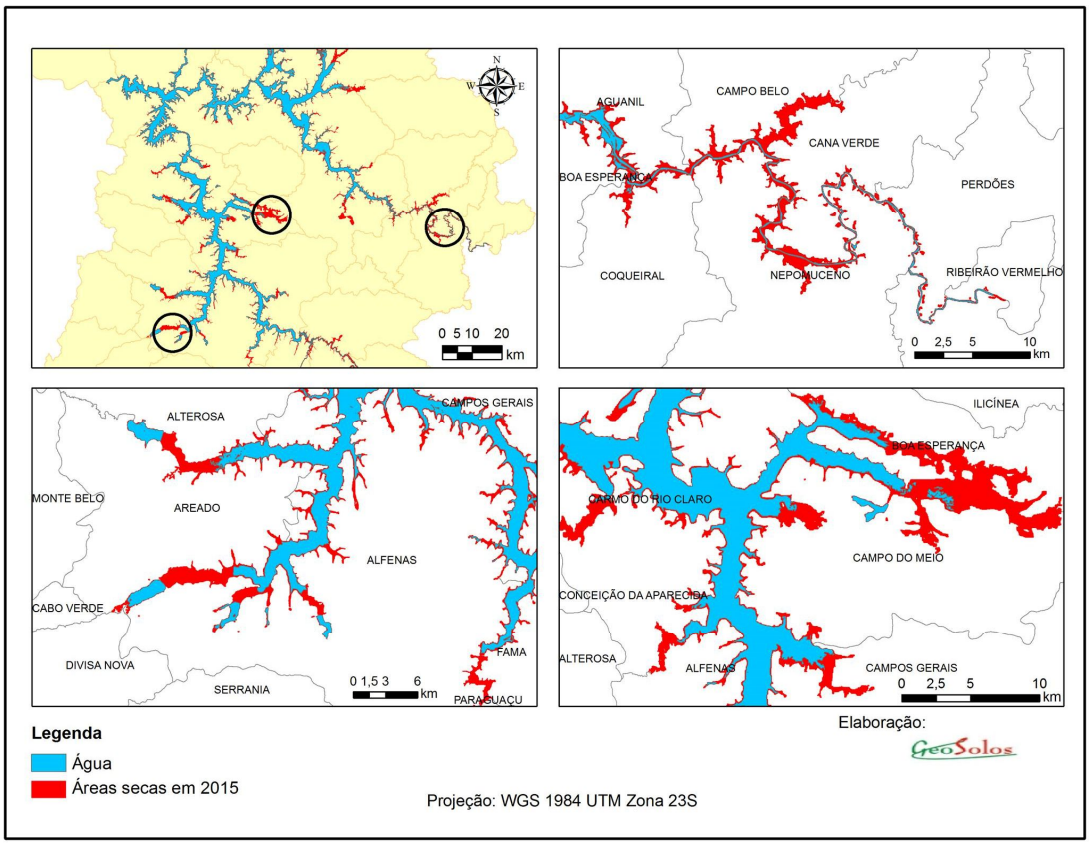


Figura 4 – Redução da lâmina d'água no reservatório de Furnas, 2013 e 2015.

CONCLUSÃO

O monitoramento através de imagens de satélite permite avaliar os níveis de água do reservatório ao longo dos anos, servindo de suporte para as tomadas de decisões. Foi possível avaliar a espacialização da redução da lâmina d'água na região de abrangência do reservatório de Furnas entre dois anos, identificando áreas mais críticas que podem refletir nas atividades dos municípios do entorno da represa.

Agradecimentos:
Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelas bolsas concedidas, à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Embrapa Café e à Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela infraestrutura para o desenvolvimento do estudo.

REFERÊNCIAS

BOLETIM DE MONITORAMENTO DO RESERVATÓRIO DE FURNAS. Brasília, v.1, n. 02, jun. 2013. Disponível em <http://arquivos.ana.gov.br/saladesituacao/BoletinsMensais/Furnas/Boletim_Monitoramento_Furnas_2013_06.pdf>. Acesso em 15 de setembro de 2014.

BOLETIM DE MONITORAMENTO DO RESERVATÓRIO DE FURNAS. Brasília, v. 3, n.9, p. 1-13, set. 2015. Disponível em < http://arquivos.ana.gov.br/saladesituacao/BoletinsMensais/Furnas/Boletim_Monitoramento_Furnas_2015_09.pdf >. Acesso em 29 de setembro de 2015.

BRITO, G. L. M; SCHUSTER, H. D. M; SRINIVASAN, V. S. **Estimativa da taxa de recarga na bacia sedimentar do Rio do Peixe no semi árido paraibano pelo método do Balanço Hídrico Sequencial Diário (BALSEQ).** In: XV Congresso Brasileiro De Águas Subterrâneas (ABAS), 2008, São Paulo – SP. Anais (Suplemento) nov. 2008**.** Disponível em <http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewF ile/23692/15765>. Acesso em 17 de Setembro de 2014.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3ed. ampl. e atual. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LOPES, F.B; BARBOSA, C. C. F; NOVO, E.M.L de M; *et al.* **Modelagem da qualidade das águas a partir de sensoriamento remoto hiperespectral.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.18, (Suplemento), p.S13–S19, 2014.

MENESES, P. R; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto.** Universidade de Brasília, Brasília, 2012**.**

NOVO, E. M. L de M. Sensoriamento **Remoto Aplicado à Ecologia Aquática**. In: ROLAND, F.; CESAR, D.; MARINHO, M. (Orgs) Lições de Limnlogia. São Carlos: RIMA, 2005. p 418-432.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). Disponível em <http://www.ons.org.br/historico/percentual_volume_util.aspx>. Acesso em 15 de Setembro de 2014.

RIBEIRO, M.J.P; D'LAURO, A; ANDRADE, D; SAMPAIO, R. **Os impactos ambientais na bacia hidrográfica do Rio do Cobre em Salvador, Bahia: utilização do geoprocessamento na avaliação de impactos ambientais.** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves – RS, Anais nov. 2013.

SISTEMA FURNAS DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO (FURNAS). Disponível em <http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/usina_hidr_furnas.asp>. Acesso em 16 de Outubro de 2014.

VILELA, M.A.M.A. **Metodologia para Monitoramento da qualidade da água de reservatórios utilizando sensoriamento remoto. 2010.** 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia – MG, 2010.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDO CAUSADO POR UM TRATOR AGRÍCOLA ACOPLADO A UMA COLHEDORA DE MILHO

Claudio Magela Soares[1]; Flávio Alves Damasceno[2]; João Antônio Costa do Nascimento[3]; Gabriel Chaves Moreira[4]; Jeferson Francisco Fagundes[5]; Leonardo Schiassi[6].

[1] Mestrando em Tecnologia de Produção Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62) 9327-4402, claudiomagela@gmail.com
[2] Prof. Dr., Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1481, flavio.damasceno@deg.ufla.br;
[3] Graduando em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, (35) 9718-3643, jacostadonascimento@zootecnia.ufla.br;
[4] Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35) 8851-4254, gabrielchaves01@hotmail.com;
[5] Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35) 9120-0073, iamjeeh@hotmail.com;
[6] Prof. Dr., Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, (35) 9976-5897, leonardoschiassi@deg.ufla.br.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O presente trabalho busca avaliar e comparar os níveis de ruído durante uma operação agrícola, para que, assim, em situação real de trabalho no campo, sejam feitas as devidas análises dos riscos a que estão os operadores agrícolas. Para realização dos ensaios, utilizou-se um trator (75 cv) e uma colhedora de milho sem carga. O experimento foi conduzido no município de Corumbá de Goiás - GO, durante o mês de julho de 2015. Os dados de nível de ruído foram coletados (3 repetições) utilizando um decibelímetro digital, sendo coletados em área livre de obstáculos com dimensões de 40 x 40 m, solo coberto com capim. O trator acoplado à colheitadeira foram colocados no centro desta área. O nível de ruído foi coletado tomando como base o Ponto de Referência do Assento (PRA), na altura média do ouvido do operador, e distribuindo os pontos de coleta de 5 em 5 m em relação ao PRA. Os tratamentos utilizados foram: variação da rotação do motor de 1600, 1700, 1800 e 2000 rpm; tomada de potência (TDP) e tomada de potência econômica (TDPE). Em relação às médias dos níveis de ruído, a média dos valores em todos os tratamentos testados encontra-se muito elevados, ultrapassando os limites estipulados pela norma brasileira, gerando grande desconforto ao operador.
PALAVRAS–CHAVE: máquinas agrícolas, ruído, ergonomia.

EVALUATION OF NOISE LEVEL CAUSED BY AGRICULTURAL TRACTOR COUPLED TO A CORN HARVESTER

ABSTRACT: This study aimed to evaluate and compare the noise levels generated during agricultural operations, so that the appropriate to be therefore able to conduct the risk analyses be made in real-life field conditions, and propose risk analysis that agricultural operators are submitted. The experiment was conducted in Corumbá de Goiás - GO, during July, 2015. Noise level data were collected (3 repetitions) using a digital noise meter, being collected in area free of obstacles with dimensions of 40 x 40 m, and soil covered with grass, The tractor and the corn harvester were placed in the center of the area. The noise level was collected on the basis the Seat Reference Point (PRA), the average height of the operator's ear, and distributing the collection points in 5 x 5m compared to the PRA. The treatments were: engine speed range of 1600, 1700, 1800 and 2000 rpm; power take off (PTO) and making economic

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

power (TDPE). The average noise levels are very high in all treatments, exceeding the limits established by the Brazilian standard, creating great discomfort to the operator.
KEYWORDS: agricultural machinery, noise, ergonomics.

INTRODUÇÃO

A mecanização agrícola é essencial na agricultura, ajudando a garantir melhores índices de produção e produtividade. As máquinas garantem maior velocidade e uniformidade de trabalho, permitindo a utilização de maiores áreas e também maior qualidade das lavouras (Oliveira Junior et al., 2011).

Com a crescente modernização do meio rural, podem-se notar certas desvantagens no processo de mecanização, que afeta diretamente a saúde do operador, que fica exposto à poeira, insolação, vibração, calor, gases do motor, insetos, defensivos agrícolas, e um forte ruído provindo dessas máquinas. Entre os fatores ergonômicos que prejudicam os operadores das máquinas, o ruído pode ser considerado um dos principais, com o agravante de existirem poucos trabalhos desenvolvidos para a avaliação deste parâmetro e suas implicações na saúde ocupacional (Cunha & Teodoro, 2006). As alterações provocadas pelo nível de ruído não tem efeitos imediatos, mas acumulativos e vão se estabelecendo com o tempo: hipoacusia, desiquilíbrios psíquicos e doenças degenerativas (Noronha et al., 2005).

No Brasil existe a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que possui inúmeras normas a respeito de medição de ruído em máquinas, sendo as principais para máquinas agrícolas: NBR 9.999 (1987): "Medição do nível de ruído, no posto de operação, de tratores e máquinas agrícolas" e NBR – 10.400 (1988): "Tratores Agrícolas – Determinação das Características Técnicas e Desempenho".

O nível de ruído próximo ao ouvido do operador na jornada de trabalho é um dos fatores, que devem ser avaliados em sistemas produtivos com intenso uso de máquinas. Estudos evidenciam que as pessoas expostas a níveis de ruído acima de 80 dB(A), em uma jornada diária de trabalho (8 horas), podem perder até 20% da audição (Baesso et al., 2008). Merlluzi et al. (1987) afirmaram que a exposição a ruídos ocupacional 85 dB(A) pode modificar o liminar auditivo de certa porcentagem da população exposta ao ruído. O nível do ruído próximo ao ouvido do operador na jornada de trabalho é um dos fatores, que devem ser avaliados em sistemas produtivos com intenso uso de máquinas.

Simone et al. (2006) citam que os ruídos vêm de diferentes fontes nas máquinas agrícolas. O escape que causa ruído de grande intensidade é responsável por 45 a 60% do ruído total. As demais fontes são: aspiração com 15 a 20%, ventilador com 12 a 20%, e vibração, com 15 a 20% do ruído total.

Souza & Leviticus (1995) estudando tratores agrícolas com potência maior que 68 cv, constataram que a presença da cabine de proteção contribui para minimizar o nível de ruído no ouvido de operadores. Concluíram que a presença desta, que até 1984 era considerada como simples acessório, foi um fator relevante no isolamento acústico no posto de trabalho dos operadores.

Segundo Zoppello et al. (1995), nos implementos tracionados à maior exigência de potência do motor. Nas máquinas acionadas pela tomada de potência, este aumento é causado, principalmente, pelos órgãos adicionados. Estudando o risco auditivo de trabalhadores expostos a diversos níveis de ruído.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar e comparar os níveis de ruído durante uma operação agrícola com um trator acoplado a uma colhedora de milho com diferentes condições de operações: variação da rotação do motor, tomada de potência e tomada de potência econômica.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no município de Corumbá de Goiás – GO (15º 56' 00" de latitude S e 48º 48' 00" de longitude W), situado à 109 km de distância de Goiânia, durante o mês de julho de 2015. O clima da região é tropical, com estações definidas, inverno seco e verão úmido, com a temperatura media de 22,7 °C e pluviosidade média anual de 1.513 mm.

Neste estudo, utilizou-se um trator agrícola (Valtra®, mod. A750, 75 cv) com 276 horas trabalhadas, cuja macha lenta estava calibrada a 800 rpm. Neste trator foi acoplado uma colhedora de milho (Jumil®, mod. JM 350) que possuía as seguintes características: colhedora de uma linha apenas, produção de 25 à 30 sacas/hora, altura do corte entre 300 à 600 mm, com a largura do bico coletor de 530 mm, rotação do motor e roletes 800 à 1000 rpm, velocidade do trabalho 4 à 5 km/h e capacidade de carga de 400 Kg (Figura 1).



(a) (b)

Figura 1. Trator e colhedora de milho utilizados neste estudo.

Para avaliar o nível de ruído médio ao conjunto trator agrícola e colhedora de milho, utilizou-se um decibelímetro (classificação tipo II), sendo coletados em área livre de obstáculos com dimensões de 40 x 40 m, solo coberto com capim. O trator acoplado à colheitadeira foi colocado no centro desta área, sendo que no momento das coletas, a colhedora de milho não possuía carga.

Para a obtenção do nível de ruído gerado pelo conjunto trator e colhedora de milho, foram realizadas medições dos níveis de ruído, com o trator parado. Essa avaliação permitiu quantificar a contribuição do motor em operação no ruído total do do trator agrícola e determinar os níveis de ruído a que estão sujeitos os trabalhadores, próximos ao trator.

O nível de ruído foi coletado tomando como base o Ponto de Referência do Assento (PRA), na altura média do ouvido do operador, e distribuindo os pontos de coleta de 5 em 5 m em relação ao PRA, conforme o esquema apresentado na Figura 2. Em cada ponto, foram realizadas três leituras para cada condição.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

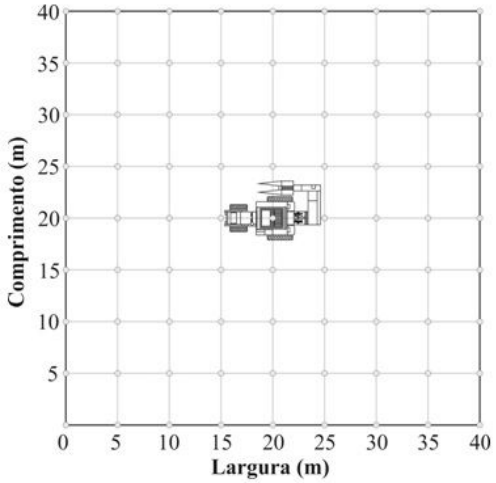


Figura 2. Esquema ilustrativo dos pontos de coleta de ruído ao conjunto trator e colhedora de milho na área experimental. Unidade: m.

Os tratamentos avaliados foram:

a) Variação da rotação do motor de 1600, 1700, 1850 e 2000 rpm
b) Variação na tomada de potência: tomada de potência normal (TDPN) e econômica (TDPE).

Para o estudo da variação nos níveis de ruído em função do raio de afastamento, foram ajustadas equações de regressão para o conjunto ensaiado. Desta forma, foi possível determinar os níveis de ruído a que estão sujeitos os operadores e também aos mais próximos ao conjunto trator e colhedora de milho. As avaliações foram baseadas no método descrito na NBR-9999 (ABNT, 1987). Segundo esta norma, na posição e momento do ensaio de medição do nível de ruído, a temperatura ambiente deve estar entre -5 e 30 ºC e a velocidade do vento deve ser inferior a 5,0 m s^{-1}. No momendo da coleta de dados, as condições eram satisfatórias no momento da avaliação, com temperatura do ar variando entre 22 e 27 ºC, umidade relativa de 50% e velocidade do vento variando entre 0,5 a 1,7 m s^{-1}. Estas variáveis foram coletadas utilizando um Anemômetro termohigrômetro (precisão de 3,0 %). Todo o procedimento foi repetido 3 vezes.

De posse dos dados de ruído e distância em relação ao conjunto trator e colhedora de milho, foram construídas superfícies de resposta, utilizando-se o programa SigmaPlot®, versão 12.0.

Para análise do ruído, o experimento foi montado num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial (4 x 2): quatro rotações do motor (1600, 1700, 1800 e 2000 rpm) e duas tomada de potência: tomada de potência normal (TDP) e econômica (TDPE). Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas utilizando-se o teste Tukey, a 0,05 de probabilidade.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3, tem-se os níveis de ruído médio - dB(A) emitido pelo conjunto trator e colhedora de milho com diferentes: rotações do motor (Figura 3a) e tomada de potência (Figura 3b).

Como pode ser observado na Figura 3, não houve diferença significativa (p > 0,05) entre os níveis de ruído médio para diferentes rotações do motor e tomada de potência do conjunto trator e colhedora de milho. Contudo, o maior nível de ruído era esperado com o trator a funcionando com maior rotação do motor (2000 rpm) entre os dados analisados.

O nível de ruído encontrado neste estudo para rotações do motor avaliadas apresentou valor médio e desvio padrão de 79,3 ± 5,0 dB(A), 79,4 ± 5,1 dB(A), 79,5 ± 5,0 dB(A) e 79,8 ± 5,0 dB(A). Estes valores são inferiores aos níveis de ruído médio encontrados por Oliveira Júnior et al. (2011) ao avaliar os níveis de ruído emitidos por um trator em distintas operações agrícolas, em diferentes raios de afastamentojunto ao ouvido. Segundo esses autores, o nível de ruído médio emitido pelo trator durante a operação com arado de discos, grade e semeadora foram 88,5 dB(A), 90,0 dB(A) e 92,1 dB(A), respectivamente.

Souza et al. (2004), estudando a relação declividade e velocidade de deslocamento na emissão de ruídos por uma recolhedora-trilhadora de feijão, determinaram que próximo à posição do operador e do ensacador, o nível de ruído reduz conforme há aumento da velocidade.

Cortez et al. (2008) avaliando o aumento da rotação do motor do trator, observou que esta operação pode acarretar aumento no nível de potência sonora, mas, somente em rotações extremas (2.200 rpm). Neste caso, o operador estaria sujeito à condição de estresse, podendo trabalhar apenas 6 horas por dia sem o uso de protetor auricular.

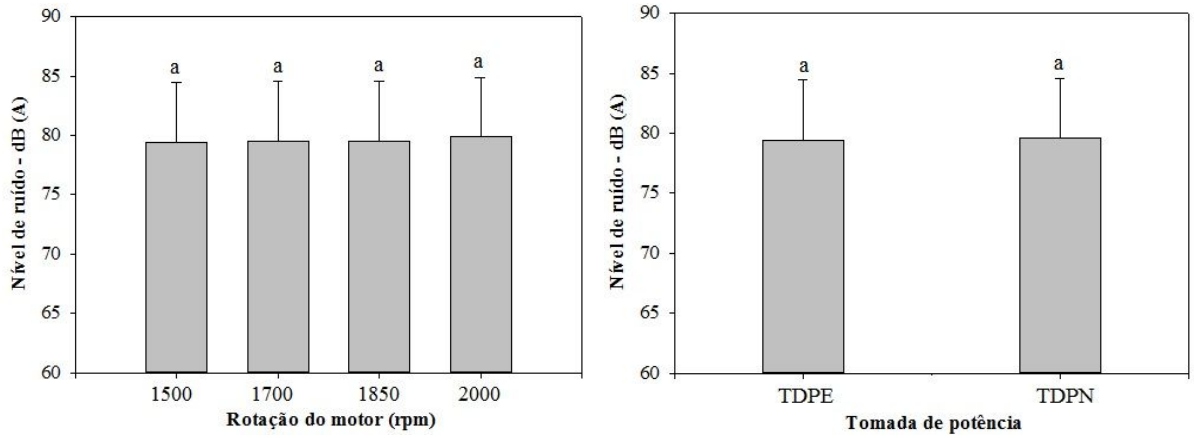


Figura 3. Níveis de ruído médio - dB(A) emitido pelo conjunto trator e colhedora de milho com diferentes: a) rotações do motor e b) tomada de potência. Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas Figuras 4 e 5, têm-se a distribuição espacial do nível de ruído médio - dB (A) para diferentes variações da rotação do motor e variações tomada de potência do conjunto trator e colhedora de milho na área experimental. Conforme pode ser observado, os níveis de ruído mais elevados encontra-se em um raio de aproximadamente cinco metros em relação ao Ponto

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

de Referência do Assento (PRA) e acima desta distância a emissão de ruído está abaixo do limite proposto pela norma brasileira pertinente.

Segundo LIMA et al. (1998), a fonte de maior ruído está diretamente ligada à localização do motor e à saída do coletor dos gases de exaustão, e que quanto maior a potência do motor do trator maior era o nível do ruído emitido.

De acordo com a norma brasileira vigente (NR 15), o valor limite é de 85 dB para uma exposição máxima de 8 horas de trabalho, sem que seja necessário o protetor auricular. Deste modo, pelas Figuras 4 e 5, percebe-se que próximo a cabine do trator, em todos tratamentos avaliados neste estudo, apresentaram níveis de ruído acima do permitido pela norma pertinente.

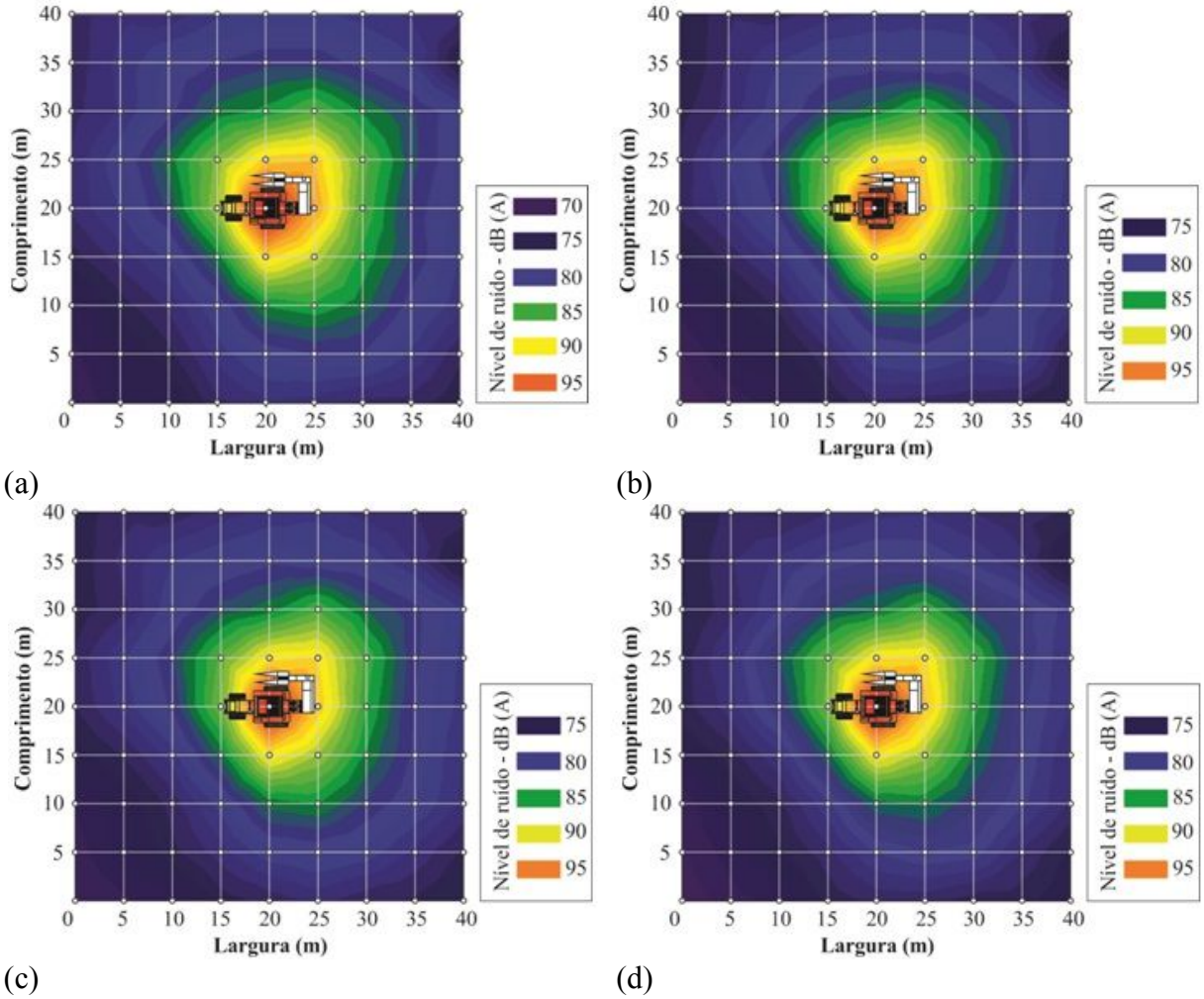
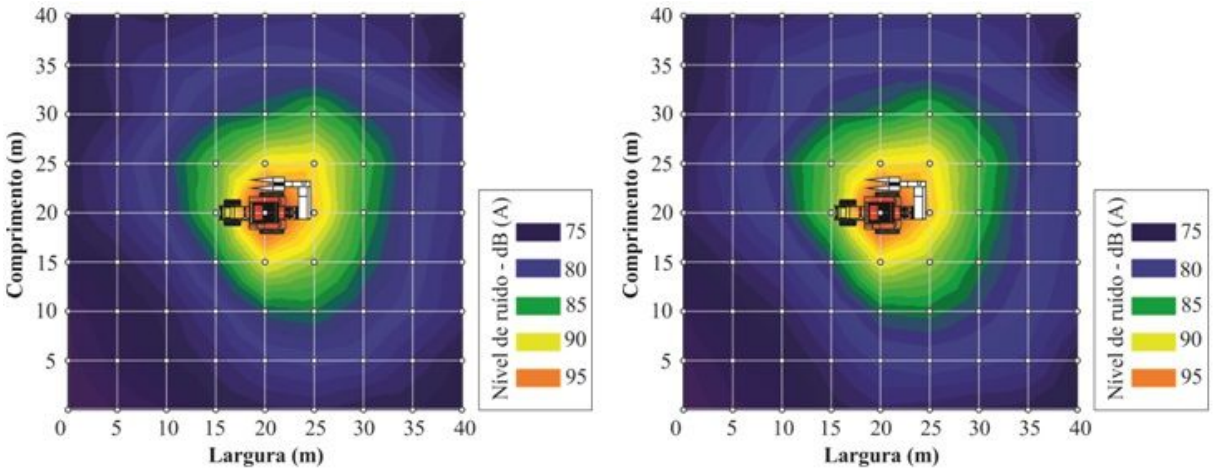


Figura 4. Distribuição espacial do nível de ruído médio - dB (A) para diferentes variações da rotação do motor de (a) 1600, (b) 1700, (c) 1850 e (d) 2000 rpm do conjunto trator e colhedora de milho na área experimental.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



(a) (b)

Figura 5. Distribuição espacial do nível de ruído médio - dB (A) para diferentes variações tomada de potência: a) tomada de potência normal (TDPN) e b) econômica (TDPE) do conjunto trator e colhedora de milho na área experimental.

CONCLUSÃO

O nível de ruído não aumenta com o incremento da rotação do motor ou , sendo que em todas situações, deve-se trabalhar com proteção auricular, devido ao nível de ruído próximo ao ponto de referência do assento exceder 85 dB(A).

Os maiores valores de ruído foram encontrados na posição traseira do trator, posição de acoplamento da colhedora de milho. Até um raio de cinco metros o nível de ruído foi acima de 85 dB(A).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro ao projeto.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - **NBR 9999: Medição do nível de ruído, no posto de operação de tratores e máquinas agrícolas**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987. 21 p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - **NBR 10.400 - Tratores Agrícolas - Determinação das Caracteristicas Técnicas e Desempenho**. 1988.

BAESSO, M.M.; TEIXEIRA, M.M.; RODRIGUES JUNIOR F.A.; MAGNO JUNIOR, R.G.; FERNANDES, H.C. Avaliação do nível de ruído emitido por um conjunto trator-pulverizador com e sem assistência de ar. **Engenharia na Agricultura**, v.16, n.4, p.400-407, 2008.

CORTEZ, J. W. et al. Nível de pressão sonora em tratores agrícolas com e sem cabine. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n. 73, p. 28-30, 2008.

CUNHA, J.P.A.R.; TEODORO, R.E.F. Avaliação do nível de ruído em derriçadores e pulverizadores motorizados portáteis utilizados em lavouras de café. **Bioscience Journal**, v.22, n.3, p. 71-77, 2006.

LIMA, J. S. S.; FERNANDES, H. C.; VITÓRIA, E. L. Determinação do nível de ruído e identificação da fonte e tratores florestais**. Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n. 2, p. 55-61, 1998.

MERLUZZI, F.; DIGHERA, R.; DUCA, P. Soglia uditiva di lavaratirinon espositi a rumore professionale: valore de riferimento. **La Medicina Del Lavoro**, Roma, v. 6, n.78, p. 427-440, 1987.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO (MTE). Atividades e operações insalubres (115.000-6): NR-15. Disponível em: < http://portal.mte.gov.br> Acesso em: 19 agosto 2015.

NORONHA, E.H.; TRAVAGLIA FILHO, U.J.; GARAVELLI, S.L. **Quantificação dos níveis de ruídos num estande de tiros da PM do Distrito Federal**. Centro de Ciências de Educação e Humanidades – CCEH Universidade Católica de Brasília. v.1, n.3, 2005.

OLIVEIRA JÚNIOR, A.; CUNHA, G. S.; CUNHA, J. P. A. R. Avaliação dos níveis de ruído emitido por um trator agrícola em diferentes operações mecanizadas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.12, p. 1-13. 2011

SOUZA, L.H.; VIEIRA, L.B.; FERNANDES, H.C.; LIMA, J.S.S. Níveis de ruído emitidos por uma recolhedora-trilhadora de feijão. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.3, p.745-749. 2004.

SIMONE, M.; DRAGHI, L.; HILBERT, J.; COLLAZO, D. J. **El tractor agrícola: fundamentos para su selección y uso**. Mendoza: INTA, 2006. 256 p.

SOUZA, E.G.; LEVITICUS, L.I. **Analysis of sound level from Nebraska tractor test data**. Lincon: Nebraska Power Laboratory, 1995. 21 p.

ZOPPELLO, G., MONARCA, D., CECCHINI, M. Aziende agricole, il rischio da rumore. **Macchine e Motori Agricoli**, v.2, n.10, p.9-16, 1995.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL POLUIDOR DO PERCOLADO GERADO EM LISÍMETROS DE GRANDES DIMENSÕES

DÉBORA DE MELO FRANCO[1], RODRIGO CÉSAR DE VASCONCELOS DOS SANTOS[2], CARSON DOS SANTOS NEVES[3]

[1]Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária – UFLA, deborahmelo_4@hotmail.com tel (35) 9701-2172
[2] Engenheiro Ambiental e Sanitarista – UFLA, Mestrando em Engenharia Agrícola – UFLA, drigovasc@hotmail.com tel (35) 9823-7441
[3] Graduando em Engenharia Ambiental – UFLA, carson_ba@hotmail.com tel (35)9150 - 8215

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Na busca de solucionar a problemática do "lixo" urbano nos últimos anos, o aterro sanitário tornou-se a forma de disposição final mais segura utilizada pelas cidades brasileiras. No entanto, aterros sanitários apresentam algum risco de contaminação do solo e da água subterrânea. Este trabalho objetivou caracterizar o percolado gerado por RSU compactados em seis lisímetros expostos ao tempo, com diferentes pesos específicos e composições gravimétricas. Os resíduos foram pesados e misturados com diferentes porcentagens de matéria orgânica, rejeito e reciclável, seguindo uma ordem para um conjunto de seis lisímetros, que foram monitorados por meio de amostras coletadas quinzenalmente. Monitorou-se nitrogênio total Kjeldahl, nitrato e fósforo total. Verificou-se uma maior concentração de nitrogênio total Kjeldahl e fósforo nos lisímetros com maior concentração de matéria orgânica, fato este explicado por esta ser constituída de proteínas, as quais possuem nitrogênio e fósforo em sua constituição. Já o nitrato teve certa oscilação que pode ser explicada pela variação da chuva, capaz aerar o sistema. Conclui-se que os valores de nitrogênio total Kjeldahl e fósforo são maiores nos lisímetros que apresentam maior quantidade de matéria orgânica. Além disso, outro fator de grande influência é a incidência de chuva, que tem o potencial de diluir o percolado.
PALAVRAS–CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos, Percolado, Biodegradação.

POTENTIAL ASSESSMENT POLLUTER LEACHATE GENERATED IN LARGE LYSIMETERS

ABSTRACT: In the quest to solve the problem of "junk" city in recent years, the landfill has become a form of final disposal safer used by Brazilian cities. However, landfills have some risk of contamination of soil and groundwater This study aimed to characterize the leachate generated by MSW compressed into six lysimeters exposed to the weather, with different specific gravities and gravimetric compositions. The residues were weighed and mixed with different percentages of organic material, waste and recyclable, following an order for a set of six lysimeters were monitored using samples collected biweekly. Monitored is the total Kjeldahl nitrogen, nitrate and total phosphorus. There was a higher concentration of the total Kjeldahl nitrogen and phosphorus in the lysimeters with the highest concentration of organic matter, a fact explained by this consist of proteins, which have nitrogen and phosphorus in its constitution. But the nitrate had a certain oscillation that can be explained by rain, can aerate the system. It was concluded that the total nitrogen and phosphorus Kjeldahl values are higher in lysimeters with the greatest amount of organic matter. Furthermore, another major influencing factor is the incidence of rain, which has the potential to dilute the leachate.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

KEYWORDS: Urban Solid Waste, Slurry, Biodegradation

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos constitui um dos maiores problemas enfrentados pela humanidade nos últimos tempos. Na busca de solucionar a problemática do "lixo" urbano nos últimos anos, o aterro sanitário vem sendo a forma de tratamento e disposição final mais comumente empregado na maioria das cidades brasileiras. Apesar de ser considerada uma forma de disposição segura, aterros sanitários apresentam algum risco de contaminação do solo e da água subterrânea.

Nos aterros ocorre a formação do chorume, que é um líquido escuro de alto potencial poluidor formado pela digestão de matéria orgânica sólida, por ação de exoenzimas produzidas por bactérias. A função dessas enzimas é solubilizar a matéria orgânica para que possa ser assimilada pelas células bacterianas. Os fatores que influenciam a formação do chorume são umidade, topografia, índice pluviométrico e quantidade de matéria orgânica presente na massa de lixo.

O fluido produzido pela dissolução do chorume nas águas que percolam pela massa de resíduos, advindas da infiltração de águas de fontes externas, tais como sistemas de drenagem superficial, chuvas, lençois freáticos e nascentes, é denominado de percolado ou lixiviado. Para o tratamento do percolado, é de suma importância o conhecimento das suas características qualitativas e quantitativas, que são variáveis devido a fatores como: diferentes constituintes dos resíduos, forma de operação e idade do aterro, também em relação aos fatores climáticos, no caso, precipitação e temperatura (MORAES, 2006).

Desta forma, entende-se que o estudo da variação da composição química do percolado gerado ao longo do tempo é de extrema importância para a determinação de parâmetros necessários para um eficiente tratamento do efluente gerado.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Caracterização dos lisímetros

Os lisímetros foram construídos em escala laboratorial devido à possibilidade do controle e monitoramento das diversas variáveis envolvidas em um aterro sanitário.

O projeto está sendo desenvolvido no Laboratório de Engenharia Ambiental e Sanitária, do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (DEG/UFLA), no município de Lavras/MG, com coordenadas geográficas locais de 21°14' e 45°00', para latitude e longitude, respectivamente e altitude de 920 metros. O clima, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cwa (temperado com verões quentes e úmidos e invernos secos e frios). De acordo com Brasil, 1992, a temperatura média anual do ar é de 19,4 ºC e o total anual médio de precipitação de 1530 mm.

Para o desenvolvimento do projeto foram construídos seis lisímetros simulando a situação de resíduos compactados em aterros sanitários, sendo 3 (três) lisímetros com resíduos compactados a 3 kN/m³ e 3 (três) lisímetros com resíduos compactados a 5 kN/m³. Estes foram manufaturados em PVC rígido, com diâmetro de 50 cm e altura de 112 cm, perfazendo um volume total de 220 litros, com volume útil de 180 litros. O tubo de PVC rígido foi

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

parafusado em uma chapa também de PVC rígido e vedada com silicone industrial em suas junções. Cada lisímetro possui um tubo e um registro, para drenagem do percolado que é coletada a cada 15 dias para realização das análises propostas.



Figura 1- Esquema dos lisímetro

2. Resíduos usados na compactação

Foram usados os resíduos sólidos urbanos provenientes de uma Usina de Triagem e Compostagem (UTC) do município de Nazareno-MG e a matéria orgânica do município de Lavras-MG. Esses resíduos foram pegos separadamente (papel, plástico, papelão, metais, rejeito e matéria orgânica) de forma a controlar corretamente a porcentagem de cada material a ser inserido nos lisímetros, e assim obter a quantidade desejada de matéria orgânica em cada protótipo de aterro sanitário, utilizando com amostra padrão comcomposição gravimétrica indicada por Franco, 2012.

3. Camada de drenagem do percolado

A camada de drenagem foi feita na base do lisímetro, na qual foi utilizada brita número 1, com uma espessura de 5 cm.

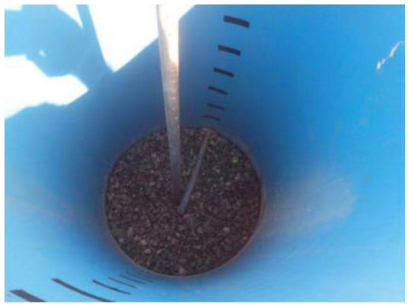


Figura 2 - Esquema mostrando a camada de drenagem do percolado

4. Preenchimento dos lisímetros

Para montagem do experimento, os resíduos foram inseridos da base para o topo, sobre uma camada de brita, usada para a drenagem do percolado. A coluna, com 90 cm de altura útil, foi dividida em 9 partes de 10 cm cada, para controle da compactação. Esta foi feita de forma manual por meio de um soquete, cujo intuito foi atingir os pesos específicos de 3 e 5 kN/m³. Com base no peso específico e no volume de cada camada, pesou-se a quantidade desejada de cada material e misturou até ficar bem homogeneizado. Posteriormente a amostra foi lançada nos lisímetro, obedecendo à quantidade exata para cada camada, e compactados.

Para auxiliar na compactação foi colocado água nos lisímetros, para assim

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

reduzir seu volume, cujo intuito era atingir 5kN/m³. Nos lisímetros compactados a 3kN/m³ não precisou de colocar água.

Logo após o término da colocação dos RSU, uma camada de solo foi compactada manualmente com ajuda do soquete, de forma a representar a camada de cobertura de um aterro sanitário. Em seguida, colocou-se um solo agricultável sem compactação de modo que ficou com porosidade apropriada para o cultivo da vegetação de cobertura, neste caso uma gramínea.



Figura 3- Esquema do enchimento e compactação dos resíduos sólidos urbanos nos lisímetros

5. Composição dos resíduos

Para composição dos componentes das amostras ensaiadas utilizou-se como base a composição gravimétrica indicada por Franco (2012), que estudou a caracterização física dos resíduos no sul de Minas Gerais. A seguir são apresentadas as composições das amostras de resíduos compactadas em cada um dos lisímetros.

6. Coleta e análise das amostras

Está sendo realizada amostragem quinzenalmente. Para a caracterização das amostras, as variáveis:nitrogênio total Kjeldahl(NTK), nitrato e fósforo total estão sendo analisadas no Laboratório de Engenharia Ambiental e Sanitária.Esses parâmetros estão sendo analisados logo após a coleta das amostras nos lisímetros. Já o volume de percolado produzido está sendo mensurado diariamente de forma a ser comparado com a precipitação diária obtida através da estação meteorológica da UFLA, localizada do lado de onde o experimento foi montado, cujo intuito será fazer um balanço hídrico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se uma maior concentração de nitrogênio total Kjeldahle e fósforo nos lisímetros com maior concentração de matéria orgânica, fato este explicado por esta ser constituída de proteínas, as quais possuem nitrogênio e fósforo em sua constituição. Já o nitrato teve certa oscilação que pode ser explicada pela variação da chuva, capaz aerar o sistema.

Está faltando alguns dados para o lisímetro L 203, isso se deu por não ter ocorrido produção de percolado, consequentemente não foram feitas as análises para esse lisímetro.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1 Dados das análises de nitrogênio

Lisímetros	13/03/2015	30/03/2015	13/04/2015	27/04/2015
205(mg/L)	76,49	14,57	107,44	60,1
405(mg/L)	68,38	29,14	34,6	45,52
605(mg/L)	140,22	91,05	106,54	145,69
203(mg/L)	Em cosntrução	16,36	Não produziu	Não produziu
403(mg/L)	Em cosntrução	81,95	63,74	198,5
603(mg/L)	Em cosntrução	92,87	147,52	213,07

Tabela 2 Dados das análises de nitrogênio

Lisímetros	18/05/15	01/06/15	15/06/15	07/07/15
205(mg/L)	249,51	219,90	152,98	51,90
405(mg/L)	Não produziu	Não produziu	Não produziu	Não produziu
605(mg/L)	632,35	599,61	565,47	546,341
203(mg/L)	Não produziu	Não produziu	Não produziu	Não produziu
403(mg/L)	506,73	484,89	488,05	540,88
603(mg/L)	677,46	519,00	519,03	360,59

Tabela 3 Dados das análises de fósforo

Lisímetros	18/05/15	01/06/15	15/06/15	07/07/15
205(mg/L)	5,75	14,4	29	0,45
405(mg/L)	Não produziu	Não produziu	Não produziu	Não produziu
605(mg/L)	87,5	227,9	353,16	126,5
203(mg/L)	Não produziu	Não produziu	Não produziu	Não produziu
403(mg/L)	12	16	17,25	10,5
603(mg/L)	74	43,5	32,5	13

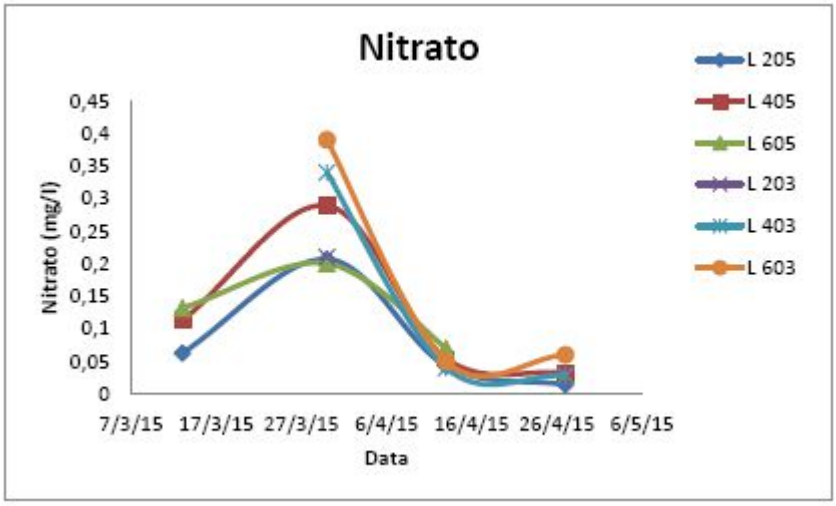


Figura 4 – Comportamento do nitrato ao longo do tempo

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

Conclui-se que os valores de nitrogênio total Kjeldahle fósforo são maiores nos lisímetros que apresentam maior quantidade de matéria orgânica. Além disso, outro fator de grande influência é a incidência de chuva, que tem o potencial de diluir o percolado.

REFERÊNCIAS

FRANCO, C. S., **Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares e percepção dos hábitos no descarte no Sul de Minas Gerais**.
Lavras: UFLA, 2012, 157p. 32

MORAES, J.L., SIRTORI, C., PERALTA- ZAMARA, P.G. **Tratamento de chorume de aterro sanitário por fotocatálise heterogênea integrada a processo biológico convencional**, Quim. Nova, Vol. 29, No.1, 20-23, 2006.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E QUALIDADE DE ÓLEO DE CAFÉS DE BAIXA QUALIDADE

DANILO DA SILVA SOUZA[1], DANIELA MAZUCHELLI GARCIA[2], PRISCILA CARVALHO PUPIN[3]

[1] Danilo da Silva Souza,Universidade Federal de Lavras,(35)9232-3123, danilosouza0495@gmail.com
[2] Daniela Mazuchelli Garcia, Universidade Federal de Lavras, danielamazuchelli@gmail.com
[3] Priscila Carvalho Pupin, Universidade Federal de Lavras, priscilapupin11@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O óleo de café é rico em matéria insaponificável, sendo os esteróis o principio ativo de propriedades cosméticas desejáveis. Com o aumento da demanda por cafés de qualidade surge a possibilidade de utilizar grãos de café verde, preto e ardido, indesejáveis para produção de bebida de qualidade. O objetivo do presente trabalho está sendo a verificação do rendimento da extração química, com solventes orgânicos, de café de bebida mole (CBM), café bebida rio (CBR) e café resultante de processos de classificação (CPVA), bem como a caracterização os óleos obtidos. O experimento está sendo desenvolvido no Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras. Estão sendo utilizadas amostras destes cafés (CBM, CBR e CPVA) torrados e não torrados. A extração dos óleos está sendo realizada por meio do sistema soxhelt utilizando os solventes orgânicos hexano e etanol. Para caracterização da qualidade dos óleos obtidos serão avaliados: índice de acidez (IA), índice de peróxido (IP), índice de saponificação (IS), índice de iodo (IO), pelo método de Wijis eíndice de refração (IR). Com o desenvolvimento deste trabalho é esperado a obtenção de parâmetros que forneça novas alternativas para tomada de decisão de outros usos para cafés de baixa qualidade. Com a retirada desses cafés do mercado, possibilitará o aumento da qualidade dos cafés comercializados.

PALAVRAS–CHAVE: Café, extração química, triglicerídeos.

THE PERFORMANCE ASSESSMENT AND QUALITY OF LOW QUALITY COFFEE OIL

ABSTRACT: The coffeeoil is rich in unsaponifiable matter, being sterols the active principle of wanted cosmetic properties. With increasing demand for qualitycoffee arises the possibility of using green coffee beans, black and burned, undesirable for the production of quality drink. The purpose of this job is the verification of the chemical extraction yield organic solvents, soft drink coffee (SDC) coffee drink river (CDR) and resulting coffee classification processes (RCCP), as well as characterizing the oils obtained. The experiment is being developed in the Laboratory Oils, Fats and Biodiesel Federal University of Lavras. Are being used samples of these cafes (SDC, CDR and RCCP) roasted and unroasted. The extraction of oil is being carried out through the system soxhelt using organic solvents hexane and ethanol. To

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

characterize the quality of the oils obtained will be assessed: acidity index (AI), peroxide value (PV), saponification index (SI), iodine value (IV) at Wijis method and refractive index (RI). With the development of this work is expected to obtain parameters that provide new alternatives for decision-making of other uses for low-quality coffee. With the withdrawal of these cafes in the market, it will increase the quality of marketed cafes.

KEYWORDS: Coffee, chemical extraction, triglycerides.

INTRODUÇÃO

Apesar de o café ser um item tradicionalmente importante na dieta brasileira, ele não teve a sua origem no Brasil. Registros indicam que ele é originário da antiga Abissínia, atual Etiópia, país localizado na África Central. Foi na Arábia, entretanto, que a sua cultura foi desenvolvida em escala um pouco mais comercial. O nosso país produz dois tipos de café, o arábica e o conilon (robusto). O arábica apresenta uma produção de aproximadamente 75% da produção nacional, enquanto o conilon fica com os 25% restantes (QUEIROZ, 2008).

A produção e consumo de café vem crescendo consideravelmente nos últimos anos. O Brasil, maior produtor e exportador mundial de café, tendo produzido no ano de 2014 45.346.000 (volume em mil sacas de 60 Kg) e exportado 33.108.433 (volume em mil sacas de 60 Kg) no mesmo ano, gerando uma receita de 6.041.101 (receita em mil U$$), sendo o segundo maior consumidor do mundo, consumindo 81 litros/habitantes.ano, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Café.

O alto valor desta planta reside quase que exclusivamente da sua semente. Dessas, retiram-se os óleos voláteis que são conhecidos e utilizados desde a antiguidade por suas propriedades biológicas, especialmente antibacterícidas , antifúngicas e antioxidantes (DANG et al., 2010; FERREIRA et al., 2012; SOUZA et al., 2007).

O óleo de café verde (café não torrado) é bastante rico em material insaponificável, e os componentes presentes na fração insaponificável, principalmente os esteróis, têm o principio ativo de propriedades cosméticas desejáveis, como: retenção de umidade, penetração na pele, aderência, etc. Sendo entre os óleos vegetais um dos mais indicados para tratamentos de beleza.

Geralmente os óleos vegetais são extraídos por prensagem, cujo rendimento não é tão alto, ou por meio de extração com solventes orgânicos, como o hexano, que extraem totalmente o óleo (SANDI, 2003).

A sustentabilidade tem aparecido em fóruns mundiais como uma opção para suprir as necessidades atuais da sociedade sem comprometer as gerações futuras. Várias ações estão relacionadas a essa forma de utilizas os recursos naturais de maneira inteligente. Seguindo essa tendência de utilização consciente dos bens naturais, fazem-se necessários estudos que aumentem a possibilidade de utilização de resíduos a fim de se tornarem produtos ambientalmente vantajosos. A partir daí, com os dados relacionados á produção de resíduos chamados de defeitos provenientes

A sustentabilidade tem aparecido em fóruns mundiais como uma opção para suprir as necessidades atuais da sociedade sem comprometer as gerações futuras. Várias ações estão relacionadas a essa forma de utilizar os recursos naturais de maneira inteligente. Seguindo essa tendência de utilização consciente dos bens naturais, fazem-se necessários estudos que

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

aumentem a possibilidade de utilização de resíduos a fim de se tornarem produtos ambientalmente vantajosos. A partir daí, com os dados relacionados a produção de resíduos provenientes do manejo de menor qualidade do café, visando a utilização do óleo dos defeitos do café.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram obtidos grãos de café de bebida mole (CBM), grãos de café de bebida rio (CBR), grãos de café verde (C2) e grãos de café ardido (C1) resultantes de um processo de classificação (CPVA). Desses grãos obtidos, uma parte dos grãos foi levada para trituração em um liquidificador industrial, outra parte dos grãos passou por uma torra média no patrão do sistema Agtron / SCAA Classification nº55 (Figura 1), e posteriormente triturados, o que não foi possível fazer com os grãos de café resultantes de um processo de classificação.



Figura 1. Café torrado no patrão Agtron / SCAA Classification nº 55

Desses grãos torrados e não torrados foram separados para a extração química, com solventes orgânicos, hexano (H) e etanol (E). Sendo assim, foram extraídos óleos de seis matérias primas do café: grão de café de bebida mole não torrado (CBM), grão de café de bebida rio não torrado (CBR), grão de café resultante de um processo de classificação (CPVA) ardido (C1) e verde (C2), grão de café de bebida mole torrado (CBM.T), grão de café de bebida rio torrado (CBR.T) conforme esquemas descritos abaixo (Figura 2) e (Figura3), assim de verificar o rendimento das extrações e caracterizar a qualidade dos óleos.

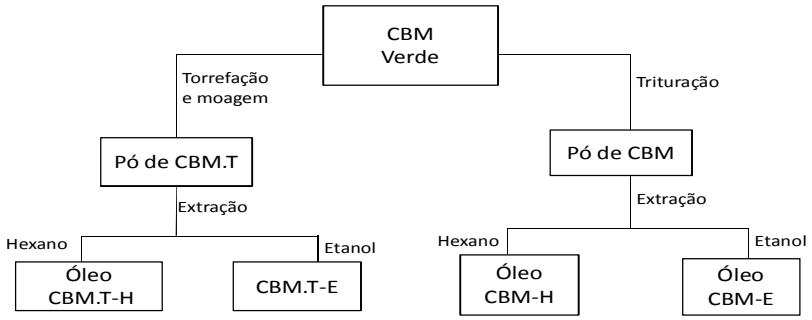


Figura 2.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

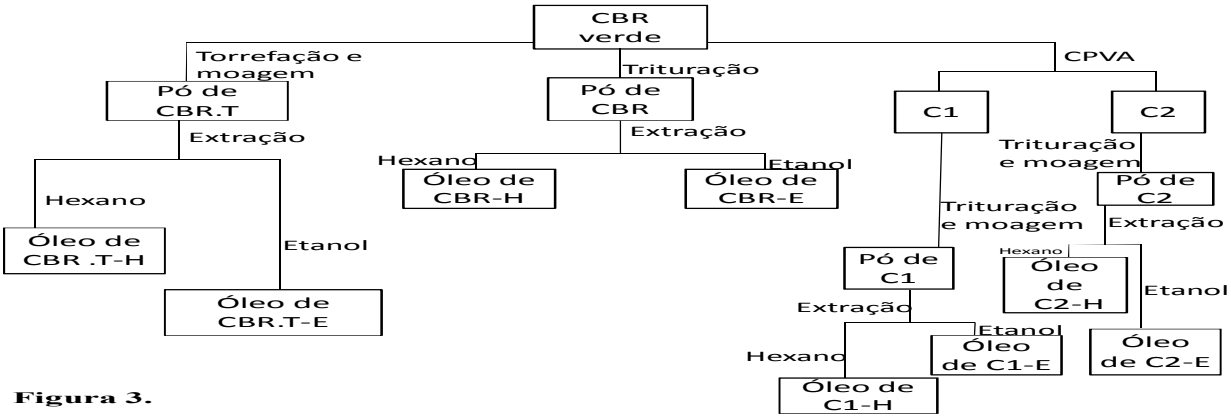


Figura 3.

O processo de extração realizado no Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras, utilizando hexano e etanol como solventes em extrator Soxhlet. O método por extração sólido-líquido, em extrator Soxhlet, é um dos mais relatados para café. O método da Association *of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1965) sugere que os lipídeos sejam extraídos por repetidas lavagens com solvente orgânico, em aquecimento sob refluxo. A amostra foi colocada em filtro de papel, que é introduzido na câmara de extração, entre o condensador e o balão contendo o solvente. A base do balão é aquecida e logo o solvente começa a evaporar, condensando para gotejar no filtro que contém a amostra. Na Figura 4 está ilustrado o extrator Soxhlet.



Figura 4. Extrator Soxhlet

Após a extração, os solventes hexano e etanol foram evaporados por rotoevaporação em cerca de 75ºC e 87ºC respectivamente, os solventes foram recolhidos para sua reutilização. Foi deixado em repouso para evaporação de qualquer resíduo em estufa á 70ºC por 12 para hexano e 80ºC por 20h para etanol. Essa metodologia foi repetida para cada uma dessas matérias primas. Os óleos obtidos foram caracterizados quanto a sua qualidade, medindo-se o teor de ácidos graxos livres (IA), e a oxidação do óleo (IP). Foram realizados também os testes laboratoriais de matéria insaponificável (IS), o grau de insaturação de cada óleo (IO). Também foi medido o grau de saturação das ligações (IR), e por fim foi realizado o de teor de óleo.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos em testes de extração dos óleos utilizando-se o sistema Soxhlet, com solventes orgânicos hexano e etanol, estão representados na Figura 5.

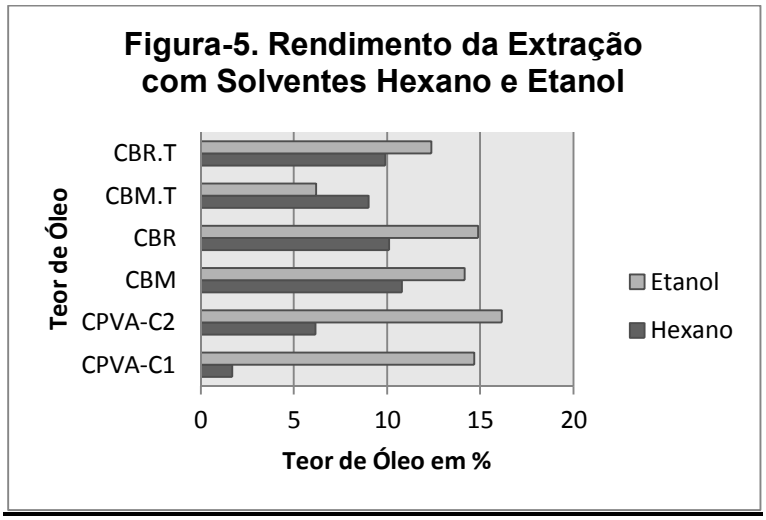


Figura 5. Rendimento da extração solventes orgânicos hexano e etanol

Os rendimentos de extração com etanol se mostraram mais eficientes, exceto, no CBM-T. No entanto, após a extração com o solvente etanol apresentou complicações para efetuar sua recuperação, dentre elas: maior tempo de recuperação, formação de uma espécie de "bala" no momento da recuperação, e o óleo fixava-se ao balão no momento em que se chegava ao fim da recuperação. Com esses problemas, teve-se uma perda significativa de óleo, tendo que executar o processo mais vezes que o esperado.

Os resultados obtidos nos testes laboratoriais seguem nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Resultados dos testes de qualificação dos óleos extraídos com solvente orgânico hexano

	CBM-H	CBM.T-H	CBR-H	CBR.T-H	C1-H	C2-H
IA	4,064	4,445	4,302	7,339	14,619	4,451
IP	0,917	4,726	0,551	2,092	2,107	3,214
IS	177,7	177,36	174,321	187,105	88,676	392,277
IO	150,769	93,893	161,862	87,734	92,424	109,680
IR	22,566	27,666	22,433	23,966	24,233	24,466

Tabela 2. Resultados dos testes de qualificação dos óleos extraídos com solvente orgânico etanol

	CBM-E	CBM.T-E	CBR-E	CBR.T-E	C1-E	C2-E
IA	10,364	16,657	8,1132	13,22	19,655	8,388
IP	0	0	0	0	0	0
IS	115,010	164,5	147,03	161,720	70,112	68,277
IO	46,649	77,868	52,737	126,269	162,032	40,139
IR	1,472 nD	1,467 nD	1,470 nD	1,466 nD	1,479 nD	1,479 nD

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

	26,73ºC	22,5ººC	26,13ºC	26,2ºC	26,2ºC	26,36ºC

Unidades: índice de acidez (MG de NaOH/g de óleo); índice de peróxido (meq por 1000g de amostra); índice de saponificação (mg de base/g de óleo).

Observa que o teor de ácidos graxos livres dos óleos extraídos com hexano são menores do que os óleos extraídos com etanol.

Observou-se que o índice de peróxido que não houve variação na extração com solvente orgânico etanol, diferente dos óleos extraídos com hexano.

Observa-se também que o teor de matéria insaponificável dos óleos, como já esperado, foi alto comparado a outros óleos vegetais.

CONCLUSÕES

Pode-se dizer que a extração feita com solvente etanol é mais eficiente. Porém, os óleos extraídos com solvente etanol foram de menor qualidade comparado aos óleos extraídos com hexano.

Tem-se por vantagem também as extrações com solvente etanol dos grãos de café provenientes de um processo de classificação, tendo os teores de óleo mais eficientes em relação á extração com o solvente orgânico hexano.

REFERÊNCIAS

DANG, Y. Y. et al. **Preparative isolation and purification of six volatile compounds from essential oil of Curcuma wenyujin using high-performance centrifugal partition chromatography. Journal Separation Science, Weinheim**, v. 33, n. 11, p. 1658-1664, 2010.

FERREIRA, S. R. S. et al. **Supercritical fluid extraction from spent coffee grounds and coffee husks: antioxidant activity and effect of operational variables on extract composition**. Talanta, Amsterdam, v. 88, p. 544-552, 2012.

Luciano Luiz Silva. **Parametrização das condições de obtenção do extrato do café** Silva, L. L. et al. VERDE E TORRADO COM CO2 SUPERCRÍTICO.

QUIEROZ, J**. Abastecimento e segurança alimentar: o crescimento da agricultura e a produção de alimentos no Brasil**. Brasília/DF, 2008, 388p.

ROCHA, C. **Caracterização qualitativa de ácidos graxos como componentes dos óleos de grão de café verde, café torrado e borra de café.** 2013. VIII Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil 25 a 26 de Novembro. Salvador/BA

SANDI, D. **Extração e óleos e diterpenos do café com CO2 supercrítico**. 2003. 155 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

TURATTI, J.M. **Extração e caracterização de óleo. II Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil**. ITAL-AV.Brasil, 2880,Campinas-SP.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE DESAGUAMENTO DOS RESÍDUOS GERADOS NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA UFLA

FERNANDO NERIS RODRIGUES[1], DYEGO MARADONA ATAIDE DE FREITAS[2], RONALDO FIA[3], ANA CAROLINA VIANA[4], FERNANDA DE OLIVEIRA ARANTES[5]

[1]Engenheiro Ambiental e Sanitarista pelo Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG). Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Fone: (37) 9949-3212;

[2]Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário Salesiano de São Paulo (Unisal). Engenheiro Ambiental da Universidade Federal de Lavras;

[3]Engenheiro Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal (UFV). Doutor em Engenharia Agrícola (Recursos Hídricos e Ambientais) pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor do Departamento de Engenharia da UFLA;

[4]Graduanda Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), carol-viana@hotmail.com;

[5]Graduanda Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), feolivarantes@gmail.com.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O presente trabalho apresenta a proposta da utilização de um sistema de desaguamento composto por um adensador e leitos de secagem convencionais, como tratamento preliminar para os resíduos gerados na estação de tratamento de água da Universidade Federal de lavras. Para tanto, a pesquisa se constituiu nas seguintes etapas: a) coleta, caracterização e adensamento dos resíduos da ETA; b) desidratação dos resíduos em leitos de secagem convencionais; c) caracterização físico-química do percolado gerado no processo de desidratação dos resíduos. Os resultados da caracterização do resíduo bruto indicaram que o mesmo não se enquadra nas normas vigentes de lançamentos de efluentes, o que causa dano ao corpo receptor. O sistema de desaguamento composto pelo adensador e leitos de secagem teve um desempenho satisfatório, pois reduziram o volume de lodo o que propiciou o aumento do teor de sólidos no mesmo. O tempo de sete horas adotado para a detenção do resíduo no adensador promoveu de forma satisfatória o adensamento dos resíduos, aumentando a concentração de sólidos totais de 1.441 mg L^{-1} para 109.073 mg L^{-1}. Os leitos de secagem tiveram desempenho satisfatório, pois proporcionaram aumento no teor de sólidos dos resíduos de 10,7% para 39% e 35% nos leitos 1 e 2, respectivamente em 27 dias. Os leitos de secagem reduziram as concentrações de poluentes no percolado dos mesmos, contudo, algumas características excederam os padrões de lançamento de efluentes em cursos de água da legislação ambiental vigente, necessitando assim de tratamento complementar.

PALAVRAS–CHAVE: No máximo três palavras-chave, em letra minúscula, e separadas por vírgula.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DRAIN SYSTEM ASSESSMENT OF WASTE GENERATED IN THE WATER TREATMENT PLANT OF UFLA

ABSTRACT: This study presents the proposal of using a dewatering system consists of a conventional thickener and drying beds, as preliminary treatment for the waste generated in the water treatment plant at the Federal University of Lavras. Therefore, the research consisted of the following steps: a) collecting, characterization and density of waste from ETA; b) dewatering of waste in conventional drying beds; c) Physical and chemical characterization of the leachate generated in the waste dewatering process. The results of the characterization of the crude residue indicated that it does not fit the prevailing standards of effluent discharges, causing damage to the receiving body. The dewatering system consists of a conventional thickener and drying beds had a satisfactory performance because it reduced the sludge volume, which allowed increasing the solids content in it. The retention time of seven hours adopted in thickener promoted satisfactorily densification of waste, increasing the concentration of total solids of 1,441 mg L^{-1} to 109,073 mg L^{-1}. The drying beds adopted in the study were satisfactory performance because increase in the provided waste solids content of 10.7% to 39% and 35% in the beds 1 and 2 respectively for 27 days. The drying beds reduced the concentrations of pollutants in the leachate of them, however, some characteristics exceeded effluent discharge standards in water environmental legislation courses, thus requiring further treatment.
KEYWORDS: Thickener, drying bed, solid waste.

INTRODUÇÃO

Com o aumento da população nos centros urbanos, aumentou-se, consequentemente, a demanda por serviços em vários setores; um dos setores mais afetado foi o do saneamento básico. Ainda hoje, muitas cidades não possuem estruturas adequadas e suficientes para atender essa demanda de consumidores, causando muitos impactos no meio ambiente.

Assim, com o aumento da demanda por água potável, maior quantidade tem sido captada para os devidos processos de tratamento, sendo que nos sistemas convencionais há geração de resíduos, o chamado lodo de Estação de Tratamento de Água (ETA), cuja destinação final, na maioria das vezes, é a devolução direta ao curso d'água, sem tratamento algum, causando diversos impactos ambientais no meio ambiente, embora, existam resultados contraditórios em relação à toxicidade do lodo à biota aquática, outros impactos ambientais significativos têm levado os órgãos ambientais a exigirem das concessionarias de saneamento a implantação de alternativas de tratamento e disposição deste resíduo.

Diversas alternativas de disposição dos resíduos de ETA veem sendo estudadas, reuso para fins agrícolas, incorporação em matérias cerâmicos, disposição em aterros sanitários, no entanto o custo de disposição e transporte seriam elevados, em função inicialmente do volume gerado. A redução do volume, através da drenagem da água livre, e a secagem tornam-se soluções viáveis e desejáveis.

A desidratação ou remoção de uma parcela de água do lodo tem por objetivo a redução do volume. A remoção da água livre dos sólidos podem ser através de sistemas naturais (leitos de secagem, lagoas de lodo, bag's) e sistemas mecânicos (filtro prensa, prensa desaguadora, centrífuga e filtros a vácuo). Devem ser estudadas alternativas para solucionar o problema do

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

lodo em cada ETA, (Oliveira, 2010). A tecnologia de tratamento e disposição do lodo deve ser compatível com as condições locais, com a disponibilidade de área, localização, existência de mão-de-obra qualificada e principalmente ser técnica e economicamente viável.

Neste contexto o objetivo geral do trabalho foi avaliar um sistema de desaguamento composto por um adensador e leitos de secagem convencionais, como tratamento preliminar para os resíduos gerados na estação de tratamento de água da Universidade Federal de lavras. Para tanto, os objetivos específicos da pesquisa foram: a) coleta, caracterização e adensamento dos resíduos da ETA; b) desidratação dos resíduos em leitos de secagem convencionais; c) caracterização físico-química do percolado gerado no processo de desidratação dos resíduos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação de tratamento de água (ETA) da Universidade Federal de Lavras, sob responsabilidade da Diretoria de Meio Ambiente da UFLA, e nos Laboratórios de Análises de Água Residuária do Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária do Departamento de Engenharia da UFLA, latitude 21°14'S, longitude 42°00'W, altitude média de 918 m e clima Cwa, segundo a classificação de Köppen, (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

Sistema de adensamento e desidratação dos resíduos da ETA

Pelo fato de o lodo de ETA apresentar grande percentual de água em sua composição, antes de submeter o lodo da ETA/UFLA ao processo de desidratação, foi realizado o adensamento.

O sistema de adensamento utilizado foi por batelada. O volume de efluentes proveniente da limpeza dos filtros e do decantador foi enviado para um reservatório de fibra de vidro com capacidade de 15.000 L. O tempo necessário para sedimentação dos sólidos no reservatório/adensador descartou o volume sobrenadante, e uma nova carga foi lançada no adensador. O período de coleta e envio dos efluentes da ETA foi de 21/08/2014 a 26/09/2014. Após verificar que uma quantidade de resíduo havia adensado, o mesmo foi retirado do adensador e enviado para o sistema de desidratação.

Para desidratação do resíduo foram construídos dois leitos de secagem do tipo convencional. Foram construídos dentro de um ambiente protegido, em uma casa de vegetação, com intuito de melhor acompanhar o processo, pois as condições foram mais controladas, principalmente em relação às precipitações pluviais. Além disso, como o trabalho foi desenvolvido em um período considerado chuvoso na região, as precipitações poderiam ocasionar atraso no desenvolvimento da pesquisa.

Os materiais utilizados para construção dos leitos de secagem foram: dois reservatórios de polietileno com 1.000 L de capacidade, com drenos confeccionados em tubos de PVC de 40 mm de diâmetro perfurados (60 furos de 3 mm por m^2 de superfície de tubo); como meio filtrante, da base para a superfície, foi utilizada uma camada de brita tamanho 2 sobre os drenos com 0,10 m de espessura, uma camada de brita tamanho 0 com 0,10 m de espessura, uma camada de areia grossa (passada na peneira de 2 mm) com 0,15 m de espessura, e uma camada de tijolo refratário assentado sobre a areia (9 cm de largura, 20 cm de comprimento, e 5 cm de altura), e instalados com espaçamento de aproximadamente 1,5 cm entre cada um.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Para coleta do percolado gerado no processo foram utilizados dois reservatórios de 45 L.

Caracterização e monitoramento do resíduo e processos de desaguamento

Para a caracterização e monitoramento do processo de desidratação do resíduo, realizaram-se análises físicas e químicas do resíduo no início da desidratação, compostas por: demanda química de oxigênio (DQO), pelo método do refluxo fechado e colorimétrica; sólidos totais (ST), sólidos suspensos totais (SST), sólidos dissolvidos totais (SDT), sólidos voláteis totais (SVT) e sólidos fixos totais (SFT), por gravimetria. Diariamente, o resíduo em processo de secagem foi analisado quanto ao teor de ST, por gravimetria. Uma amostra composta do percolado, gerada no primeiro dia do processo de desidratação, foi analisada em termos de turbidez, cor, ST, SDT, SST, SDT, SFT e SVT, DQO, pelos métodos anteriormente citados, e potencial hidrogeniônico (pH), por potenciometria (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005). Optou-se por analisar o percolado apenas no primeiro dia por considerar que este foi o que apresentou a maior concentração de poluentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização e adensamento do resíduo

Na Tabela 13 estão apresentados os valores das características dos efluentes dos filtros e do decantador enviado para o adensador e características do resíduo já adensado. O período de coleta e envio dos efluentes da ETA foi de 21/08/2014 a 26/09/2014, sendo um volume coletado, 376,2 m³ efluente do filtro e 119,3 m³ efluente do decantador, totalizando de 495,6 m³.

Tabela 1 Características dos efluentes dos filtros e decantador enviados para o adensador, e características dos resíduos após o adensamento.

Parâmetros	Unidades	Efluente Filtro e Decantador*	Resíduo Adensado	Padrões de lançamento
Turbidez	NTU	893	-	-
Cor	UC	2036	-	-
pH		7,49	7,55	5 – 9[(1)]
S.Sed	$mL.L^{-1}$	94,26	1.000	1[(1)]
S.T	$mg.L^{-1}$	1441	109.073	-
S.D	$mg.L^{-1}$	505	1.561	150[(2)]
S.S	$mg.L^{-1}$	936	107.513	-
S.V	$mg.L^{-1}$	465,97	22.640	-
T.S	%	0,14	10,7	-
Fósforo	$mg.L^{-1}$	-	110	-
DQO	$mg.L^{-1}$	-	23.568	180[(2)]
Nitrogênio	$mg.L^{-1}$	-	44	20[(1)]

S.Sed: Sólidos sedimentáveis; S.T: Sólidos totais; S.D: Sólidos dissolvidos; S.S: Sólidos suspensos; S.V: Sólidos voláteis; T.S: Teor de sólidos;*média ponderada dos valores obtidos em função da vazão dos filtros e do decantador; [(1)] Resolução CONAMA nº 430/2011; [(2)] Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº01/2008.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Verifica-se que, com exceção do pH, todas as variáveis avaliadas nos resíduos gerados nos filtros e decantador e no lodo adensado, superaram os limites para lançamento de efluentes em cursos de água. Assim, quando a maioria das estações de tratamento de água não trata os resíduos e os depositam diretamente nos mananciais superficiais (RODRIGUES; HOLANDA, 2013) estão agredindo o ambiente.

O lançamento destes resíduos no meio ambiente pode causar uma série de impactos ambientais nos corpos receptores, como aumento da concentração de metais tóxicos e sólidos em suspensão, que prejudicam o ciclo de nutrientes, principalmente fósforo, possibilitando o desenvolvimento de condições anaeróbias em águas estacionárias ou de velocidade lenta; alteração na turbidez, cor, composição química; assoreamento dos corpos receptores; possibilidade de contaminação do lençol freático e aspecto visual desagradável (RICHTER, 2001).

Foi verificado que o tempo necessário para que os resíduos tivessem a concentração de sólidos aumentada no processo de adensamento por batelada, é de aproximadamente sete horas, adotando o critério visual, ou seja, quando foi verificado que o efluente havia clarificado. O efluente sobrenadante era descartado e uma nova carga de efluente era enviada para o adensador.

Pode-se verificar na Tabela 1 que o adensador foi eficiente no adensamento dos resíduos operando com sete horas de tempo de detenção hidráulica. O resíduo apresentou ao final do processo de adensamento 1000 mL L^{-1} de sólidos sedimentáveis, e teve seu teor de sólidos aumentado de 0,14 % para 10,7 % e a concentração de sólido totais de 1.441 mg L^{-1} para 109.073 mg L^{-1}. Achon, Barroso e Cordeiro (2008) precisaram de 24 horas para que o teor de ST se elevasse de 2 para cerca de 14% no resíduo de ETA disposto em leito de secagem. Nas primeiras cinco horas, o teor de ST se aproximou de 9%.

Monitoramento e caracterização do processo de desidratação

O processo de desidratação do resíduo no leito de secagem durou 27 dias entre as datas 6/10/2014 a 2/11/2014 (Figura 1). A carga de sólidos suspensos aplicada nos leitos foi de 31 e 30 kg m^{-2} de SS, nos leitos de secagem L1 e L2 respectivamente, cerca de duas vezes mais que os 15 kg m^{-2} definidos pela NBR 12.209 Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992).

Apesar das maiores taxas de resíduos aplicadas nos leitos, estes demonstraram eficientes na remoção de umidade e consequentemente no aumento dos teores de sólidos alcançando 38,7% e 35% em L1 e L2, respectivamente. No entanto, a eficiência poderia ter sido maior, se menores taxas superficiais de lodo no leito de secagem fossem aplicadas. Após sete dias de desidratação de lodo de ETA com sulfato de alumínio como coagulante, Achon, Barroso e Cordeiro (2008) verificaram que a concentração de sólidos totais foi de 30,6%. Com 21 dias o teor de ST foi de 80%.

Pode-se notar na Figura 1 que ocorreu um adensamento do resíduo no leito de secagem entre os dias 1 a 7 do período de desidratação, fato que prejudicou a eficiência do processo. O adensamento do lodo no leito de secagem dificulta a drenagem da água e aumenta o período necessário para a desidratação, que passa a ser mais dependente da evaporação.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

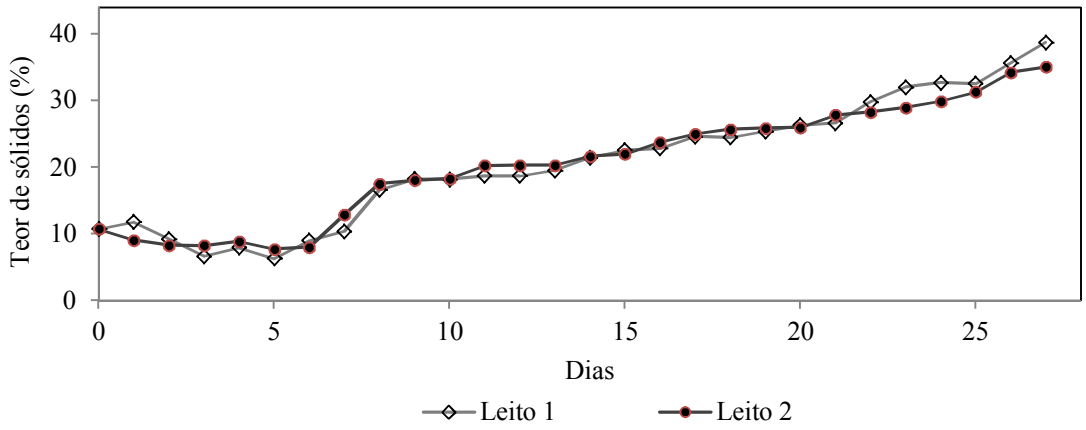


Figura 1 Monitoramento do processo desidratação do resíduo da ETA nos leitos de secagem.

Resultados encontrados em relação ao teor de sólidos ao final do processo de desidratação são superiores ao da afirmação de Reali (1999), na qual o autor diz que o objetivo do tratamento de lodos é remover água (desidratação), para reduzir o seu volume, visando obter um lodo com teor mínimo de sólidos da ordem de 20%. Isso resulta em uma maior facilidade no manuseio do lodo, viabiliza sua disposição final, e permite a reutilização da água separada, reduzindo as perdas que ocorrem nos processos de tratamento.

Dentre as variáveis monitoradas no percolado dos leitos de secagem quando comparados com os padrões de lançamento de efluentes em cursos de água, somente os sólidos dissolvidos, excederam os padrões de lançamento (Tabela 2). Ocorreu uma redução nos valores de todas as variáveis monitoradas, comparados aos do lodo adensado e aplicado nos leitos.

Tabela 2 Caracterização do percolado gerado durante o processo de desidratação do lodo da ETA da UFLA.

Parâmetros	Unidades	Percolado		Padrões de lançamento
		L1	L2	
Turbidez	Ntu	1,48	2,4	-
Cor	UC	7,76	7,10	-
pH		8,03	7,97	5 – 9[(1)]
S.Sed	$mL.L^{-1}$	<1	<1	1
S.T	$mg.L^{-1}$	160	163	-
S.D	$mg.L^{-1}$	155	153	150[(2)]
S.S	$mg.L^{-1}$	5,00	10	-
S.V	$mg.L^{-1}$	63	66	-
Fosforo	$mg.L^{-1}$	1,89	1,92	-
DQO	$mg.L^{-1}$	77,90	66,01	180[(2)]
Nitrogênio	$mg.L^{-1}$	27,72	22,18	20[(1)]

[(1)]Resolução CONAMA nº 430/2011; [(2)]Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº01/2008.

Os valores de sólidos totais obtidos no percolado, em comparação com o lodo bruto adensado, mostram relevante redução, uma vez que o leito de secagem convencional reduziu a concentração inicial, que no resíduo adensado era de 109.073 mg L^{-1} para uma concentração de 160 mg L^{-1}, para o leito 1 e de 163 mg L^{-1} para o leito 2. Esses resultados indicaram grande eficiência de remoção de sólidos totais, de 99% em ambos os leitos.

Ao reduzir a concentração de sólidos totais, promoveu, consequentemente, a redução da cor e turbidez. Esse decréscimo também ocorreu com relevante eficácia para ambos os leitos. A turbidez média do percolado foi de 1,5 UNT para o L1, e de 2,4 UNT para o L2, valores estes menores que os encontrados por Ferranti (2005), que analisando a turbidez do percolado gerado pela desidratação do lodo de ETA encontrou valores médios de 168 UNT, contudo a autora trabalhou com o leito de secagem adotando uma manta geotêxtil (bidim), como meio filtrante.

Em relação aos nutrientes, nitrogênio e fósforo, também ocorreu uma grande redução na concentração no percolado em relação ao resíduo adensado, em torno de 50% e 98% para nitrogênio e fósforo. A remoção foi devido aos processos físicos da filtração, sendo que provavelmente as maiores concentrações de nitrogênio e fósforo estavam presentes na fase sólida, removida por meio da filtração.

CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento do trabalho, pode-se concluir que os efluentes dos filtros e do decantador, e do resíduo adensado, indicou que estes têm grande potencial poluidor, e não devem ser lançados no ambiente sem tratamento prévio.

O tempo de detenção de sete horas adotado no adensador promoveu de forma satisfatória o adensamento do lodo, aumentando a concentração de sólidos totais de 1.441 mg L^{-1} para 109.073 mg L^{-1}, reduzindo o volume do leito de secagem.

Os leitos de secagem adotados no trabalho tiveram desempenho satisfatório, pois proporcionaram aumento no teor de sólidos dos resíduos de 10,7% para 39% e 35% nos leitos 1 e 2, respectivamente em 27 dias.

Os leitos de secagem reduziram as concentrações de poluentes no percolado dos mesmos. Porém, algumas características ainda excederam os padrões de lançamento de efluentes em cursos de água segundo a legislação ambiental vigente.

REFERÊNCIAS

ACHON, C. L.; BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J. S. Leito de drenagem: sistema natural para redução de volume de lodo de estação de tratamento de água. **Revista Engenharia Ambiental e Sanitária**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, 54-62, jan./mar. 2008.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington: American Public Health Association, 2005. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12209:** Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.12 p.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 92, 16 maio 2011. p. 89.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

FERRANTI, A. M. **Desidratação de lodos de tratamento de água.** 2005. 116 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta nº 1, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, Belo Horizonte, 07 maio 2008.

OLIVEIRA, N. S; **Estudo da secagem de lodo de estação de tratamento de água**. Dissertação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

REALI, M. A. P. Principais características quantitativas e qualitativas do lodo de ETAs. In: REALI, M. A. P (Coord.). **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 21-39.

RODRIGUES, L. P.; HOLANDA, J. N. F. Influência da incorporação de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades tecnológicas de tijolos solo-cimento. **Cerâmica,** São Paulo, v. 59, n. 352, p. 551-556, out./dez. 2013.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL APLICADO AO SETOR DE RECURSOS HUMANOS DO IFES - CAMPUS DE ALEGRE

RAYANE PROCOPIO ARTHUR[1], EDMILSON GERALDO BALBINO DA SILVA[2], SUSANA BRUNORO COSTA DE OLIVEIRA[3]

[1] Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Ifes Campus de Alegre, (28) 3552-8131, rayaneprocopio@hotmail.com
[2] Graduando do curso superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Ifes Campus de Alegre, (28) 3552-8131, ebalbino93@gmail.com
[3] Doutora, Ifes Campus de Alegre, (28) 3552-8131 r. 208, sbrunoro@ifes.edu.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A organização de uma empresa e de seus departamentos depende das informações que são adquiridas e administradas.A quantidade de informações que é gerada, em muitos casos, impede sua adequada organização e tratamento das com segurança. Nesta perspectiva, os sistemas de informações apresentam-se como sendo uma ferramenta de grande importância.O objetivo do presente estudo foi analisar a operacionalidade do Sistema de Informação gerencial(SIG), no setor de Recursos Humanos(RH) do Ifes Campus - Alegre, na perspectiva de possíveis demandas funcionais e não funcionais.Uma vez reconhecidas as funcionalidades do SIG, a importância desta proposta de estudo esteve centrada em identificar, reconhecer e analisar a operacionalidade do SIG, no setor de RH do Ifes Campus-Alegre, com vistas a apontar proposições capazes de dinamizar os processos de gestão. Trata-se de pesquisa exploratória e descritivas, realizadas através de levantamento de requisitos e revisão bibliográfica, para identificar a importância do SIG no setor. A partir dessa análise, observou-se que, para atender a todas as funcionalidades necessárias para o setor, atualmente são utilizados dois SIG independentes e de utilização complexa. Ao final é apresentada uma proposta de um sistema integrado com interface amigável e de simples utilização pelo usuário final.
PALAVRAS–CHAVE: Sistema de Informação Gerencial, Recursos Humanos.

EVALUATION OF THE MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM APPLIED TO SECTOR HUMAN RESOURCES OF IFES – CAMPUS DE ALEGRE

ABSTRACT: The organization of a company and its departments depends on the information that is acquired and adminstrated. The amount of information that is generated, in many cases, prevents its proper organization and safe management. From this perspective, information systems are presented as being a tool of great importance. The objective of this study was to analyze the operationality of management information system (MIS) in the Human Resource (HR) department of IFES Campus – Alegre, in view of functional and non-functional demandas. Once the features of MIS were recognized, the importance of this study proposal was focused on identifying, recognizing and analyzing the operation of the MIS in the HR department of IFES Campus – Alegre, in order to identify propositions that are able to streamline management processes. This research is exploratory and descriptive, carried out

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

through requirements gathering and literature review to identify the importance of the management informations system in the department. From this analysis, it was observed that, to meet all the necessary functions of the department, two independent systems were needed. At the end, a proposal for an integrated system with a friendly and simple to use interface for the end user is proposed.
KEYWORDS: Management Information Systems, Human Resources

INTRODUÇÃO

A informação é o que move a estrutura de qualquer empresa, é por meio dela que a tomada de decisão acontece. No entanto essas informações requerem cuidados quanto sua segurança, buscando manter sua integridade e confidencialidade. Geralmente as organizações são dividas por departamentos, cada qual utilizando as informações específicas do setor. Em todos eles, devem existir meios para manter todos os quesitos relacionados com a segurança e organização das informações. Para a concretização desses meios, existem os sistemas de informação, que têm como objetivo armazenar, verificar, e auxiliar nos processos de funcionamento e de gestão da empresa.

De a acordo com Djalma (2012,p.07), "sistema é um conjunto de partes integrantes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função." De acordo com as abordagens feitas por Djalma(2012) e Laudon(2011), cada organização possui interesses, especializações e níveis de organização próprios, uma vez que também existem sistemas para cada particularidade relacionadas aos mais diversos tipos serviços.

Notório se faz reconhecer que cada vez mais, os Sistemas que antes operavam de forma independente uns dos outros, estão sendo substituídos, por sistemas multifuncionais, que integram as atividades de processos de negócio. Eles não desempenham suas funções sozinhos, tendo em vista que um sistema não atende todas as funções necessárias para garantir tomadas de decisões eficazes. Existem sistemas de informação, para os diversos setores de uma organização, para armazenar informações rotineiras há os sistemas de processamento de transações (SPT). Os sistemas que emitem relatórios através de dados resumidos dos sistemas de processamento transacionais, são os chamados sistemas de informação gerencial (SIG). Os que auxiliam os tomadores de decisão são os sistemas de apoio à decisão (SAD). E como último exemplo, o sistema de apoio ao executivo (SAE), que tem como função apresentar estratégias e tendências de mercado. (Laudon, 2011). Por meio desses sistemas, a gerência sênior pode tomar decisões mais precisas sendo que decisões não rotineiras, relacionadas à ações mais eficientes pautadas no "bom senso" são possíveis devido a flexibilidade dos próprios sistemas na busca de soluções para os mais diversos setores de serviço e de gestão conforme as necessidades historicamente definidas. (LAUDON, 2011).

A partir da Revolução Industrial, a substituição gradativa do trabalho manual pelas máquinas, assim como os processos administrativos e a gestão de pessoas sofreram profundas alterações. Neste contexto a automação do processo produtivo resultou na redução de custos e no aumento da produção. A dinamização do processo produtivo também passou a exigir mais organização administrativa. Contudo, cada vez mais se tornou importante reconhecer o papel do setor de Recursos Humanos, tendo em vista suas mais diversas atribuições tais como: recrutamento e demissão, elaboração de folha de pagamento, realização de pagamento, controle de lotação, acompanhamento dos aposentados e pensionistas, treinamentos dentre

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

outros (Gordon e Gordon, 2013). A partir das consideráveis atribuições do setor de Recursos Humanos, tornou-se indispensável trabalhar com ferramentas de apoio aos usuários, no sentido de manter o controle das atividades, tendo em vista principalmente a função de armazenamento dos dados obtidos, visando garantir a disponibilidade das informações quando solicitadas. Para alcançar esses objetivos o sistema de informação gerencial, reduz custos, melhora o acesso às informações através da produção de relatórios mais precisos, além de auxiliar nas tomadas de decisões.

O SIG tem como propósito, auxiliar os gestores nas tomadas de decisões, com as informações necessárias em situações específicas além de manter atualizados os dados, para que as decisões sejam tomadas com eficiência. No SIG, os dados são obtidos de fontes internas e externas. Como fonte interna, há os sistemas de processamento de transações, que registra as informações rotineiras da organização. Como fonte externa, há os fornecedores, consumidores e concorrentes. Por meio dessas fontes, o SIG processa e disponibiliza os dados, geralmente por meio de relatórios programados, diariamente, semanalmente ou mensalmente. Há diversos tipos de relatórios gerenciais: relatórios indicador-chave resume as atividades do dia anterior; sob demanda são os relatórios gerados após solicitações; relatórios de exceção são produzidos quando uma situação incomum acontece, fazendo com que os gerentes se posicionem; e os relatórios detalhados, são relatórios que fornecem informações específicas sobre um determinado assunto.

Os sistemas de informações gerenciais aplicados ao setor de recursos humanos fornecem os dados dos funcionários inativos e ativos. Um SIG de recursos humanos proporciona menor tempo de resposta das informações solicitadas e auxilia nas tomadas de decisões com as informações exatas. Dentre as funções do SIG no setor de recursos humanos, destaca-se, o planejamento de recursos humanos, que deve armazenar o número de funcionário e suas locações de trabalho. No treinamento, detalhamento e acúmulo de habilidades são realizados testes, sendo estes avaliados pelo computador, para mostrar as habilidades do funcionário em treinamento. Na programação e colocação, são apresentadas as atribuições dos funcionários para os próximos meses ou para a próxima semana, sendo as colocações baseadas em relatórios de detalhamento que mostram as habilidades dos funcionários, para então alocar de acordo com o setor apropriado. Na administração de ordenados e salários, o sistema armazena os salários, benefícios, pagamentos de planos de saúde, desenvolvimento de carreiras, poupanças e contas dos aposentados (Stair *et al,* 2013).

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do presente trabalho ocorreu no Ifes - Campus de Alegre, no setor de Recursos Humanos (RH), por meio de pesquisas bibliográficas e virtuais. As fontes de pesquisas foram primárias e secundárias. Dessa forma, foram realizadas revisões bibliográficas sobre, Sistema de Informação Gerencial quanto à sua operacionalidade e aplicações, sobre o setor de Recursos Humanos caracterizando sua organização e sobre o SIG no setor de RH.

Trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva, realizada por meio de levantamento de requisitos e acompanhamento da usabilidade, junto ao setor de Recursos Humanos do Ifes – Campus de Alegre, para identificar a importância do SIG no respectivo setor.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Um dos sistemas analisados foi o SERPRO, da estatal do mesmo nome. "Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro) é uma empresa pública vinculada ao Ministério da Fazenda. Foi criada no dia 1º de dezembro de 1964, pela Lei nº 4.516, com o objetivo de modernizar e dar agilidade a setores estratégicos da Administração Pública brasileira." (SERPRO, 2015). O outro sistema avaliado foi o SIAPE "que é um sistema de controle de dados cadastrais, pessoais, funcionais e de processamento da folha de pagamento de servidores ativos e nativos, pensionistas e aposentados do Governo Federal" (SIAPENET, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as entrevistas e acompanhamento de manuseio, obteve as seguintes análises das principais funções do sistema: Administração do Sistema, Cadastro base dos Servidores, Correio eletrônico, Consultas, Diárias e Passagens, Folha de Pagamento, Gerenciais, Atualiza Cadastro Pensionista e Processos/Documentos/Publicações. A Figura 1 apresenta a tela do sistema com o menu de opções.

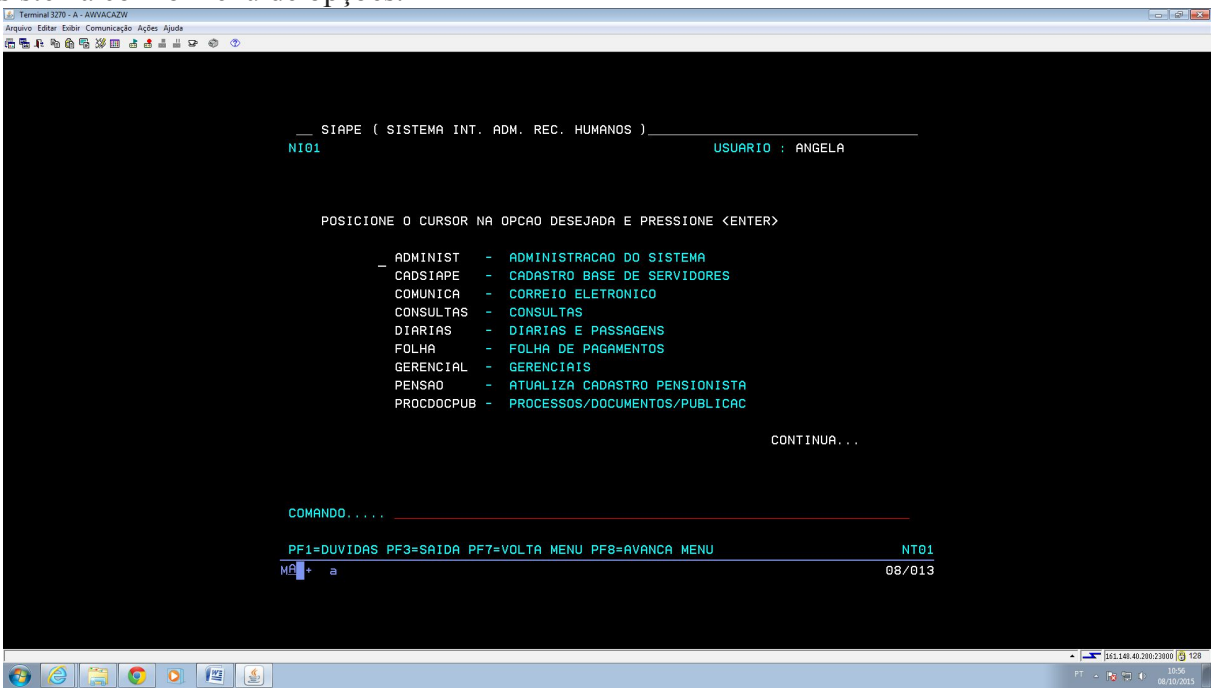


Figura 1 - Tela inicial do sistema, o servidor escolhe qual tarefa a ser feita, por meio de comandos.

Na opção de Cadastro Base de Servidores, são cadastrados os dados individuais funcionais, dados individuais pessoais, servidores liberados para contrapartida, intenção de licença/redução de jornada, servidor vinculado em uma UORG, servidor pendente de transferência, informações de PIS/PASEP, dados do programa de alimentação e abono permanência. A Figura 2 apresenta a tela do sistema com o menu de opções do cadastro base de servidores.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

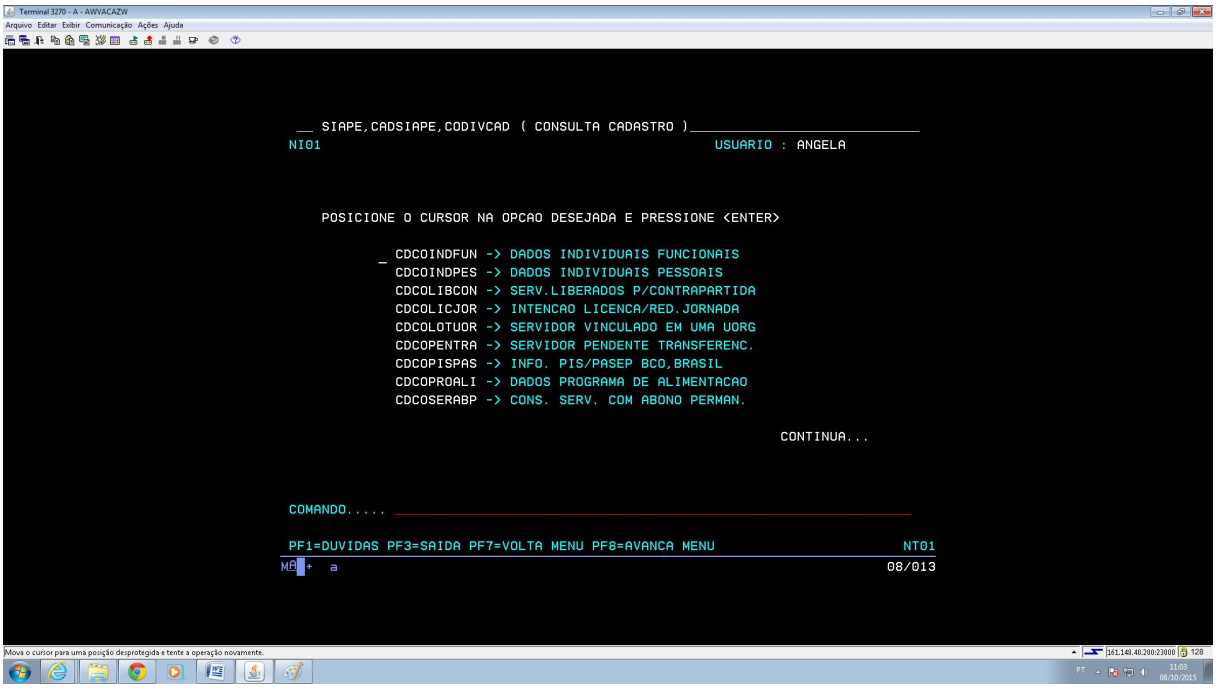


Figura 2 - Tela de cadastro do servidor.

A figura 3 apresenta a tela de lotação do servidor, ou seja, onde o servidor exercerá suas atividades.

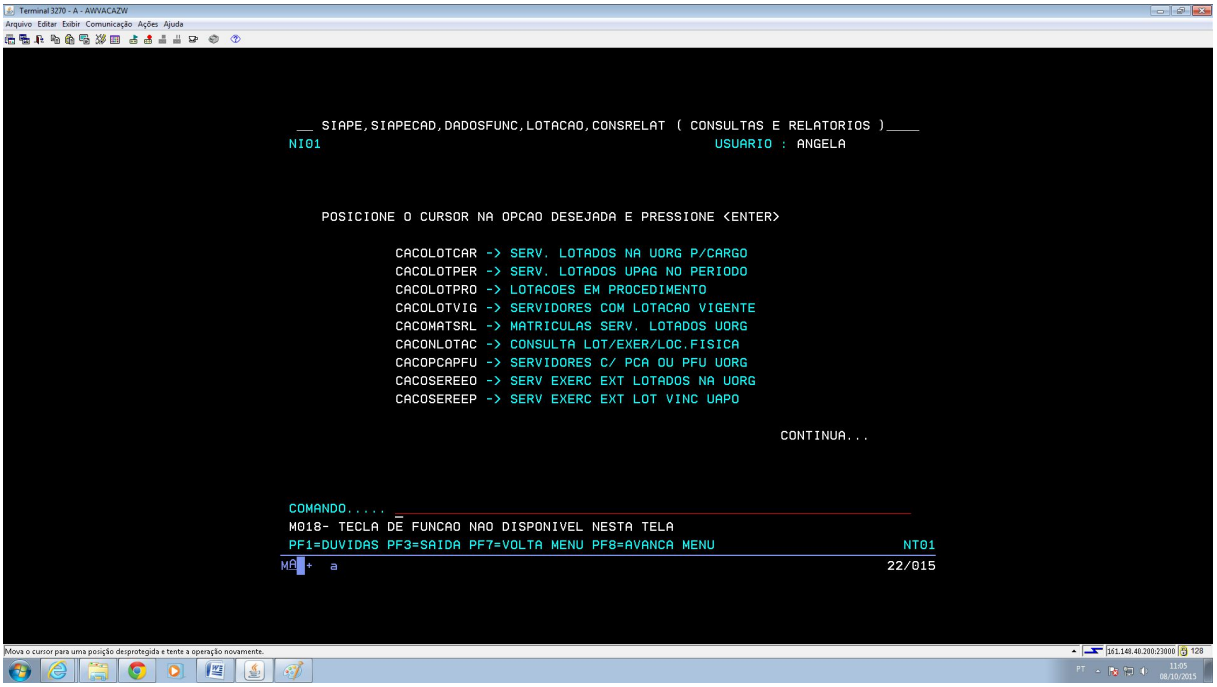


Figura 3 - Lotação do servidor.

A figura 4 apresenta a tela de opções de pagamento do servidor.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

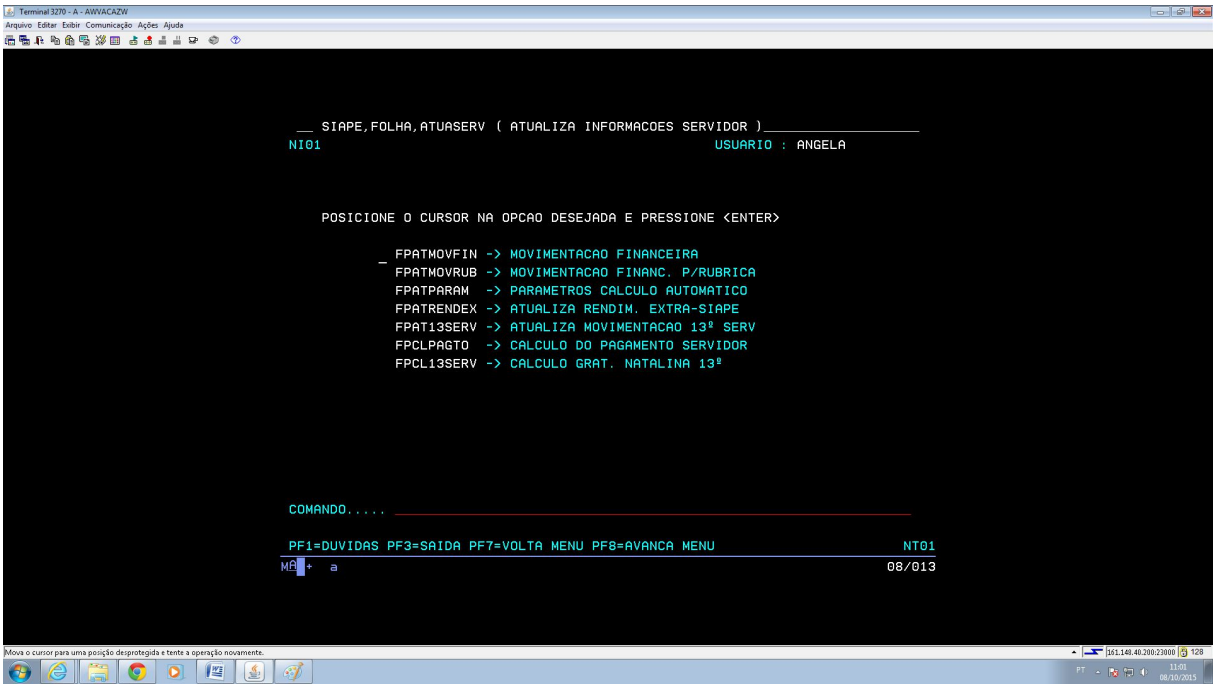


Figura 4 - Pagamento do servidor.

A Figura 5 apresenta o desenvolvimento de carreira do servidor, com todas as progressões alcançadas no decorrer da carreira.

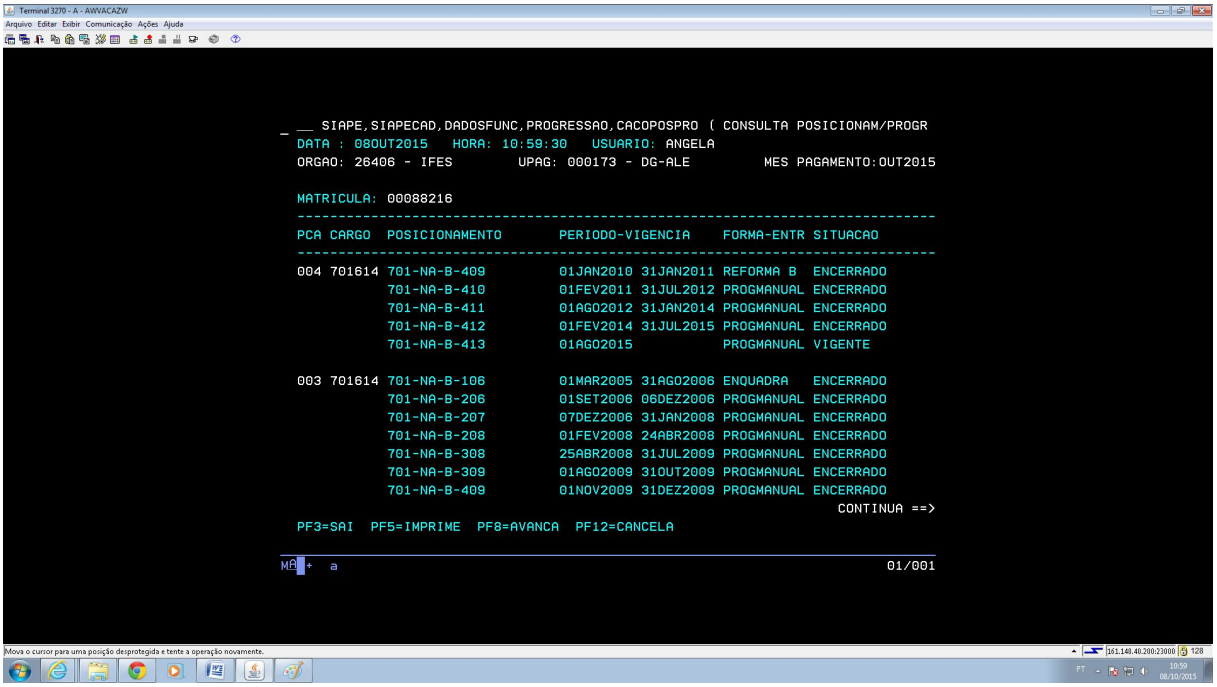


Figura 5 - Desenvolvimento de carreira.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

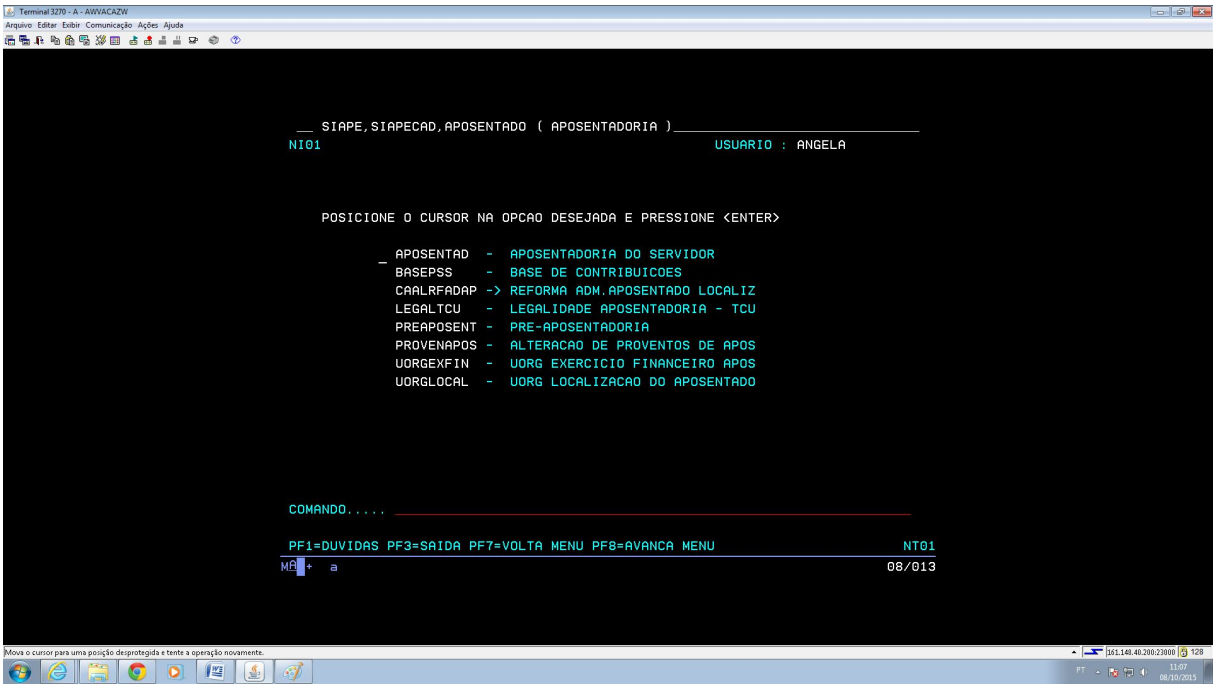


Figura 6 - Parte de aposentadoria

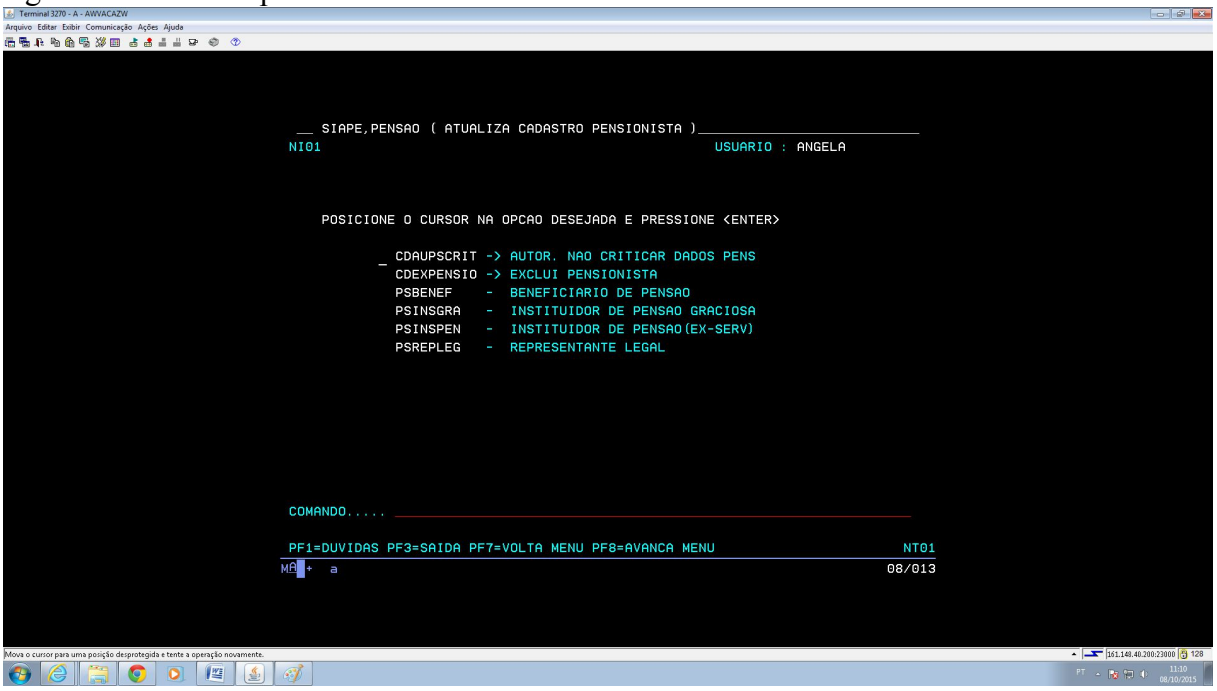


Figura 7 - Parte de pensão

Com base nessas principais funções, verificou-se que todas as opções são realizadas por meio de comandos, para ter acesso ao menu principal (Figura 1), o servidor entra no site do SIAPE, entra com sua senha e o sistema inicializa com essa tela. Na figura 2, que realiza os cadastros o servidor digita o comando <CAEDHTITVG, para lotar no setor na figura 3, digita o comando <CACONLOTAC. Para pagamento na figura 4, usa o comando <FPCLPAGTO. Para aposentadoria na figura 6 comando <CAPESERVID. E por último representado pela figura 7, é realizada a parte de pensão.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

De acordo com essas funções, observou-se a importância da existência de sistemas no setor de Recursos do Ifes- Campus de Alegre, já que toda a vida funcional do servidor é controlada por ele. Porém algumas de suas funções, requerem algumas mudanças, feito isso o servidor usuário conseguirá dominar melhor o sistema, sem que precise de muito esforço ou treinamento.

CONCLUSÕES

O Sistema de Informação Gerencial junto com o Sistema de Processamento de Transação possui um papel fundamental na administração. De acordo com as necessidades do setor de Recursos Humanos, esses são os sistemas que melhor atendem. Pela da sua utilização, o servidor ganha tempo, já que o sistema realiza algumas tarefas que antes eram feitas manualmente, além de aumentar a segurança dos dados, pois existem vários locais de armazenamento e ajudar nas tomadas de decisões com relatórios mais precisos. Porém, a forma como os sistemas são desenvolvidas impede o bom uso. Com a análise realizada dos sistemas SERPRO e SIAPE, constatou-se a necessidade que o sistema tenha uma interface mais amigável e intuitiva, sem utilização de muitos comandos, ou comandos menos complexos para usuários leigos, funções menos.

Diante do exposto, conclui-se que sem o SERPRO e SIAPE, o funcionamento do setor estaria limitado, algumas funções poderiam nem ser realizadas, porém precisam dos ajustes citados acima e o principal deles, é a existência de um manual de instruções bem detalhado, com ele o servidor aprenderia com mais facilidade, uma vez que as funções requerem muita atenção.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria Margarida de. Introdução à Metodologia do Trabalho Científico: elaboração de trabalhos na graduação. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

GORDON, Steven R.; GORDON, Judith R. Sistemas de informação: uma abordagem gerencial. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006

LAUDON, Kenneth, LAUDON, Jane. Sistemas de Informações Gerencias.9ª ed. São Paulo: Perason 2011.

NEIVERTH, Nelson, MATOS, Cláudio J.V. Análise do Sistema de Informação Gerencial como uma visão estratégica em uma empresa pública de Ponta Grossa- PR. Publicação avulsa no Congresso de Administração da América Latina. Brasil: setembro, 2013

OLIVEIRA, Djalma de P.R. de. Sistemas de Informações Gerenciais. 15ª ed. São Paulo:Editora Atlas, 2012.

STAIR, Ralph M.; REYNOLDS, George Walter. Princípios de sistemas de informação. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, c2011

SERPRO. Disponível em http://www.serpro.gov.br/sobre/a-empresa. Acesso em 07 de outubro de 2015, ás 13h:29min.

SIAPENET. Disponível em http://www.siapenet.gov.br/Portal/Servico/Apresentacao.asp. Acesso em 07 de outubro de 2015 ás 14h:13min

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTE LÍQUIDO DO CANIL DE LAVRAS, MG

DAYANA CRISTINE BARBOSA MAFRA[1], ALINE DOS REIS SOUZA[2], HÉVELYN SILVA VILELA[3], DANIELA VILELA LANDIM [4], RONALDO FIA [5], CAMILA SILVA FRANCO [6]

[1] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA, dayanamafra@yahoo.com.br
[2] Mestre em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas , alinereissouza@yahoo.com.br
[3] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA, hevelynvilela@yahoo.com.br
[4] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA, dani_v_landim@hotmail.com
[5] Doutora em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, camilasilvafranco@yahoo.com.br
[6] Professor Adjunto do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, ronaldofia@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A população de animais abandonados representa um grande problema no município de Lavras. O Parque Francisco de Assis (PFA) acolhe e cuida de cerca de 400 cães. A geração de águas residuárias nos canis representa um desafio no que diz respeito à proteção ambiental e à saúde pública, devido ao comprometimento da qualidade das águas, pois não há experiências na literatura sobre o tratamento de efluente de cães. O PFA dispõe de um sistema de tratamento do efluente gerado pelos cães composto por decantador, fossas-filtro e tanques de estabilização de matéria orgânica, após o qual ocorre lançamento do efluente tratado no Ribeirão Santa Cruz. Neste contexto, objetivou-se avaliar a eficiência do tratamento dos efluentes líquidos gerados no PFA de Lavras-MG. Para tanto, foram realizadas análises de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos totais (ST), Sólidos suspensos totais (SST) e sólidos dissolvidos totais (SDT), Fósforo (PT), Nitrogênio (NTK) e pH das amostras dos efluentes antes da entrada do sistema e após passar pelo sistema de tratamento. O pH esteve em torno da neutralidade e observaram-se valores médios de lançamento de DBO, DQO, PT e NTK de 52, 239,145 e 137 mg L^{-1}, com eficiência de remoção de 70,63,18 e 4 % respectivamente. Portanto, os valores alcançados não foram suficientes para proporcionar um lançamento de efluente com características dentro dos padrões exigidos em legislação estadual.

PALAVRAS–CHAVE: Cães, tratamento de efluente, desempenho.

SYSTEM EVALUATION OF WASTEWATER TREATMENT SYSTEM OF A KENNEL IN LAVRAS, MG

ABSTRACT:The population of abandoned animals is a problem in Lavras. The park Francisco de Assis (PFA) receives takes care and donate about 400 dogs. The generation of wastewater in this activity represents a challenge with regard environmental protection and public health due to the impairment of water quality and there are no experiments in the literature for treatment dogs waste.Therefore, the PFA has a system with decanter, anaerobepits-filter and stabilization ponds of organic matter, after which occurs release of

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

treated effluent in stream Santa Cruz. In this context, the objective was to evaluate the efficiency of the effluent treatment system in Kennel of Lavras. Laboratory analyzes were made of Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD),total solids (TS), total suspended solids (TSS) and total dissolved solids (TDS) phosphorus(PT) , nitrogen (NTK) e pH of samples of the effluent before the system input and after passing through the treatment system. The pH was around neutrality and observed values of BOD, COD, PT and NTK 52, 239, 145, 137 mg L^{-1}, with removal efficiency 70, 63, 18 and 4% respectively. Therefore, the values achieved were not sufficient to provide an effluent release with characteristics within the standards required in state law.
KEYWORDS: Dogs, wastewater treatment, performance.

INTRODUÇÃO

A população de animais abandonados na zona urbana representa um grande problema na maioria dos municípios brasileiro, uma vez que não possuem cuidados veterinários adequados e são hospedeiros de mais de 300 tipos de zoonoses. Destacam-se na América Latina a raiva, leptospirose, doença de chagas, hidatidose e leishmaniose, além da alta incidência de ataques/mordidas (GARDE et al., 2013; DALLA VILLA et al., 2010). Neste contexto, programas de controle de animais errantes são questões de saúde pública. No município de Lavras, MG, o Parque Francisco de Assis (PFA) acolhe, e cuida de aproximadamente 400 cães e castra cerca de 70 animais por mês. Nesta atividade são geradas águas residuárias com elevadas cargas orgânicas, nutrientes e microrganismos patogênicos provenientes dos dejetos dos animais, o que representa potencial de poluição ambiental.

O desenvolvimento desta atividade tem como fator de maior preocupação a quantidade de dejetos produzidos, que apresentam alto poder poluente, especialmente quando lançados sem tratamento em corpos hídricos. Representando um desafio no que diz respeito à proteção ambiental e à saúde pública, pois não há experiências na literatura sobre o tratamento de efluente de cães. Contudo, para dejetos de suínos, caprinos, bovinos e aves existem diversas informações na literatura.

Com a excessiva produção de dejetos, há também a excreção de altas doses de fósforo e nitrogênio, em formas não assimiláveis pelas plantas e solo, que quando lançadas diretamente no meio ambiente tornam-se agentes poluidores. Estes altos níveis de nitrogênio e fósforo quando lançados em águas superficiais podem causar eutrofização, com queda na concentração de oxigênio devido ao rápido crescimento de algas e consequente mortalidade de peixes (SERAFIM e LUCAS JÚNIOR, 2003).

De forma análoga, animais alimentados com ração tendem a produzir dejetos semelhantes e relacionados à composição da ração, por este motivo, os dejetos de caninos podem ser assemelhados aos de suínos. Neste contexto, surge o modelo de saneamento focado em recursos, o qual se baseia na ciclagem dos nutrientes considerando a segurança alimentar e hídrica (MAGRI, 2013). O principal objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do atual do sistema de tratamento de efluentes líquidos do canil de Lavras, MG após alterações realizadas na operação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

O efluente líquido gerado no Parque Francisco de Assis (PFA) consiste basicamente das águas resultantes da lavagem das baias diária (9 às 16 h) após raspagem das fezes, das descargas de três banheiros e de uma lavanderia para panos e cobertores utilizados para os cães (Figura 1).

O atual sistema de tratamento dos efluentes dos animais se inicia com um decantador de 4 m^3, o qual direciona o efluente para duas unidades fossa-filtro anaeróbio totalizando 15 m^3 (Figura 1). O efluente dos sistemas anaeróbio é conduzido para 10 tanques de fibra de vidro com capacidade de 1 m^3 cada, empregado na estabilização da matéria orgânica. Este sistema foi dimensionado para um tempo de detenção hidráulica (TDH) mínimo teórico de 12 h, sendo a vazão máxima de 20 m^3 dia^{-1}.



Figura 1 - Sistema de tratamento dos efluentes do canil Parque Francisco de Assis na cidade de Lavras-MG: (A) visualização da parte externa das baias; (B) decantador; (C) sistema fossa-filtro anaeróbio; e (D) tanques de estabilização.

O decantador tem a função de eliminar sólidos sedimentáveis do efluente, enquanto que o sistema fossa-filtro anaeróbio retiram, principalmente, sólidos suspensos, além de iniciar a digestão e remoção da matéria orgânica. A pretensão dos tanques de equalização é prosseguir com a estabilização da matéria orgânica pela digestão por microrganismos aeróbios, facultativos e anaeróbios, como ocorre nas lagoas facultativas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Foram coletadas 15 amostras de efluentes antes da entrada do sistema e após passar pelo sistema de tratamento, das 9 h às 16 h em intervalos de 1 h, a fim de obter uma amostra composta no tempo de lavagem das baias. Foram analisados em triplicada os parâmetros pH por potenciometria, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) , por titulação do oxigênio dissolvido pelo método de Winkler após 5 dias de incubação da amostra a 20ºC, demanda química de oxigênio (DQO), por refluxo fechado, fósforo total (PT), pelo método do complexo vanadato-molibdato e dosagem colorimetricamente em espectrofotometria, nitrogênio total Kjeldahl (NTK) , pelo método micro-Kjeldahl, e sólidos totais (ST), sólidos suspensos totais (SST) e sólidos dissolvidos totais (SDT) pelo método gravimétrico (APHA et al., 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontra-se os valores obtidos para as variáveis analisadas antes da entrada do sistema (afluente) e após passar pelo sistema de tratamento (efluente). Nota-se que os valores obtidos para DBO encontram-se abaixodos limites estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01,de 2008 para lançamento de efluentes em cursos d'água em Minas Gerais de 60 mgL^{-1}.

Tabela 1 - Qualidade do efluente antes e após o tratamento no Parque Francisco de Assis, Lavras, MG.

Parâmetros	Afluente	Efluente	VMP*
DBO($mg\ L^{-1}$)	189± 52	52± 15	60
DQO($mg\ L^{-1}$)	616± 73	239± 56	180
Fósforo (PT) ($mg\ L^{-1}$)	165± 35	145± 41	-
Nitrogênio (NTK) (mgL^{-1})	148± 34	137± 48	20
Sólidos totais (ST) (mgL^{-1})	537± 128	516± 111	-
Sólidos suspensos totais (SST)	313± 122	50± 36	100
Sólidos dissolvidos totais(SDT)	599± 128	469± 111	-
pH	7,17± 0,32	7,95± 0,16	6 a 9

*Valor máximo permitido pela Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01 de 2008

O valor de nitrogênio apresentado na Tabela 1 está em desacordo com a legislação, para alcançar o padrão de lançamento, a remoção de nitrogênio no tratamento de esgotos pode ser realizada pela elevação do pH e volatilização da amônia, assimilação por plantas ou pela indução dos processos de nitrificação seguido pela desnitrificação, obtido pela introdução de uma etapa aeróbia seguida por outra anaeróbia.

Não há padrão para lançamento de fósforo em cursos d'água nas legislações federais e estadual de Minas Gerais, no entanto, pode-se observar a alta carga de fósforo gerada pelos 400 cães, com potencial para eutrofizar corpos d'água em regime lêntico ou para ser reutilizado na produção agrícola.O pH esteve em torno da neutralidade, com um leve aumento

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

no efluente, indicando consumo dos ácidos orgânicos produzidos pelas bactérias acidogênicas, o que representa equilíbrio entre as demais colônias de bactérias responsáveis pela decomposição da matéria orgânica nos reatores anaeróbios (fossas-filtro)

Na Tabela 2 estão apresentadas as eficiências de remoção das variáveis analisadas após o tratamento empregado no PFA. Percebe-se que a eficiência do sistema está aquém daquelas relatadas na literatura para dejetos animais, sendo a eficiência média para nitrogênio e fósforo, 78 e 84 %, respectivamente, (Duda e Oliveira, 2011; Oliveira e Santana, 2011; Pereira-Ramirez et al, 2003), além de violar os padrões de eficiência estabelecidos pela legislação estadual, no entanto, o valor de DBO efluente esteve abaixo do limite de lançamento (Tabela 1).

Tabela 2 – Eficiências individuais após o tratamento empregado no PFA, Lavras, MG.

Parâmetros	Eficiência(%)		VMP*
	Dados de 2015	Dados de 2013**	
DBO	70	44	Mínimo 75% e média anual igual ou superior a 85%
DQO	63	69	Mínimo 70% e média anual igual ou superior a 75%
Fósforo (PT)	18	74	-
Nitrogênio (NTK)	4	-	-
Sólidos totais (ST)	43	-	-
Sólidos suspensos totais	83	-	-
Sólidos dissolvidos totais	24	-	-

*Valor máximo permitido pela Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01 de 2008
**Dados obtidos antes das alterações realizadas na operação da ETE (MAFRA et al., 2013)

Observa-se reduzida carga orgânica e de nutrientes quando comparados aos valores apresentados por Jaworski e Hickey (1962). Estes autores verificaram valores de DBO sólidos totais e sólidos voláteis da ordem 660 mg L^{-1}, 1630 mg L^{-1} e 1.230 mg L^{-1}, respectivamente, na água residuária da lavagem de canil com 300 cães em Washington D.C., nos Estados Unidos, após a raspagem das baias. No entanto, no PFA gasta-se em média 50 L por animal por dia para manutenção dos animais e limpeza das instalações. Jaworski e Hickey (1962) verificaram um consumo diário de 26,5 L por dia para cada animal, o que pode resultar em uma maior concentração de matéria orgânica e sólidos no efluente obtido por estes autores. Nota-se que a maior parte da matéria orgânica no sistema de tratamento encontra-se dissolvida, evidenciada pela baixa remoção de SDT.

Em comparação ao monitoramento realizado em 2013 por Mafra et al., houve um aumento na eficiência do sistema em relação a remoção de matéria orgânica de 44% para 70%. Em contra partida, houve um decréscimo na remoção de fósforo de 74% para 18%, . Isso decorreu das alterações realizadas na operação da ETE após o monitoramento em 2013, são elas:: 1) instalação de grades de malhas mais finas nas canaletas de coleta de água de lavagem das baias, removendo sólidos mais grosseiros e pêlos afluentes ao decantador; 2) aumento no tempo entre as descargas de lodo das fossas-filtro de quinzenal para semestral, permitindo o crescimento e manutenção do consórcio entre colônias bacterianas responsáveis

pela digestão da matéria orgânica, e provavelmente, reduzindo a remoção de fósforo; 3) remoção manual de escuma dos tanques sépticos e do decantador, contribuindo para maior remoção de matéria orgânica flutuante e sólidos em suspensão.

Para alcançar incremento de 10% na remoção de DQO e maiores eficiências na remoção de nutrientes, sugere-se a implantação de uma etapa aerada posterior às fossas-filtro Maiores eficiências na remoção de fósforo podem ser alcançadas em meio alcalino, no qual o fósforo precipita e é removido com o lodo, por assimilação por plantas, ou por bactérias assimiladoras de fósforo, quando são proporcionadas condições adequadas para seu desenvolvimento (SPERLING, 2008).

CONCLUSÕES

Embora as alterações na operação da ETE tenham sido favoráveis no que diz respeito à remoção de matéria orgânica, causou queda na eficiência de remoção de fósforo. Portanto, os valores alcançados não foram suficientes para proporcionar um lançamento de efluente com características dentro dos padrões exigidos em legislação estadual.

O sistema de tratamento do efluente do canil deve passar por readequações para que sejam obtidas maiores eficiências de remoção e efluentes em condições de serem dispostos no ambiente de acordo com a legislação. Assim, sugere-se o aumento do tempo de detenção hidráulica do sistema, por meio da inserção de outras unidades de tratamento sequenciais às existentes, ou ainda, unidades que empregam a degradação aeróbia são desejáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA - American Public Health Association; AWWA - American Water Works Association; WEF - WaterEnvironmentFederation. Standard methods for theexaminationofwaterandwastewater. 21th. ed. Washington. D.C.: APHA/AWWA/WEF, 2005, [s.n.].

DUDA, R.M.; OLIVEIRA, R.A. Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reator UASB e filtro anaeróbio em série seguidos de filtro biológico percolador. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.16, n.1, p.91-100, 2011.

JAWORSKI, N.A.; HICKEY, J.L.S. Cage andkennelwastewater. JournalofWaterPollutionControlFederation, v.34, n.1, p.40-43, 1962.

MINAS GERAIS. COPAM – Conselho de Política Ambiental; CERH – Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa Conjunta COPAM / CERH-MG n° 01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicação – Diário do Executivo – "Minas Gerais" – 13/05/2008.

OLIVEIRA, R. A.; SANTANA, A. M. Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) em dois estágios seguidos de reator operado em batelada sequencial (RBS). Engenharia Agrícola, v.31, n.1, p.178-192, 2011.

PEREIRA, E. L.; CAMPOS, C. M. M.; MOTERANI, F. Avaliação do desempenho físico-químico de um reator UASB construído em escala piloto na remoção de poluentes de efluentes de suinocultura. Ambiente & Água, v.5, n.1, p.79-88, 2010.

PEREIRA-RAMIREZ, O.; QUADRO, M.S.; ANTUNES, R.M.; KOETZ, P.R. Influência da

recirculação e da alcalinidade no desempenho de um reator UASB no tratamento de efluente de suinocultura. Revista Brasileira de Agrociência, v.10, n.1, p.103-110, 2004.
SERAFIM, R. S.; LUCAS JUNIOR, J. Fósforo e nitrogênio nos dejetos de suínos produzidos sob diferentes sistemas de higienização das baias. In: Congresso Brasileiro de veterinários especializados em suínos, 11. 2003, Goiânia. Anais... Concórdia: EMBRAPA suínos e aves, 2003. P. 449-450.
Von SPERLING. M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 3. ED. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2008. 452p.
JAWORSKI, N.A.; HICKEY, J.L.S. Cage and kennel wastewater. Journal of Water Pollution Control Federation, v.34, n.1, p.40-43, 1962.
MAFRA,D.C.B. et al, Desempenho do sistema de tratamento de dejetos do canil de Lavras, MG, 2013.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DO TEOR DE ÓLEO POR EXTRAÇÂO MECÂNICA EM SEMENTES DE NABO FORRAGEIRO

DANIELA MAZUCHELLI GARCIA[1], SINDEL LUANDA FONSECA SALES[2], CAMILA FREITAS MAIA[3], LUCAS AMBROSANO[4], PEDRO CASTRO NETO[5], ANTÔNIO CARLOS FRAGA[6]

[1] Iniciação Científica, UFLA, danielamazuchelli@gmail.com.
[2] Iniciação Científica, UFLA, sindelluanda@gmail.com
[3] Iniciação Científica, UFLA, camilla_fmaia@hotmail.com
[4] Doutor, UFLA, lucasambrosano@gmail.com
[5] Pesquisador, UFLA, oleo@ufla.br
[6] Pesquisador, UFLA, fraga@dag.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. oleiferus Metzg.) é utilizado no Brasil principalmente para adubação verde, cobertura de solo e alimentação animal, possui considerável teor de óleo para produção de biodiesel, sendo esse considerado de fácil extração mecânica devido sua baixa viscosidade. Objetivou-se neste trabalho avaliar o aumento do rendimento da extração mecânica de óleo com o aumento no número de prensagens. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras. A extração mecânica foi realizada em extratora de óleos vegetais de prensagem contínua do tipo expeller, com capacidade de processamento de até 120 $kg.h^{-1}$ de matéria prima. Na extração foram utilizadas amostras de 3,0 kg de grãos de nabo forrageiro, e realizadas quatro repetições. As amostras foram submetidas à prensagem por três vezes, P1 (primeira prensagem), P2 (prensagem da torta obtida da primeira prensagem) e P3 (prensagem da torta resultante da segunda prensagem). Foi avaliado o teor de óleo bruto (óleo e borra), teor de óleo e de torta. Na P1 foi observado menor teor de óleo bruto e de borra e maior teor de óleo, comportamento contrário ao da P3 que foi observado maior teor de óleo bruto e de borra e menor teor de óleo. A realização da terceira prensagem não se mostrou viável, visto que o aumento no teor de óleo é baixo e com muita borra no óleo extraído.
PALAVRAS–CHAVE: Biodiesel; óleo vegetal; prensagem.

OIL CONTENT OF ASSESSMENT OF EXTRACTION IN MECHANICAL NABO SEED FORAGE

ABSTRACT: The ‘forage turnip’ (Raphanus sativus L. var. Oleiferus Metzg.) is used in Brazil mainly for green manure, soil cover and feed, has considerable oil content for biodiesel production, this being considered easy mechanical extraction due to their low viscosity. The aim of this study was to evaluate the increased efficiency of the mechanical extraction of oil with the increase in the number of pressings. The experiment was conducted in the Laboratory of Oils, Fats and Biodiesel Federal University of Lavras. The mechanical extraction was performed in extraction of vegetable oil from the expeller pressing continuous type, with a processing capacity of 120 kg.h-1 feedstock. In extracting samples of 3.0 kg of turnip beans were used, and made four replications. The samples were pressed three times, P1 (first printing), P2 (obtained from pressing the first press cake) and P3 (pressing the resulting pie

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

second pressing). We evaluated the crude oil content (oil and sludge), oil content and pie. In P1 was observed lower crude oil content and grounds and higher oil content, behavior contrary to the P3 was observed that higher crude oil content and grounds and lower oil content. The realization of the third pressing was not feasible, since the increase in oil content is too low, the sludge extracted oil.
KEYWORDS: biodiesel; vegetable oil; pressing.

INTRODUÇÃO

O nabo forrageiro (Raphanus sativus L. var. oleiferus Metzg.) é utilizado no Brasil como cultura de inverno, em especial nas regiões Sul e Centro-Oeste, principalmente para adubação verde, cobertura de solo e alimentação animal. Apresenta teor de óleo de 30 a 43%, sendo este considerado de fácil extração devido à baixa viscosidade (NERY, 2008).

Existem, basicamente, três alternativas para a extração do óleo de plantas oleaginosas: prensagem total, pré-prensagem (com prensas expeller) seguida de extração com solvente e extração total com solvente (GRIMALDI, 1994). Atualmente, o modo mais utilizado de extração é a combinação de pré-prensagem com posterior extração por solvente (BUHR, 1990).

Apesar da maior eficiência da extração do óleo por solventes, a prensagem mecânica é vantajosa por ser mais rápida, mais simples e com custos mais baixos de instalação e manutenção; sendo, desta forma, uma excelente alternativa para as pequenas comunidades rurais e cooperativas (PIGHINELLI, 2009). Assim, o uso de prensas do tipo expeller constitui-se no sistema mais viável para extração de óleo em pequena escala, uma vez que o processamento com o uso de solventes tem maiores exigências quanto às instalações e segurança (SOUZA, 2009).

A prensagem em equipamentos do tipo expeller extrai mecanicamente o óleo das sementes, sendo normalmente utilizada em oleaginosas com teores mais elevados de óleo extraível (O´BRIEN, 2008). Ainda segundo este autor, o óleo extraído mediante prensagem dos grãos tem qualidade superior àquele extraído por meio de solventes, o que reduz os custos e facilita as posteriores etapas de refino. Em trabalho com colza e canola, Grimaldi (1994) constatou que a prensagem continua produz óleos com qualidade superior, apresentando níveis mais baixos de ácidos graxos livres, enxofre, clorofila e fósforo.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade do aumento no número de prensagens de grãos de nabo forrageiro em uma prensa do tipo expeller para aumentar-se a quantidade de óleo extraído.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras.

As sementes foram divididas em três amostras de 3,0 kg de grãos prensados separadamente e tomando-se a média dos três como dados da repetição. Utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, com análises em triplicata. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software SISVAR® (FERREIRA, 2000). Os resultados foram

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

expressos com base na matéria integral.

A extração mecânica foi realizada em extratora de óleos vegetais de prensagem contínua do tipo expeller com capacidade de processamento de até 120 $kg.h^{-1}$ de matéria prima, sem prévio aquecimento dos grãos (prensagem a frio).

A quantidade de borra nos óleos extraídos foi determinada por meio da centrifugação dos mesmos a 5.000 rotações por minuto durante 15 minutos, provocando a sedimentação das partículas sólidas em suspensão (borra).

O balanço de massa foi calculado em relação ao material de entrada na extratora (grãos na primeira prensagem e torta na segunda e terceira prensagens). A porcentagem de óleo bruto extraído em cada prensagem foi obtida pela razão entre o óleo extraído na prensagem e o óleo total extraído nas três prensagens.

O rendimento de óleo bruto foi calculado através da razão entre a massa de óleo resultante do processo de extração, somando-se também o óleo extraído nas prensagens anteriores, e a massa de grãos inicial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O balanço de massa (Tabela 1) representa a proporção das diferentes frações resultantes do processo de extração (torta, óleo e resíduo de máquina) em relação à quantidade de material de entrada na prensa (grão ou torta).

Tabela 1 – Balanço de massa do material resultante de 1, 2 e 3 prensagens de grãos de nabo forrageiro.

Prensagem	Óleo (%)	Torta (%)
1	12,50 a	86,59 c
2	7,51 b	92,28 b
3	3,11 c	96,03 a

Média. Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

A primeira prensagem forneceu cerca de 12,5% de óleo e 86,5% de torta. A segunda prensagem (extração da torta resultante da primeira passada), por sua vez, forneceu menos óleo, cerca de 7,5% (a prensagem de 100 kg de torta resultante da primeira prensagem forneceria 7,5 kg de óleo), enquanto a torta representou em torno de 92,0% do material de saída da extratora. A terceira prensagem (extração da torta resultante da segunda prensagem), seguindo esta tendência, forneceu menos óleo, próximo a 3,0%; e mais torta, quase 96,0%.

O rendimento de óleo bruto representa a quantidade de óleo bruto (óleo com borra) resultante da prensagem em relação à massa original de grãos colocada na extratora, somando-se o óleo das prensagens anteriores no caso da segunda e terceira prensagens. O aumento no número de prensagens resultou em um aumento de menos de 10,0% no rendimento de óleo (Tabela 2). O rendimento de óleo bruto da primeira prensagem foi de 12,5% em média. Com duas prensagens, o rendimento aumentou para 18,5% e, com três prensagens, o rendimento de óleo bruto foi de quase 20,5%. Triplicando-se o número de prensagens do material, o rendimento de óleo bruto sofreu um acréscimo de menos de 10,0%.

Tabela 2 – Rendimento de óleo bruto (ROB) de 1, 2 e 3 prensagens de grãos de nabo forrageiro.

Prensagem	ROB (%)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

1	12,50 c
2	18,50 b
3	20,58 a

Média. Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

A proporção de óleo extraído em cada prensagem em relação à quantidade total de óleo extraído reforça a ineficiência da realização de mais de duas prensagens para os grãos de nabo forrageiro. Enquanto cerca de 61,0% do óleo bruto foi extraído na primeira prensagem, em torno de 29,0% foram extraídos na segunda prensagem e apenas 10,0% na terceira prensagem (Tabela 3).

Tabela 3 – Porcentagem de óleo extraído em cada prensagem dos grãos e torta de nabo forrageiro.

Prensagem	**Óleo Extraído (%)**
1	60,75 a
2	29,14 b
3	10,12 c

Média. Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Além disso, o óleo bruto fornecido na terceira prensagem contém mais borra, cerca de 51,0%, do que o óleo da primeira e segunda prensagem, sendo que o teor de borra dos dois últimos, em torno de 27,0 e 31,0% respectivamente, não apresentou diferença significativa no teste de Tukey ao nível de 5% (Tabela 4). A quantidade de borra no óleo bruto praticamente dobra da primeira para a terceira prensagem e sofre um acréscimo de quase 20,0% da segunda para a terceira prensagem.

Tabela 4 – Quantidade de borra nos óleos extraídos em cada prensagem dos grãos e torta de nabo forrageiro.

Prensagem	**Borra (%)**
1	27,13 b
2	30,87 b
3	50,82 a

Média. Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Em trabalho com prensa de outro fabricante e de menor capacidade, Pighinelli (2009) encontraram valores de rendimento em óleo bruto variando entre 45 e 65%, sendo que o aumento de umidade nos grãos influenciou negativamente o rendimento. A forma utilizada naquele trabalho para cálculo do rendimento de óleo bruto difere da utilizada no presente, uma vez que naquele calculou-se o rendimento em relação à massa de óleo original dos grãos e neste, em relação à massa inicial de grãos.

Souza (2009) determinaram o rendimento de extração da dupla prensagem de grãos de nabo forrageiro, encontrando o valor médio de 77%, utilizando uma prensa com capacidade de extração de 150 kg.h-1 de matéria-prima. Tal parâmetro foi calculado pela diferença entre o teor de lipídeos inicial dos grãos e o teor de lipídeos na torta resultante do processo de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

extração, em relação ao teor de lipídeos dos grãos.

CONCLUSÕES

Diante destes resultados, pode-se concluir que não é vantajosa a realização de mais de duas prensagens dos grãos de nabo forrageiro, já que não é grande o aumento no rendimento de óleo bruto decorrente disso e pelo fato do óleo bruto da terceira prensagem ter quase 50% de borra.

AGRADECIMENTOS

G-ÓLEO, OLEA, UFLA, CNPq, FAPEMIG, FINEP e RBTB.

REFERÊNCIAS

BUHR, N. Mechanical pressing. IN: ERICKSON, D. R., ed. Edible fats and oils processing: basic principles and modern practices. Champaign, Illinois: American Oil Chemists Society, 1990.

FERREIRA, D. F. SISVAR-Sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000.

GRIMALDI, R. Adequação tecnológica para extração e refino do óleo de canola/colza. 22/09/1994. Dissertação Mestrado - UNICAMP: Campinas, 1994

LAJARA, J. R. Solvent extraction of oil from oilseeds: the real basics. IN: ERICKSON, D. R., ed. Edible fats and oils processing: basic principles and modern practices. Champaign, Illinois: American Oil Chemists Society, 1990.

NERY, M. C. Colheita, beneficiamento e controle de qualidade de sementes de nabo forrageiro. 180 p. Tese de Doutorado -Lavras: UFLA, 2008.

O´BRIEN, R. D. Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications. 3 ed. CRC Press: Nova Iorque, 2008. SOUZA, A. D. V. et al. Pesq. agropec. bras. Brasília, v. 44, n. 10, p. 1328-1335, 2009.

PIGHINELLI almt, PARK K.J., RAUEN A.M., OLIVEIRA R.A. de. Optimization of pressing sunflower seeds and their characterization. Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb. v. 13: p. 63-67, 2009.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DO USO DE ÓLEOS RESIDUAIS NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

PRISCILA CARVALHO PUPIN[1], DANIELA MAZUCHELLI GARCIA[2], MARCELA DUARTE MENDES[3], LUCAS AMBROSANO[4], PEDRO CASTRO NETO[5], ANTONIO CARLOS FRAGA[6]

[1] Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, priscilapupin11@gmail.com
[2] Graduando em Química, UFLA, danielamazuchelli@gmail.com
[3] Graduada em Química, UFLA, mmendes.mdm@gmail.com
[4] Doutor, UFLA, lucasambrosano@gmail.com
[5] Pesquisador, UFLA, oleo@deg.ufla.br
[6] Pesquisador, UFLA, fraga@ufla.gov

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A utilização de óleos residuais de frituras na produção de biodiesel pode se tornar uma estratégia interessante, pois além de um grande potencial para a produção do biocombustível também elimina um problema ambiental causado pelo descarte incorreto e pode diminuir os custos na produção. Em vista disso, o presente trabalho tem por objetivo estudar a efetividade de óleos residuais como matéria prima para a produção de biodiesel. Para a execução dos experimentos foram utilizadas amostras coletadas em lanchonetes, padarias e restaurantes da cidade de Lavras. As amostras foram homogeneizadas e caracterizadas quanto aos seguintes parâmetros: índices de acidez e iodo, peróxido, saponificação, refração e densidade. Após as análises, as duas amostras de óleo (tanque A e tanque B) foram divididas em seis amostras cada. Com as três primeiras amostras de cada óleo bruto [TA(1), TA(2), TA(3) e TB(1), TB(2), TB(3)] foram realizadas as reações de neutralização, esterificação e transesterificação. Com as outras três amostras de cada óleo [TA(4), TA(5), TA(6) e TB(4), TB(5), TB(6)] foram realizadas lavagens com água destilada e após as lavagens foram submetidos aos mesmos processos realizados com os óleos brutos. O processo mais eficiente para produção dos ésteres metílicos foi à esterificação seguida de transesterificação. Verificou-se que óleos residuais de fritura podem ser utilizados como matéria prima para a produção do biocombustível.
PALAVRAS–CHAVE: OGR; esterificação; transesterificação.

RESIDUAL OIL USE ASSESSMENT IN BIODIESEL PRODUCTION

ABSTRACT: The use of waste frying oils for the production of biodiesel can become an interesting strategy, as well as great potential for biofuel production also eliminates an environmental problem caused by improper disposal and can reduce costs in production. In view of this, the present work aims to study the effectiveness of waste oils as feedstock for biodiesel production. For the execution of the experiments we used samples collected in cafeterias, bakeries and restaurants in the city of Lavras. The samples were homogenized and characterized according to the following parameters: acid numbers and iodine, peroxide, saponification, refraction and density. After analysis, the two samples of oil (Tank A and tank B) each were divided into six samples. With the first three samples of each crude [TA (1) TA

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

(2), TA (3) and TB (1), TB (2), TB (3)] were realizas neutralization reactions, esterification and transesterification . With the other three samples from each oil [TA (4), TA (5), TA (6) and TB (4) TB (5) TB (6)] washing with distilled water and after washing were performed were subjected to the same processes carried out with crude. The most efficient process for production of methyl esters was then the esterification and transesterification. So, waste frying oils can be used as a feedstock for biofuel production.
KEYWORDS: esterification, transesterification, residual oil

INTRODUÇÃO

A geração de energia é essencial na sociedade e vem há séculos sendo aprimorada pelos homens, tanto em relação ao modo de produção como às matérias primas utilizadas. Hoje a maior parte da energia produzida no mundo provem de combustíveis fósseis, porém estes recursos irão esgotar-se um dia, sendo assim surge um cenário onde é necessário buscar alternativas renováveis. Pensando nisso os biocombustíveis vêm ganhando espaço na sociedade. Os biocombustíveis mais utilizados atualmente são o etanol e o biodiesel, principalmente no setor de transportes rodoviários. A utilização do biodiesel como combustível de suas fontes oleaginosas propiciam diversos ganhos ambientais. Dentre eles temos a substituição de um combustível fóssil por um renovável, e as oleaginosas cultivadas, ao realizarem a fotossíntese, absorvem carbono da atmosfera no processo denominado sequestro de carbono. Além disso, o biodiesel gera níveis mais baixos de poluentes como o dióxido de enxofre e o gás carbônico, responsáveis pelo efeito estufa, e também de material particulado.

Segundo Knothe, o biodiesel é um composto de mono-alquilésteres de ácidos graxos de cadeia longa que é obtido, a partir da reação de transesterificação de óleos vegetais e/ou gorduras animais com álcool, na presença de um catalisador. Os compostos mono-alquilésteres, quando provenientes da reação com álcool metílico ou etílico, que são os álcoois mais utilizados na produção de biodiesel são denominados de ésteres metílicos ou etílicos, respectivamente. O biodiesel, já definido anteriormente, pode ser produzido a partir de óleos provenientes de várias oleaginosas. Destacam-se como principais fontes o dendê, o algodão, a soja, o girassol e a colza. É possível fazer misturas dos óleos de várias origens na obtenção do biodiesel (COSTA e OLIVEIRA, 2006).

Além destas fontes de matéria prima, o óleo e a gordura residual utilizado na indústria alimentícia também pode ser um grande aliado na cadeia de produção do biodiesel. Na grande maioria destes produtos está o óleo de soja seguido de gorduras vegetais hidrogenadas em um menor volume. Hoje no Brasil, a maior parte de sua destinação é feita de maneira incorreta sendo descartado em esgotos ou solos, atingindo posteriormente outros corpos d'água, mesmo sendo um crime ambiental. Outra parte deste resíduo é destinada à produção de sabão e apenas uma parcela ainda menor é utilizada na fabricação do biodiesel.

O processo de fritura contínuo desencadeia diversas alterações no estado inicial destes óleos, principalmente alterações oxidativas devido à imersão e alterações físico-químicas e organolépticas devido às altas temperaturas em que ele é submetido. As principais alterações são aumento da viscosidade, do calor específico, diminuição do número de iodo (relacionado ao teor de insaturação), mudança na tensão superficial, na cor, aumento da acidez devido à formação de ácidos graxos livres, odor e aumento da tendência do óleo em formar espuma,

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

além de resíduos sólidos de alimentos.

Várias destas degradações sofridas pelo óleo dificultam ou reduzem a eficiência no processo de fabricação e/ou estocagem do biodiesel, sendo assim é necessário realizar um tratamento nestes óleos antes de iniciar a reação de transesterificação. Neste pré-tratamento foi feita a lavagem, neutralização e esterificação.

Na intenção de reduzir os danos causados pelo descarte incorreto destes óleos e gorduras, o presente trabalho busca analisar a viabilidade de seu uso no mercado energético, diminuindo direta e indiretamente os prejuízos ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

O óleo foi coletado na cidade de Lavras – MG em centros comerciais como restaurantes, padarias e lanchonetes. Este fora armazenado em tanques cilíndricos denominados tanque A (TA) e tanque B (TB), representados na figura 1. Uma amostra de cada tanque foi retirada e homogeneizada. A fim de retirar os materiais sólidos que pudessem vir a conter nas amostras, ambas foram filtradas a vácuo com o uso de papel filtro.

As análises feitas nas amostras foram índice de acidez, de iodo, de peróxido, de saponificação, refração e densidade. Todas foram feitas em triplicata para as duas amostras e obtiveram sua média como o resultado final.



Figura 1 – Tanque A e Tanque B onde o óleo é armazenado após a coleta.

O índice de acidez é definido através da titulação de uma solução de hidróxido de sódio 0,1 M anteriormente padronizada, em um erlenmeyer de 125 mL com uma solução de 2,0g de óleo medido em balança analítica e 25 mL de uma mistura de éter etílico e álcool etílico na proporção de 2:1 respectivamente. Como indicador utilizou-se a fenolftaleína. A partir da equação 1 e dos dados obtidos na análise é possível calcular o índice de acidez:

$$IA=\frac{V \times f\ 5{,}61}{P} \qquad (1)$$

Cálculo do índice de acidez, em que V é o volume de NaOH utilizado na titulação, em

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

mL, f é o fator de correção da solução de NaOH, P é o número de gramas da amostra.

O índice de iodo foi determinado através do método de Wijs. Em uma balança analítica pesou-se 0,25g de óleo de cada amostra em um erlenmeyer de 250mL com tampa e adicionou-se 10mL de tetracloreto de carbono e 25mL da solução Wijs. Com movimentos de rotação o erlenmeyer tampado foi homogeneizado e deixado em repouso ao abrigo da luz por 30 minutos, e após o tempo foi adicionado 10mL da solução de iodeto de potássio 15% e 100mL de água destilada. Titulou-se com a solução de iodeto de potássio 0,1M até o aparecimento de uma coloração amarelo-ovo. Por fim adicionou-se a solução indicadora de amido 1% e continuou a titulação até que a solução não possuísse mais a coloração azul. Com os dados encontrados o índice de iodo foi calculado através da equação 2:

$$IO=\frac{(V_B-V_A)\ x\ M\ x\ 12,69}{P} \qquad 2)$$

Cálculo do índice de iodo, em que V_B é o volume gasto de tiossulfato de sódio na titulação do branco, V_A é o volume gasto de tiossulfato de sódio na titulação da amostra, M é a molaridade do tiossulfato de sódio e P é o número de gramas da amostra.

A terceira análise realizada foi o índice de peróxido. Para esta pesou-se 5 gramas da amostra em um frasco erlenmeyer de 250 mL. Adicionou-se 30 mL da solução ácido acético-clorofórmio na proporção 3:2 e agitou-se até a dissolução da amostra. Adicionou-se 0,5mL da solução saturada de KI a solução foi mantida em repouso ao abrigo da luz por exatamente um minuto. Acrescentou-se 30mL de água destilada e foi feita a titulação com uma solução de tiossulfato de sódio 0,01 M com constante agitação até que a coloração amarela tenha quase desaparecido. Adicionou-se 0,5 mL de solução de amido indicadora e a titulação prosseguiu até o completo desaparecimento da coloração azul. A partir dos dados obtidos e da equação 3 o número do índice de peróxido foi determinado.

$$IO=\frac{(V_B-V_A)\ x\ M\ x\ 12,69}{P} \qquad 3)$$

Cálculo do índice de iodo, onde V_B é o volume gasto de tiossulfato de sódio na titulação do branco, V_A é o volume gasto de tiossulfato de sódio na titulação da amostra, M é a molaridade do tiossulfato de sódio e P é o nº de gramas da amostra.

O índice de refração foi feito com um refratômetro eletrônico onde foi feita a leitura de seu índice e de sua temperatura no visor do aparelho.

A densidade da amostra foi determinada a temperatura ambiente, 20º C, através da pesagem das massas usadas dos dois óleos residuais em uma balança analítica, e de seu volume, utilizando-se uma proveta de 50mL, de acordo com a equação 4:

$$\rho = \frac{m}{v} \qquad (4)$$

Cálculo da densidade, em que m é a massa e v é o volume.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Logo após a caracterização físico-química das amostras, coletou-se seis sub amostras de cada um dos tanques, denominadas TA(1), TA(2), TA(3), TA(4), TA(5), TA(6) e TB(1), TB(2), TB(3), TB(4), TB(5), TB(6). Com as amostras TA(1), TB(1), TA(4) e TB(4) foi realizada a reação de neutralização, com as amostras TA(2), TB(2), TA(5) e TB(5) foi realizada a reação de esterificação e com as amostras TA(3), TB(3), TA(6) e TB(6) realizou-se a reação de transesterificação, porém nas amostras 4, 5 e 6 dos dois tanques realizou-se a lavagem com água destilada e após secarem os óleos por duas horas e quarenta minutos na estufa a vácuo, as reações acima descritas foram feitas.

A reação de neutralização adiciona-se solução de NaOH 12% na amostra, sob agitação de 550 rpm, em temperatura ambiente. Logo após, reduziu a agitação para 250rpm e aqueceu-se a 65°C por 20 min. Deixou decantar por 24 horas. Para determinar a quantidade de hidróxido de sódio que deve ser adicionado a cada 100 mL de óleo é utilizado a seguinte fórmula:

$$c = \frac{a/2 \times 100}{12} \qquad (5)$$

Concentração de NaOH para cada 100mL de óleo (c), e a equivale a acidez do óleo.

Colocou-se 250 mL dos óleos a serem esterificados em um reator encamisado, adicionou-se 125 mL de metanol e 3% (v/v) de ácido fosfórico. Deixou-se agitando a uma temperatura de 90º a 1100 rpm durante 3 horas. Transferiu-se para um funil de squib e após decantar descartou-se a parte inferior e na estufa a vácuo secou-se a parte superior por quarenta minutos. Antes da esterificação, os óleos brutos foram secos na estufa a vácuo por quarenta minutos e os óleos lavados por duas horas e quarenta minutos, pois a água pode diminuir o rendimento da reação, uma vez que a mesma produz água, então a sua presença pode deslocar a reação para a menor quantidade de produtos.

Para a transesterificação 200 mL dos óleos foram adicionados no reator encamisado. Aqueceu o óleo a 50°C sob agitação por 10min. Adicionou-se 50mL de metanol e também a quantidade de hidróxido de potássio calculada anteriormente para neutralizar a esterificação e aqueceu-o até estar a uma temperatura de 50°C. Por fim, 1,7mL de metilato de sódio 30% foi adicionado e manteve-o óleo sob agitação por 40min. Ele foi transferido para um funil de squib para decantar.

Para realizar a lavagem dos óleos TA(4), TA(5), TA(6), TB(4), TB(5) e TB(6), eles foram aquecidos a 40ºC e lavados na proporção de 400 mL de óleo para 400 mL de água destilada fervida. O óleo está em constante agitação enquanto a água é adicionada lentamente através de burrifadas. A lavagem foi feita 5 vezes em cada amostra. Ao fim, a mistura é colocada em funil squib para separação do óleo da água por decantação. Após total separação, a água é retirada e analisada.

Para realizar a leitura de íons sódio da água de lavagem é utilizado um fotômetro de chamas. O fotômetro foi calibrado com amostras pré preparadas de uma solução padrão de NaOH, e através das leituras que o fotômetro realizou de emissão de sódio para cada solução, obteve-se uma curva de calibração, e através dela foi possível determinar a concentração de sódio em cada água de lavagem.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físico-químicas foram determinadas e estão descritas na tabela abaixo:

Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas das amostras do tanque A e B.

Análise	TA	TB
Acidez (mgKOH/g)	12,99	18,99
Iodo (cg de iodo/g)	103,17	102,16
Peróxido (meq/1000g)	14,72	12,74
Saponificação (mgKOH/g)	145,92	134,32
Refração (nD)	1,47	1,47
Densidade (g/mL)	0,90	0,90

A neutralização realizada tanto nos óleos TA(1) e TB(1) quanto nos TA(4) e TB(4) não obtiveram êxito, fazendo com que o óleo se transformasse em sabão. As amostras de óleo bruto não estavam passíveis de sofrerem a transesterificação, o que era esperado devido à grande concentração de ácidos graxos livres.

A reação de esterificação foi bem sucedida para as quatro amostras as quais foi feita. A transesterificação que ocorreu após ela gerou biodiesel, glicerina e uma fase sólida que indica um sal insolúvel que pode ser utilizado como fertilizante na agricultura ou como matéria prima para a produção de detergente.

Já no caso da transesterificação diretamente nas amostras, pode-se observar que ela foi bem sucedida em todos os casos, mas que a lavagem não gerou uma diferença relevante na melhora do rendimento da produção de biodiesel apesar de retirar todo o sódio e outras impurezas solúveis do óleo bruto.

CONCLUSÕES

A melhor maneira de produzir biodiesel a partir de óleos residuais de fritura dentre os processos utilizados no presente trabalho foi a esterificação seguida da transesterificação, tanto para óleos brutos, quanto para óleos lavados, mostrando também que a lavagem do óleo como pré tratamento não é necessária uma vez que esta não se relaciona com o rendimento na produção de biodiesel a partir da transesterificação, mostrando por fim que é viável a produção deste biocombustível a partir de óleos e gorduras residuais da indústria alimentícia.

AGRADECIMENTO

Agradeço à OLEA, CNPq, FAPEMIG, FINEP, e RBTB pelo incentivo e viabilização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

COSTA, B. J.; OLIVEIRA, S. M. M. Dossiê técnico**:** óleo de soja. Curitiba: [S.n.], 2006. 27 p. Disponível em: <www.sbrt.ibict.br>. Acesso em: 08 junho de 2015.

KNOTHE, G., V. G., J., KRAHL, J. Manual de biodiesel. Editora Edgard Blücher. 2006.

MURTA, A. L. S, Energia: o vício da civilização; Crise energética e as alternativas sustentáveis, Editora Rocco, 2011. 96 p.

NETO, P.R C.; ROSSI, L.F.S.; ZAGONEL, G.F.; RAMOS, L.P., Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. Química Nova, 23(4), p. 531-537, 2000.

TESSER, R.; DI SERIO, M.; GUIDA, M.; NASTASI, M.; SANTACESARIA, E. Kinetics of Oleic Acid Esterification with Methanol in the Presence of Triglycerides. Industrial Engineering Chemistry Research, 44, p. 7978-7982, 2005.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DOS COMPOSTOS NITROGENADOS NO PERCOLADO DO SOLO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE EFLUENTES DA BOVINOCULTURA

CAMILA F. M. CHAVES[1], FRANCISCO O. P. TEIXEIRA[2], RONALDO FIA[3], FLÁVIA A. FRANÇA[4], THAIS D. MANSO[5], LUIZ F. C. DE OLIVEIRA[6]

[1]Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, cfmchaves@hotmail.com
[2] Engenheiro Agrícola, Mestrando em Ciências Florestais, UFLA, ftambiental@gmail.com
[3] Engenheiro Agrícola e Ambiental, Doutor em Engenharia Agrícola, UFLA, ronaldofia@deg.ufla.br
[4]Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, flaviafranca88@gmail.com
5Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, tmanso@engambiental.ufla.br
[6]Engenheiro Agrícola, Doutor em Engenharia Agrícola, UFLA, coutinho@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo determinar as concentrações de nitrogênio total Kjeldahl (NTK), nitrato e nitrito do percolado em diferentes profundidades do solo proveniente da aplicação de águas residuárias da bovinocultura (ARB). O experimento foi conduzido na Chácara Santo Antônio, em Brazópolis-MG. A cada três dias, foi aplicada uma lâmina de 150 mm de ARB em um terraço construído em nível com base de 1 m de largura, cultivado com *Brachiaria*. Os amostradores de percolado foram constituídos por tubos de PVC de 0,100 m de diâmetro, com tampões da base, para coleta do percolado, e instalados em diferentes profundidades: 0,20 m, 0,40 m, 0,60 m e 0,80 m. Os tubos foram perfurados em uma extensão de 0,20 m ao longo do comprimento, dependendo da profundidade de instalação. Os amostradores foram instalados distanciados de 1 m da base do terraço, e 3 m entre si. O amostrador controle foi instalado em posição à montante do terraço. A coleta de amostras aconteceu entre os meses de outubro de 2014 e abril de 2015, em intervalos não regulares, pois dependia da incidência das chuvas na região. O ponto de coleta controle apresentou maior concentração de NTK (29 mg L^{-1}), evidenciando que o nitrogênio foi proveniente do escoamento superficial, da área de pastagem adjacente ao experimento, ocupada por pecuária extensiva. Os valores de nitrato (0,4 a 7,3 mg L^{-1}), superiores aos de nitrito (0,4 a 18,4 micro g L^{-1}), evidenciam a conversão microbiológica do nitrito em nitrato ao longo do perfil do solo.
PALAVRAS–CHAVE: nitrogênio, disposição no solo, reúso agrícola.

LEACHING OF NITROGEN COMPOUNDS IN SOIL UNDER APPLICATION OF CATTLE WASTEWATER

ABSTRACT: This study aimed to determine the concentrations of total Kjeldahl nitrogen (TKN), nitrate and nitrite in leached in different depths of soil under application of cattle wastewater (ARB). The experiment was conducted in Chácara Santo Antônio, in Brazópolis-MG. Every three days, a depth of 150 mm of ARB was applied on a terrace built in level on the basis of 1 m wide, cultivated with *Brachiaria*. Samplers percolate were made of PVC pipe 0.100 m in diameter, with caps of the base, to collect the percolate, and installed at different depths: 0.20 m, 0.40 m, 0.60 m and 0.80 m. The tubes were drilled in a length of 0.20 m along

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

the length, depending on the installation depth. The samplers were installed apart of 1 m from the base of the terrace, and 3 m away from each other. The sampler control was installed in a position upstream of the terrace. The sampling took place between the months of October 2014 and April 2015, at irregular intervals, it depended on the incidence of rainfall. The collection point control showed the highest concentration of TKN (29 mg L^{-1}), showing that nitrogen was due to runoff, from the pasture area adjacent to the experiment, occupied by extensive cattle ranching. The nitrate values (0.4 to 7.3 mg L^{-1}) greater than nitrite (0.4 to 18.4 micro g L^{-1}), show the microbiological conversion of nitrite to nitrate along the profile of the ground.
KEYWORDS: nitrogen, soil application, agricultural reuse

INTRODUÇÃO

A disposição de águas residuárias no sistema solo-planta feita de forma planejada, respeitando as condições apropriadas e as características do solo, pode trazer benefícios tais como fonte de nutrientes e água para as plantas, redução do uso de fertilizantes e de seu potencial poluidor. O solo, por meio de reações químicas e processos microbiológicos, tem a habilidade de decompor ou inativar materiais potencialmente prejudiciais ao ambiente (ERTHAL et al., 2010).

Porém, é comum a disposição feita de forma indiscriminada no ambiente, ultrapassando os limites do solo ou do corpo receptor. A falta ou a falha dos sistemas de saneamento existentes no Brasil, tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, é a fonte de problemas e trazem riscos à saúde humana. O que acontece, em razão disso, é que alguns contaminantes podem atingir o solo, as águas superficiais e até as águas subterrâneas. Há uma nítida correlação entre sistemas de saneamento e a contaminação por nitrato e microrganismos patogênicos (JAVAREZ JÚNIOR et al., 2007; BERNICE, 2010).

O nitrato é uma forma de nitrogênio encontrada no solo e na água e faz parte de um ciclo gasoso muito importante: o ciclo do nitrogênio. Ele é um nutriente essencial para as plantas, mas em quantidades excessivas pode causar problemas na qualidade da água (USEPA, 2015). A Resolução nº 420 do CONAMA (BRASIL, 2009) estabelece que o valor de investigação para água subterrânea é de 10 mg L^{-1} de $N\text{-}NO_3^-$ (44 mg L^{-1} de NO_3^-); sendo este também o valor máximo permitido para a água ser considerada potável.

Na remoção de nutrientes nos sistemas de tratamento de efluentes agroindustriais ainda há necessidade de se aprimorar alternativas de incremento e melhoria dos resultados, de forma mais econômica possível; contudo, a redução dos teores nitrogênio e fósforo permanece como um objetivo de qualidade dificilmente acessível às tecnologias mais simples de depuração, como as que fazem parte do tratamento secundário, passando a constituir o chamado tratamento terciário (SARAIVA; KOETZ, 2002; ZENATTI et al., 2009).

Assim, o tratamento/disposição final no solo apresenta-se como uma alternativa viável, pois reduz os custos com o tratamento dos dejetos para lançamento em cursos de água, e ainda se aproveita os nutrientes para as culturas. Entretanto, a disposição de águas residuárias no sistema solo-planta, quando feita sem critérios agronômicos e ambientais, pode causar problemas de contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas e toxicidade às plantas. Neste sentido se reveste de importância investigar as taxas de aplicação mais adequadas da água residuária em questão, com base nos solutos presentes em maiores

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

concentrações e determinar seus efeitos do ponto de vista agronômico e ambiental (SCHWANTES et al., 2013).

Este trabalho tem como objetivo geral determinar as concentrações de nitrogênio total Kjeldahl (NTK), nitrato (NO_3^-) e nitrito (NO_2^-) do percolado em diferentes profundidades do solo proveniente da aplicação de águas residuárias da bovinocultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido na Chácara Santo Antônio, em Brazópolis, Minas Gerais, latitude 22°27'S, longitude 45°36'W, altitude média de 868 m e clima Cwa, segundo a classificação de Köppen (Figura 1).

Atualmente a água residuária de bovinocultura (ARB) gerada na propriedade é armazenada em tanques impermeabilizados com capacidade de armazenamento de 8,0 m^3, com caracterização média apresentada na Tabela 1. A cada três dias, foi aplicada uma lâmina de 150 mm de ARB em cada um dos dois terraços existentes na propriedade. Os terraços são construídos em nível com base de aproximadamente 1 m de largura, em área cultivada com gramíneas do gênero *Brachiaria*. Na disposição da ARB é utilizando o processo de infiltração-percolação (Figura 1) (CORAUCCI FILHO et al., 1999).

Tabela 1 - Valores médios das variáveis avaliadas na água residuária da bovinocultura aplicada nos terraços.

Variáveis	pH	CE	DQO	NTK	CT	CTer
ARB	6,8	2,43	4.347	142	$1x10^{12}$	$1x10^{11}$

ARB - água residuária da bovinocultura, pH – potencial hidrogeniônico, CE – condutividade elétrica (dS m^{-1}), DQO – demanda química de oxigênio (mg L^{-1}), NTK – Nitrogênio Total Kjeldahl (mg L^{-1}), CT – coliformes totais (NMP 100 L^{-1}), CTer – coliformes termotolerantes (NMP 100 L^{-1}).



Figura 1. Vista geral de um dos terraços utilizados para disposição da água residuária da bovinocultura em pastagem degradada na Chácara Santo Antônio.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Procedimento experimental

As amostras do percolado foram coletadas em diferentes profundidades por meio da instalação de amostradores. Os amostradores foram constituídos por tubos de PVC de 0,100 m de diâmetro, com tampões da base, para coleta do percolado, e no topo para evitar a entrada de materiais que pudessem contaminar as amostras. Foram instalados, no mês de setembro de 2014, em diferentes profundidades: 0,20 m, 0,40 m, 0,60 m e 0,80 m. Os tubos foram perfurados em uma extensão de 0,20 m ao longo do comprimento e dependendo da profundidade de instalação (Figura 2a).

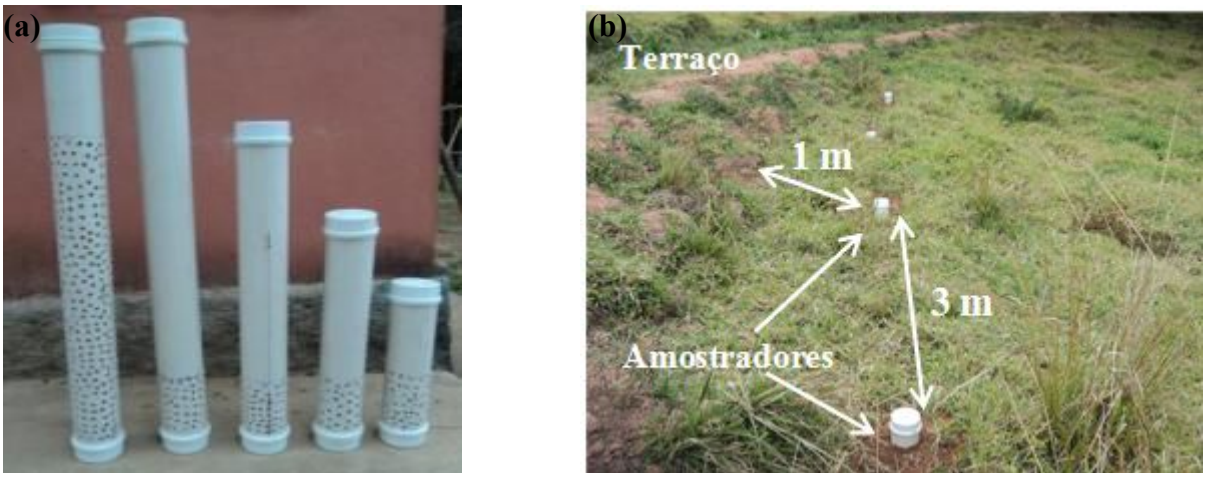


Figura 2 - (a) Da esquerda para direita: amostrador controle instalado a 0,80 m de profundidade, e amostradores instalados a 0,80 m, 0,60 m, 0,40 m, 0,20 m de profundidade; (b) local de instalação dos amostradores de percolado.

Os amostradores foram instalados distanciados de 1 m da base do terraço, e 3 m entre si, para evitar qualquer tipo de interferência. O amostrador controle foi instalado em posição à montante do terraço, onde não há aplicação da ARB, para evitar contribuição de percolado proveniente da ARB para este amostrador (Figura 2b).

Para instalação dos amostradores, o solo foi escavado dependendo da profundidade de instalação (de 0,20 a 0,80 m). Os amostradores foram cobertos com tela plástica, tipo sombrite (Figura 3), para reduzir o carreamento de solo para dentro dos amostradores. Entre o solo e os amostradores foi inserido uma camada de areia para facilitar o processo de drenagem da água do solo para o amostrador. Na parte superior dos amostradores, primeiros 0,15 m de solo, foi inserida uma camada de argila compactada, para reduzir o caminho preferencial da água quando em escoamento superficial no solo

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 3 - Procedimento de instalação dos amostradores: trincheira escavada no solo e colocação de areia ao redor do amostrador na parte inferior da trincheira; e envolvimento do amostrador com material tipo sombrite.

Análises laboratoriais

A coleta de amostras aconteceu entre os meses de outubro de 2014 e abril de 2015, em intervalos não regulares, pois a geração de amostras dependia também da incidência das chuvas na região. Além disso, mesmo com a ocorrência de chuvas, havia a necessidade que esta fosse o suficiente para que contribuísse com a percolação até as camadas mais profundas do solo.

O líquido percolado nos tubos teve sua qualidade avaliada sempre que foi encontrado volume suficiente de amostra nos coletores para a realização das análises.

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Água e de Análise de Águas Residuárias do Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária do Departamento de Engenharia da UFLA e compreenderam: pH, nitrogênio total Kjeldahl (NTK), pelo método semi-micro Kjeldahl, nitrato (NO_3^-), por colorimetria pelo método do salicilato, nitrito (NO_2^-), por colorimetria pelo método do dicloridrato de n(1-naftil) etilenodiamina (APHA et al., 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Potencial hidrogeniônico

Os valores de pH encontrados para as diferentes profundidades do perfil do solo e a coletas em que foi determinada a variável estão representados pela Tabela 2.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 2 - Valores de pH observados no percolado em diferentes profundidades de solo no período de monitoramento após recebimento de águas residuárias da bovinocultura.

Data	Test.	20 cm	40 cm	60 cm	80 cm
30/10/2014	7,1	6,5	6,1	6,5	6,9
13/12/2014	7,0	6,4	6,7	6,9	6,8
15/01/2015	6,1	6,3	6,6	6,3	6,4
11/02/2015	7,4	6,8	5,1	6,1	6,7
24/03/2015	7,2	6,2	3,4	6,4	6,6
23/04/2015	7,1	6,4	3,2	6,8	7,4
Média	7,0	6,4	5,2	6,5	6,8

Percebe-se maior variação dos valores de pH com o aumento das chuvas ocorrida no mês de janeiro em diante. Na profundidade de 40 cm houve forte variação do pH, com redução acentuada dos valores. Provavelmente, algum caminho preferencial neste ponto tenha conduzido maiores quantidades de água residuárias para o ponto de coleta. Sabe-se que a degradação da matéria orgânica gera ácidos orgânicos que tendem a reduzir o pH do meio (CHERNICHARO, 2007).

Nitrogênio

Os valores de nitrogênio total Kjeldahl (NTK) variaram ao longo do tempo de monitoramento e da profundidade de coleta de percolado no solo (Tabela 3). Verificou-se que na maioria das coletas as maiores concentrações de NTK foram observadas no ponto de coleta localizado à montante do terraço de lançamento dos efluentes (testemunha). Evidenciando que o nitrogênio tenha vindo não do efluente, mas do escoamento superficial. Tendo em vista que a área é de pastagem extensiva e que os animais defecam de forma difusa no campo.

Tabela 3 - Valores de nitrogênio total (NTK) para as amostras de percolado coletadas em diferentes profundidades de solo no período de monitoramento.

Data	Test.	20 cm	40 cm	60 cm	80 cm
30/10/2014	39,2	5,0	0,6	10,1	12,9
13/12/2014	30,4	12,2	6,1	12,2	36,5
15/01/2015	50,4	5,6	5,6	5,6	5,6
11/02/2015	23,5	24,6	77,8	57,1	44,2
24/03/2015	7,3	10,6	24,4	1,1	9,0
23/04/2015	24,8	19,0	36,9	32,9	24,8
Média	29,0	13,0	25,0	20,0	22,2

As menores concentrações de NTK nos pontos à jusante do terraço podem estar relacionadas à degradação no nitrogênio. Sabe-se que no NTK são contabilizadas as formas orgânica e amoniacal. Por ser um ambiente aeróbio, provavelmente estas formas tenham sido parcialmente convertidas em nitrito e nitrato (Tabela 4).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 4 - Valores de Nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) nas amostras de percolado coletadas em diferentes profundidades de solo no período de monitoramento.

Data	Nitrito (µg L^{-1})					Nitrato (mg L^{-1})				
	Test.	20	40	60	80	Test.	20	40	60	80
		cm					cm			
30/10/2014	0,7	0,4	18,4	0,8	7,0	0,6	0,4	7,3	1,8	2,4
13/12/2014	0,5	0,4	0,2	0,6	0,0	0,2	0,4	2,8	2,6	0,5
15/01/2015	1,0	0,3	0,2	0,7	0,2	0,1	0,3	4,8	1,8	0,1
11/02/2015	0,4	0,5	29,1	1,4	0,0	0,6	0,3	5,5	1,3	0,2
24/03/2015	1,1	0,4	1,2	0,6	0,2	1,1	0,4	14,8	3,1	6,9
23/04/2015	0,6	0,5	61,1	0,9	34,5	1,1	0,5	8,4	0,1	4,3
média	0,7	0,4	18,4	0,9	6,9	0,6	0,4	7,3	1,8	2,4

O nitrito é uma forma bastante instável no ambiente, por isso as pequenas concentrações encontradas. Nota-se que no ponto testemunha foram observados valores de nitrito semelhantes aos pontos de 20 cm e de 60 cm. Na maioria das amostragens, aos 80 cm foram observados reduzidos valores de nitrito, que pode ter sido convertido em nitrato à medida que a água percolou pelo solo.

Os valores de nitrato, superiores aos de nitrito (Tabela 4), evidenciam a conversão microbiológica do nitrito em nitrato ao longo do perfil do solo.

Semelhante ao observado para o nitrito, nota-se que no ponto testemunha foram observados valores de nitrato semelhantes ao ponto de 20 cm. Parece ter havido um caminho preferencial no ponto de coleta aos 40 cm, com maiores valores de nitrato, se destacando dos demais pontos de coleta. Sabe-se que a conversão do nitrificação (conversão a nitrato) consome alcalinidade e consequentemente, favorece a redução do pH no meio (ISOLDI et al., 2005) como verificado na Tabela 2.

Os menores valores médios de nitrito e nitrato no ponto testemunha em relação aos pontos de coleta aos 40 cm, 60 cm e 80 cm, apesar de no ponto testemunha terem sido observadas maiores concentrações de NTK, podem estar relacionados à microbiota do solo. Assim, à jusante do terraço que recebeu efluentes ao longo do tempo (mais tempo que a condução do experimento), pode ter se desenvolvido uma comunidade microbiana diferenciada, e mais eficiente na conversão do NTK em nitrito e nitrato (HIDRI et al., 2010).

CONCLUSÕES

Neste experimento, limitações como a provável formação de um caminho preferencial na profundidade de 40 cm e a coleta ser feita apenas quando houvesse quantidade suficiente de percolado podem explicar as variações encontradas.

Em média, não foram observadas concentrações de nitrato e nitrato que superaram a concentração de potabilidade da água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG o financiamento do projeto, e juntamente com o CNPq as bolsas de iniciação científica concedidas.

REFERÊNCIAS

APHA - American Public Health Association; AWWA - American Water Works Association; WEF - Water Environment Federation. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th. ed. Washington. D.C.: APHA/AWWA/WEF, 2005, [s.n.].

BERNICE, A. M. **Evolução da contaminação por nitrato em aquíferos urbanos: estudo de caso em Urânia (SP)**. 2010. 127 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia), FAPESP/IGc-USP, São Paulo, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. **Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.** Brasília: DOU, nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**. 2.ed. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 380p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 5).

CORAUCCI FILHO, B.; CHERNICHARO, C.A.L.; ANDRADE NETO, C.O.; NOUR, E.A.; ANDREOLI, F.D. N.; SOUZA, H.N.; MONTEGGIA, L.O.; VON SPERLING, M.; LUCAS FILHO, M.; AISSE, M.M.; FIGUEIREDO, R.F.; STEFANUTTI, R. Tecnologia do tratamento de águas residuárias no solo: infiltração rápida, irrigação e escoamento superficial. In: **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p.357-407.

ERTHAL, V. J. T. et al. Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.467-477, 2010.

HIDRI, Y.; BOUZIRI, L.; MARON, P.A.; ANANE, M.; JEDID, N.; HASSAN, A.; RANJARD, L. Soil DNA evidence for altered microbial diversity after long-term application of municipal wastewater. **Agronomy for Sustainable Development**, v.30, p.423–431, 2010.

ISOLDI, L. A.; KOETZ, P. R.; ISOLDI, L. A. Pós-tratamento de efluente nitrificado da parboilização de arroz utilizando desnitrificação em reator UASB. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.10, n.4, p.271-277, 2005.

JAVAREZ JÚNIOR, A.; PAULA JÚNIOR, D.R.; GAZZOLA, J. Avaliação do desempenho de dois sistemas modulares no tratamento anaeróbio de esgotos em comunidades rurais. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.794-803, 2007.

SARAIVA, L. B.; KOETZ, P. R. Avaliação da remoção de nutrientes em efluente de parboilização de arroz. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8, n.3, p.259-264, 2002.

SCHWANTES, D.; COSTA, P. F.; GONÇALVES, E. D. V.; MATTIELLO, V.; GONÇALVES JR, A. C. Impacto ambiental da suinocultura e uso de floculantes como

alternativa no tratamento de dejetos suínos: um estudo de caso. **Varia Scientia Agrárias**, v. 6, n. 1, p.162-172, 2013.

USEPA – **UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY**. Disponível em: <http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms57.cfm>. Acesso em: 25 jan 2015.

ZENATTI, D.C.; GOMES, S.D.; FAZOLO, A.; COSTANZI, R.N.; HASAN, S.D.M.; GENTELINI, A.L. Nitrificação de efluente de abatedouro de tilápia em função da aeração e tempo de reação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.750–754, 2009.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DOS MODOS DE VIBRAÇÃO E FREQUÊNCIAS NATURAIS DE UM TANQUE DE CONCENTRADO DE MINÉRIO DE FERRO

MARCOS ESTEVÃO ASSUMPÇÃO[1], KELLSON TAKENAKA MENEZES[2], GERALDO ANUNCIAÇÃO JUNIOR[3], ERNANI SALES PALMA[4]

[1]Anglo American, MFB, Engenharia de Manutenção, marcos.assumpcao@angloamerican.com
[2]Anglo American, MFB, Engenharia de Manutenção, kellson.menezes@angloamerican.com
[3]Anglo American, MFB, Engenharia de Manutenção, geraldo.junior@angloamerican.com
[4]Univesidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Mecânica, ernani@demec.ufmg.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O trabalho a seguir apresenta uma avaliação de integridade estrutural de um tanque de concentrado de minério de ferro pertencente ao sistema Minas-Rio. A metodologia de avaliação de integridade estrutural está baseada na norma ISO 55001 - gestão de ativos, na qual são avaliados os riscos de operação e manutenção relacionados à integridade estrutural de uma estrutura significativa durante seu ciclo de vida. Neste trabalho, será avaliado o comportamento dinâmico do tanque de concentrado instalado na Estação de Bombeamento I, do Mineroduto pertencente a Anglo American. As condições dinâmicas do tanque foram verificadas com base na norma API 650 e através do método dos elementos finitos (MEF). A utilização do MEF tornou possível avaliar o comportamento dinâmico através das frequências naturais e modos de vibração. Foi identificando duas frequências naturais abaixo de 1 Hz. Esta condição oferece risco de acoplamento das excitações provocadas pelo vento com as duas primeiras frequências naturais. Verificou-se a utilização de um segundo anel de contraventamento para garantir uma operação segura do tanque de concentrado.
PALAVRAS–CHAVE: Integridade Estrutural; Elementos Finitos; Tanques de Concentrado.

EVALUATING OF VIBRATION MODES AND NATURAL FREQUENCIES IN IRON ORE CONCENTRATE TANK

ABSTRACT: This paper presents an evaluating the structural integrity of an iron ore concentrate tank to the Minas-Rio system. The structural integrity assessment methodology is based on ISO 55001- management assets, which are valued in the operation and maintenance of risks related to the structural integrity of a significant structure during the life cycle. This paper will check the dynamic condition of the concentrate tank installed in the Pump Station I of Pipeline by Anglo American. The dynamic conditions of the tank design have been evaluated based on API 650 standard and by the Finite Element Method (FEM). The use of the FEM method allows evaluates the dynamic conditions through the natural frequencies and mode shapes. Were identified two natural frequencies below 1 Hz. This condition offers

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

coupling risk of excitations caused by wind with the first two natural frequencies. This paper proposes the use of a second wind girder to ensure safe operation of the concentrate tank.
KEYWORDS: Structural Integrity; Finite Element; Concentrate Tank.

INTRODUÇÃO

A Anglo American multinacional com sede em Londres no Reino Unido iniciou no ano de 1917 suas operações na África do Sul através do seu fundador Ernest Oppenheimer. No Brasil a empresas foi fundada em 1973 e hoje possui duas unidades de negócio: Níquel, Nióbio e Fosfato (NNP) e a Minério de Ferro Brasil (IOB).

Um dos maiores projetos de mineração implantados no mundo é o Sistema Minas-Rio pertencente a unidade de negócio Minério de Ferro Brasil do grupo Anglo American. Os desafios de engenharia encontrados ao longo do projeto e implantação mostram a capacidade da engenharia brasileira de enfrentar desafios. Desafios que transpõem a fase de implantação, e são constantes nas fases de operação e manutenção dos ativos respeitando as normas internacionais, nacionais e internas, zelando pelo meio ambiente e trabalhando de maneira segura e responsável.

A gestão de ativos pode ser definida como um conjunto de boas práticas que visam gerir de forma coordenada, otimizada, sustentável e sistêmica o negócio. Esta metodologia tem por propósito garantir o cumprimento do planejamento estratégico da organização. Os ganhos relacionados à aplicação desta metodologia estão baseados nas melhorias da segurança e saúde dos colaboradores, gestão eficiente dos riscos envolvidos no negócio, otimização do uso dos ativos em todo seu ciclo de vida, contribuindo assim, para um aumento da disponibilidade física e aumento da produtividade. ISO 55001, 2014 e BSI PAS 55 1, 2008

De acordo com a ASSUMPÇÃO, 2015, parte destas boas práticas pode ser realizada pela gestão de integridade estrutural,. que são um conjunto de técnicas multidisciplinares que visam projetar, construir, operar e manter estruturas e equipamentos de forma segura, controlando os riscos envolvidos em todas as fases do ciclo de vida.

Os processos de concentração de minério são constituídos de diversas etapas que necessitam grande capacidade de armazenamento de polpa de minério e insumos ao longo do processo de beneficiamento. No processo de beneficiamento de minério de ferro através da concentração pelo processo de flotação diversos tanques são utilizados para o armazenamento de insumos e polpa de minério. Podem ser citados os tanques de armazenamento de soda cáustica, amido gelatinizado, amina, floculantes, água, coagulantes e polpa de minério. Os tanques podem apresentar como característica a utilização de agitadores para homogeneização da mistura, bocais para bombeamento e podem ser abertos ou fechados.

Os tanques são projetados por meio de documentos normativos nacionais e internacionais e oriundos da indústria de óleo & gás. Os tanques aplicados na mineração apresentam algumas particularidades em relação aos tanques utilizados na indústria de óleo & gás como a utilização de agitadores para a homogeneização da mistura, revestimentos para atenuar o desgaste, dentre outros. As normas comumente usadas para o projeto de Tanques de Armazenamento são as normas API 650, 2011 e ABNT 7821, 1983.

MAGALHÃES, 1991 confrontou os cálculos para dimensionamento de tanques de petróleo e derivados concebidos pela norma API 650 com o método dos elementos finitos (MEF) avaliando a boa correlação entre as duas metodologias.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ALMEIDA, 2012 apresenta em seu estudo a utilização do MEF para a avaliação estrutural de vasos de pressão submetidos a corrosão localizada seguindo as considerações da norma API 579 evidenciando a forte contribuição do MEF nos cálculos de integridade estrutural.

No trabalho proposto por MANSHADI E MAHERI, 2012 foram investigados o efeito da corrosão no comportamento dinâmico e a influência nas tensões ao longo dos anos. O estudo do efeito dinâmico e as tensões hidrostáticas em três tanques com a relação altura e diâmetro (H/D) variado através da abordagem numérica pelo método dos elementos finitos. Verificou-se que a progressão da corrosão provoca a redução da rigidez do sistema e o aumento das tensões hidrostáticas. Também foi observado o aumento do número de modos de vibração em uma determinada faixa de frequência em consequência do aumento da corrosão do costado.

Os Tanques de Concentrado são estruturas projetadas para armazenar a polpa de minério de ferro para posterior bombeamento através do Mineroduto ou armazenamento no final do bombeamento antes de ser filtrada. O Sistema Minas- Rio conta com 11 Tanques de Concentrado distribuídos ao longo do Mineroduto. Essas estruturas são de fundamental importância no processo produtivo, pois tem como função armazenar toda a produção. A capacidade nominal de cada tanque é de 5010 metros cúbicos, com 17 metros de altura e um diâmetro interno de 21,5 metros. Os tanques foram projetados e fabricados segundo as recomendações da norma API 650, 2011.

O componente analisado neste trabalho será o tanque de concentrado 1120-TQ-01. Este tanque compõe o complexo da Estação de Bombeamento I localizado no município de Conceição do Mato Dentro. Nesta estação de bombeamento existem ainda outros três tanques similares. Os tanques têm como objetivo armazenar e homogeneizar a polpa de minério de ferro para ser posteriormente bombeada através do Mineroduto. A Figura 1 apresenta a foto da Estação de Bombeamento I onde a seta em vermelho indica a localização do tanque 1120-TQ-01. Este tanque será avaliado dinamicamente conforme aplicação da metodologia de avaliação de ativos da gestão de integridade estrutural. Neste trabalho a metodologia se restringe apenas na conferência do dinâmica do projeto, de acordo com a norma API 650, 2011 e na avaliação modal pelo MEF.



Figura 1. Foto aérea da Estação de Bombeamento I.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

METODOLOGIA

A metodologia de avaliação dinâmica deste trabalho seguirá por duas vertentes. A primeira estará relacionada a avaliação do projeto conforme a norma API 650: 2011 e a segunda estará ligada a avaliação modal realiza pelo método dos elementos finitos (MEF).

Verificação do anel de contraventamento conforme API 650.

Para tanques aberto no topo, os anéis de contraventamento são utilizados para manter a circunferência e aumentar a rigidez nessa região quando estiverem submetidos a cargas dinâmicas, como por exemplo, a ação do vento. Os anéis de contraventamento devem estar posicionados próximo ao topo e do lado externo do tanque. Para determinação do momento resistente mínimo, a API 650:2011 utiliza a seguinte expressão como mostrada pela Equação (1).

$$Z = \frac{D^2 H_2}{17}\left(\frac{V}{190}\right)^2 \qquad (1)$$

Onde Z representa o mínimo módulo de seção requerida em cm^3, D o diâmetro nominal do tanque em m, H_2 a altura do tanque, incluindo qualquer projeção acima da altura máxima de enchimento em m e V a velocidade do vento de projeto em km/h.

Para determinar a velocidade dos ventos no local de instalação dos tanques, foi utilizada a norma ABNT 6123:1988 que determina no gráfico de isopletas de velocidades básica a velocidade máxima de 108 *km/h* medida sobre 3 *s* que pode ser excedida em média uma vez em 50 anos.

Avaliação dinâmica através do MEF

O MEF mostra-se como uma excelente ferramenta de cálculo utilizada para analisar o comportamento dos materiais empregados em projetos estruturais, assim como avaliar o desempenho mecânico dessas estruturas. Os modos de vibração e frequências naturais são determinados numericamente com o auxílio do software Ansys Mechanical® licenciado à Anglo American Minério de Ferro Brasil, que se baseia no MEF.

A análise modal é utilizada para determinar as frequências naturais e modos de vibração. Assim, cada frequência natural corresponde a um modo de vibração. A frequência natural e modos de vibração são importantes parâmetros para o projeto de estruturas que apresentam a condição de cargas dinâmicas. O problema da identificação das frequências de vibração de um determinado sistema é resolvido com base na análise do movimento em regime livre e sem amortecimento, nestas condições as equações de equilíbrio dinâmico tomam uma forma mais simplificada. Logo, a determinação de frequências e modos de vibração resulta em um problema tradicional de determinação de auto-valores e auto-vetores, onde os auto-valores representam as frequências naturais e os auto-vetores os modos de vibração. FILHO, 2013

Foram avaliadas três condições para a análise modal com o objetivo de identificar os modos de vibração e as frequências naturais de excitação na faixa de frequência de 0 a 30 *Hz*

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

e assim avaliar a influência da carga hidrostática sobre a rigidez do tanque. Foi avaliado o tanque com seu nível mínimo (0%), intermediário (50%) e nível máximo (100%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificação do anel de contraventamento especificado

Com os dados do tanque inseridos na Equação 1 o valor mínimo requerido de módulo de seção encontrado foi de:

$$Z = \frac{21{,}5^2 x 17}{17}\left(\frac{108}{190}\right)^2 = 137{,}72\ cm^3$$

De acordo com o projeto do tanque de concentrado o perfil utilizado para o anel de contraventamento é um perfil cantoneira de abas iguais de 3″ com peso nominal de 10,71 kg/m e o valor do módulo de seção é de 13,60 cm^3. O perfil especificado é 10,12 vezes menor do que o recomendado para o tanque de concentrado. Essa condição deixa o tanque susceptível a falhas provocadas pelo vento. Com o estudo da analise modal pelo MEF será possível avaliar a influência desta condição fora das recomendações da norma API 650: 2011.

Resultados da análise modal

O Gráfico 1, apresenta os resultados do total de análises modais encontradas para as três condições de enchimento do Tanque de Concentrado entre o intervalo de 0 a 30 *Hz*. Conforme observado, na medida em que o nível do tanque é elevado até seu nível máximo, ocorre uma redução do número total de modos de vibração.

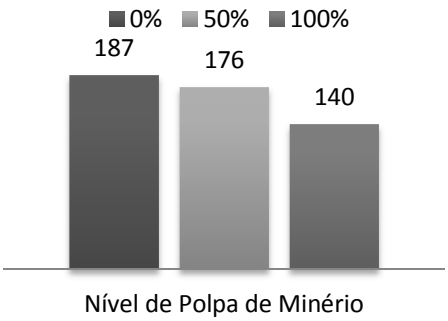
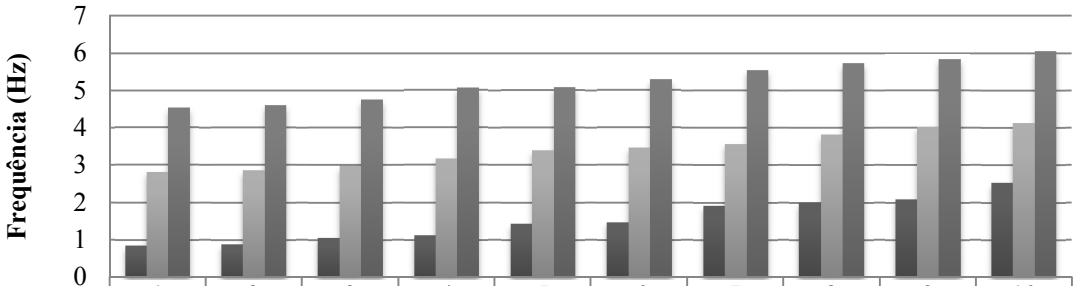


Gráfico 1. Comparação entre o total de modos de vibração compreendidos entre o intervalo de 0 a 30 *Hz* para cada condição de enchimento.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

O Gráfico 2 apresenta o resultado dos 10 primeiros modos de vibração para as três condições de enchimento do tanque. Comparando as frequências naturais das condições de 100% e 0%, 4,52 e 0,86 *Hz* respectivamente, o tanque em nível máximo apresenta uma frequência natural 5,5 vezes maior que em nível mínimo. Estes resultados indicam uma contribuição das forças hidrostáticas no aumento da rigidez do tanque.



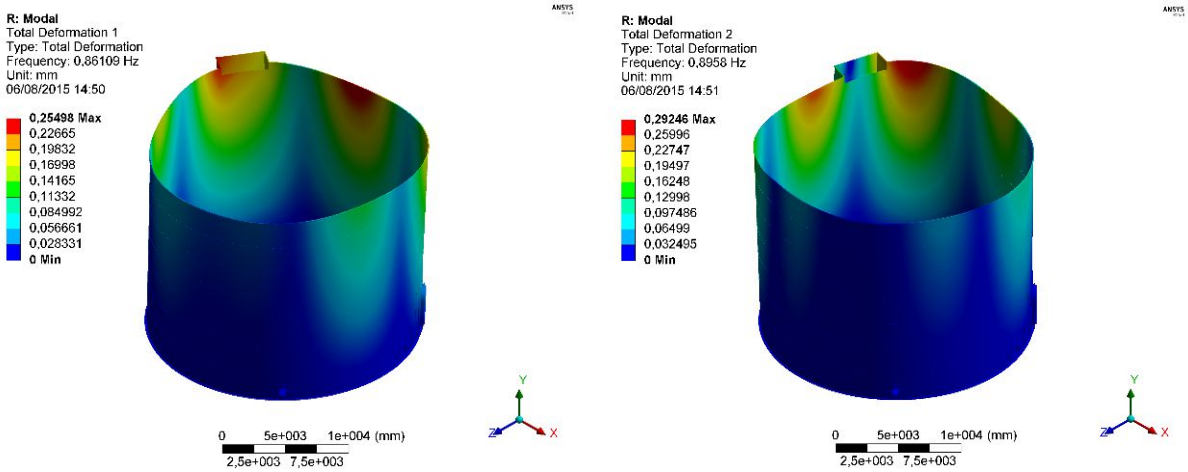
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0%	0,86109	0,8958	1,0752	1,1346	1,447	1,4882	1,9271	2,0076	2,1048	2,546
50%	2,8223	2,8671	2,9917	3,186	3,4073	3,4787	3,5775	3,8309	4,0464	4,1356
100%	4,5295	4,604	4,7523	5,0615	5,0918	5,2903	5,5525	5,7336	5,8446	6,0586

Gráfico 2. Resultados dos 10 primeiros modos de vibração para as três condições analisadas.

De acordo com a norma ABNT 6123:1988 o vento natural apresenta flutuações em torno de sua velocidade média que são designadas por rajadas. Os efeitos dinâmicos devido a turbulência gerada pelo vento podem gerar em estruturas flexíveis, oscilações na direção da velocidade média, que são designadas como resposta flutuante. A norma específica que em estruturas com baixo amortecimento, com frequências naturais menores que 1 Hz, podem apresentar importante resposta flutuante na direção média do vento.

A condição analisada com nível mínimo apresenta os dois primeiros modos de vibração abaixo de 1 Hz, o primeiro modo com 0,86 *Hz* e segundo com 0,89 *Hz*, conforme apresentado na Figura 2. Estes resultados apresentam a importância da utilização do anel de contraventamento em tanques, mostrando a baixa rigidez destas estruturas quando estão próximas ao seu nível mínimo de enchimento. Grande parte da rigidez é obtida devido às forças hidrostáticas exercidas no costado dos últimos anéis. Baixas frequências naturais podem ser responsáveis pelo efeito de ressonância ocasionadas por cargas de vento ou até mesmo, do próprio material dentro do tanque sendo homogeneizado. Vale lembrar que esta condição também foi identificada nos cálculos conforme a norma API 650: 2011.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



a) Modo 1 nível mínimo = 0,86 Hz. b) Modo 2 nível mínimo f= 0,89 Hz.

Figura 2. Resultado da análise modal pelo MEF dos dois primeiros modos de vibração para a condição de nível mínimo.

Proposta de um segundo anel de reforço

Será apresentado adiante, uma proposta de um anel de contraventamento secundário para evitar a falha do tanque pela excitação por cargas de vento.

Tendo os resultados apresentados anteriormente, o anel de contraventamento necessita ser alterado para garantir uma maior rigidez da borda do Tanque de Concentrado. De acordo com as especificações normativas, o anel deve apresentar um módulo de seção maior que 137,72 cm^3 e o primeiro módulo de vibração deve possuir uma frequência natural acima de 1 *Hz*. A norma API 650: 2011 propõem a utilização de duas cantoneiras soldadas formando um perfil U no entorno do tanque próximo a sua extremidade. A condição da utilização de duas cantoneiras em relação a utilização de um perfil U está relacionada a questões de fabricação. A cantoneira apresenta maior facilidade de calandragem do que o perfil U, que em muitos dos casos será necessário realizar esta operação a quente. O anel de contraventamento especificado no projeto e montado no tanque foi mantido, sendo assim, foi adicionado um novo anel de contraventamento abaixo do anel existente foi especificado um perfil que atendesse todas as exigências normativas conforme apresentado na Figura 3.

O anel de contraventamento foi adicionado ao modelo de elementos finitos seguindo as mesmas condições de contorno adotadas nos modelos anteriores e os resultados das simulações são apresentados na sequência.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

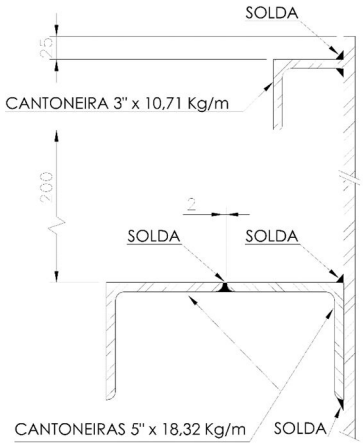
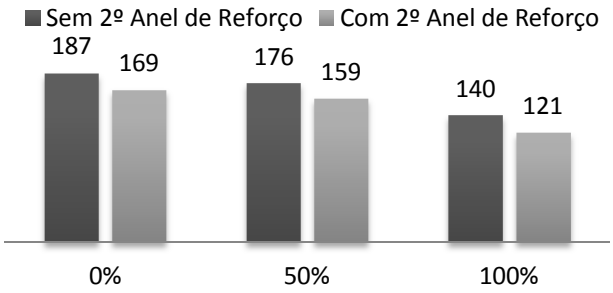


Figura 3. Proposta de adição de um segundo anel de contraventamento. Dimensões em mm.

O Gráfico 3, apresenta uma comparação entre o total de modos de vibração encontrados entre a frequência de 0 a 30 *Hz* para as três condições de níveis de enchimento com e sem a adição do segundo anel de reforço. Com a adição do segundo anel de reforço houve uma redução do número total de modos de vibração para todas as três condições de enchimento estudadas. Esta redução foi em média de 11% para cada condição.

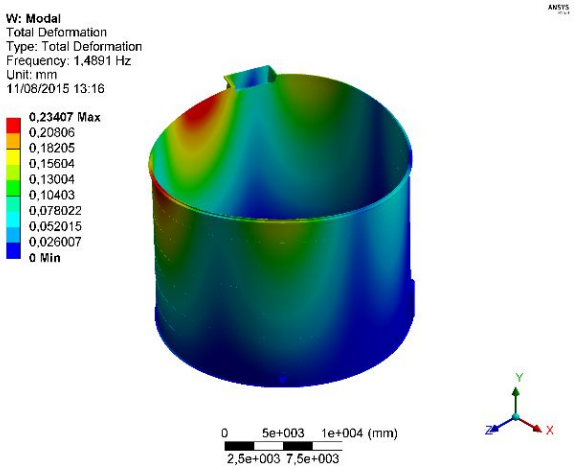
GRÁFICO 3. Comparação entre o total de modos de vibração compreendidos entre o intervalo de 0 a 30 Hz para cada condição de enchimento com e sem a adição do segundo anel de reforço.



Uma maior rigidez da região de borda apresenta menores chances de acoplamento de frequências de excitações com as frequências naturais devido à redução do total de modos de vibração encontrados.

A Figura 4 apresenta o resultado da análise modal para a condição de nível mínimo com a adição do anel de contraventamento. O aumento da primeira frequência natural de 0,86 *Hz* para 1,49 *Hz* na condição de tanque em nível mínimo faz com que o mesmo atenda ao critério da norma ABNT 6123:1988 e API 650:2011 relacionada as cargas de vento.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Modo 1 nível mínimo f= 1,49 Hz.

Figura 4. Resultado da análise modal pelo MEF do primeiro modo de vibração para a condição de nível mínimo com o segundo anel de contraventamento.

CONCLUSÕES

O dimensionamento do anel de contraventamento foi verificado seguindo as recomendações da norma API 650:2011. Verificou-se que o anel especificado é 10,12 vezes menor que o mínimo recomendado. O anel de contraventamento tem função importante para a manutenção da rigidez estrutural do tanque submetido a cargas de vento. Foi proposto a adequação desta condição inserindo um anel secundário, logo abaixo do anel existente.

A análise modal identificou que o tanque em nível mínimo apresenta frequências naturais abaixo de um hertz. A norma ABNT 6123:1988 recomenda para este tipo de estrutura que os valores da primeira frequência natural sejam maiores que um hertz. Estes resultados confirmaram que o anel dimensionado está abaixo do especificado estando o tanque suscetível a ressonância provocada por cargas de vento. Foram verificados outros modos de vibração e frequências naturais para a capacidade de enchimento intermediária e máxima. Em todas estas verificações foram encontrados valores de frequências naturais acima de um hertz.

O MEF foi utilizado para estudar uma proposta de adequação do anel do costado. A instalação de um anel secundário, logo abaixo do anel do costado existente aumentou a rigidez da região da borda do tanque elevando a frequência natural do primeiro modo acima de um hertz (para a condição de nível mínimo). Houve uma redução do número total de modos de vibração encontrados na faixa de frequência de 0 a 30 *Hz* para ambos as condições estudadas, ocasionada pelo aumento da rigidez da borda do tanque. A solução foi considerada eficiente e aprovada para a instalação em campo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Anglo American pela autorização na divulgação dos dados apresentados neste trabalho além de todos os profissionais envolvidos neste estudo e o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. I. L. **Análise numérica da integridade estrutural de vasos de pressão com corrosão usando a norma API 579**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica UFPB, 2012.

ASSUMPÇÃO, M. E. **Avaliação de integridade estrutural de um tanque de concentrado de minério de ferro através do método dos elementos finitos**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica UFMG, 2015.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. **API 650:** Welded Tanks for Oil Storage, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Forças devidas ao vento em edificações**, NBR 6123, ABNT, Rio de Janeiro, 66p, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Tanques Soldados Para Armazenamento de Petróleo e Derivados**, NBR 7821, ABNT, Rio de Janeiro, 118p, 1983.

FILHO, A. A. **Elementos Finitos – A Base da Tecnologia CAE/Análise Dinâmica.** 2ª Edição, São Paulo, 2013.

INSTITUTE OF ASSET MANAGEMENT. **BSI PAS 55 1:2008**. Part 1 - Specification for the optimized management of physical infrastructure assets, 2008.

INSTITUTE OF ASSET MANAGEMENT. **BSI PAS 55 1:2008.** Part 2 - Guidelines for the application of PAS 55-1, 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION**. BS ISO 55001 Asset Management** – Requirements, 2014.

MAGALHÃES, V. J. D. A. **Análise linear e não-linear de reservatórios metálicos pelo método dos elementos finitos.** Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 1991.

MANSHADI, S. H. D., MAHERI, M. R. **The effects of long-term corrosion on the dynamic characteristics of ground based cylindrical liquid storage tanks**, Thin-Walled Structures, V 48, p 888-896, 2010.

MEDVEDEVA M. L., TIAM T. D**. Classification of corrosion damage in steel storage tanks**. Chemical and Petroleum Engineering, V 34, pp 9–10, 1998.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO E RECOMENDAÇÕES DE INTERVENÇÃO EM EDIFICAÇÕES POPULARES NA CIDADE DE SÃO JOÃO DEL-REI: O CASO DO ASSENTAMENTO DOM LUCAS

DIEGO NOGUEIRA DIAS[1], LUIZ FELIPE DUTRA CALDEIRA[2]

[1] Graduando em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de São João del-Rei, (31) 9163-8305, diegofletcher@hotmail.com
[2] Arquiteto Urbanista, Mestre em Ambiente Construído, Universidade Estácio de Sá. Arquitetura e Urbanismo, (24) 9 8154-7574, luizdutra.estacio@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A qualidade do ambiente construído dos programas habitacionais do Governo Federal não atinge o nível ideal em questões básicas. Como exemplo temos o assentamento Dom Lucas, implementado pela Companhia de Habitação do Estado de Minas Gerais (COHAB-MG), na cidade de São João del-Rei, em Minas Gerais. A NBR 15575 (2013) indica o nível de desempenho desejado para edificações residenciais em todo o país. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as condições atuais de eficiência e desempenho dessas residências, e propor modificações baseadas nos conceitos da Bioarquitetura, para elevar o nível de desempenho, com baixo investimento. O estudo demonstrou que as residências possuem nível insatisfatório, atingindo apenas 30% de eficiência. A investigação pode gerar novas propostas e ajustes que irão beneficiar novos projetos de mesmo porte.
PALAVRAS CHAVE: Avaliação de Desempenho; NBR 15575; Sustentabilidade.

EVALUATION AND INTERVENTION RECOMMENDATIONS IN POPULAR BUILDINGS IN THE CITY OF SÃO JOÃO DEL-REI: The case of the settlement Dom Lucas

ABSTRACT: The quality of the built environment of the housing programs of the Federal Government does not reach the optimal level on key issues. As an example, the Dom Lucas settlement, implemented by the Company of Minas Gerais Housing (COHAB-MG) in the city of São João del-Rei in Minas Gerais. The NBR 15575 (2013) indicates the desired level of performance for residential buildings across the country. Therefore, this study aimed to assess the current conditions of efficiency and performance of these homes, and propose changes based on the concepts of Bioarchitecture to raise the level of performance with low investment. The study showed that homes have unsatisfactory level, reaching only 30% efficiency. Research can generate new proposals and adjustments that will benefit new same-sized projects.
KEYWORDS: Performance evaluation; NBR 15575; Sustainability.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

De acordo com o conceito sobre desenvolvimento sustentável, atualmente tem sido discutido a garantia das condições necessárias à sobrevivência das gerações futuras (BRUNDTLAND, 1987). Através dessa preocupação, sugerem-se cada vez mais soluções para aumento da qualidade ambiental, independente do setor: industrial, tecnológico e construção civil, por exemplo.

O setor da construção civil está entre os maiores responsáveis pelo impacto ambiental. De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2010), o setor da construção civil é responsável por 40% das emissões globais de CO^2 e no Brasil, responde pelo consumo de 21% da água tratada, 42% da energia gerada e cerca de 60% dos resíduos produzidos. Além disso, geram adaptação, por vezes, agressiva dos locais para a sua construção (TOBIAS e VAVAROUTSOS, 2009).

A fim de reverter essa situação, os conceitos de responsabilidade ambiental tem se destacado em todos os setores, e a Agenda 21 foi construída para formalizar essas ações, através de um documento elaborado durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, a ECO-92 (ZAMBRANO, 2004).

Os conceitos sobre construções sustentáveis conquistaram seu destaque no cenário mundial, impulsionados pelas definições da Agenda 21. A tendência de crescimento da preocupação em construir de forma sustentável tem aumentado, uma vez que 80% dos edifícios comerciais na França, Alemanha, Espanha e Estados Unidos já utilizam conceitos sustentáveis, de acordo com pesquisa realizada pelo WBCSD - Word Business Council for Sustainable Development - em 2007. Além disso, de acordo com a mesma pesquisa, Brasil, China e Índia, apresentam as mesmas preocupações em 60% de seus edifícios (TOBIAS e VAVAROUTSOS, 2009).

Os sistemas de certificação de edificações contribuem para essas mudanças, pois estabelecem requisitos sustentáveis que podem ser incorporados aos empreendimentos.

Alguns requisitos desses sistemas de certificação puderam ser utilizados para uma avaliação qualitativa das condições atuais e para recomendações de melhorias futuras para três edificações selecionadas no assentamento popular Dom Lucas, em São João Del Rei.

Os requisitos avaliados se baseiam no questionário AQUA (Alta Qualidade Ambiental), elaborado por Caldeira (2013), de acordo com o Referencial Técnico (RT) de 2007, em que foram definidas perguntas referentes a cada categoria e sub-categoria do sistema de certificação AQUA, único sistema nacional para avaliação global da edificação. Para a avaliação das edificações, foram selecionadas três categorias que podem dar um parecer de eficiência nas fases de planejamento, projeto e manutenção.

Sendo assim, a categoria 1 - Relação do empreendimento com seu entorno - possibilitou a análise das ações feitas para buscar a adequação do ambiente construído em relação a exploração de recursos, meios de transporte, preservação do ecossistema e da biodiversidade, riscos de poluição, qualidade dos espaços exteriores, conforto ambiental exterior e impactos das edificações sobre a vizinhança. A categoria 2 - Escolha integrada de Produtos, Sistemas e Processos Construtivos - possibilitou a análise de fatores de sua envoltória, tais como durabilidade e adaptabilidade da construção, desmontabilidade e separabilidade de produtos, facilidade de conservação, limitação de impactos socioambientais e a saúde humana. Por fim, a Categoria 7 - Manutenção - Permanência do desempenho ambiental - avaliou na envoltória

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

a permanência do desempenho dos possíveis sistemas de aquecimento, resfriamento, ventilação, iluminação e gestão da água.

O objetivo deste trabalho é diagnosticar o estado das edificações em relação ao atendimento dos requisitos que mantém o desempenho ambiental na fase de uso e operação, quais soluções podem melhorar de acordo com o referencial técnico mencionado e quais as recomendações podem ser feitas para futuros projetos com as mesmas condições.

MATERIAL E MÉTODOS

Os sistemas de certificação de edificações foram construídos através da preocupação de profissionais preocupados em inserir no setor da construção civil os conceitos sustentáveis, uma vez que falta regulamentação para guiar e gerir as atividades de maneira mais responsável (MENDLER et al, 2006).

Os sistemas de certificação de edificações funcionam como uma ferramenta de avaliação criteriosa que incentiva e busca manter ou aumentar práticas sustentáveis entre os agentes intervenientes do setor da construção civil (LAMBERTS et al, 2010).

Eles funcionam como ferramentas para verificação do desempenho do empreendimento de acordo com o uso planejado, ou seja, verifica se sua execução foi tão rigorosa quanto foram às escolhas em seu projeto (ABNT, 2011).

A definição dos níveis de desempenho é definida por requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos ou premissas) e métodos de avaliação (ABNT, 2008).

A definição de desempenho guiada pela certificação possibilita melhorar o projeto para alcançar maior eficiência de processos, sistemas e materiais, por exemplo. Com a delimitação de pontuações e registro dos benefícios contemplados, futuros projetos podem se apoiar nas decisões registradas nessas avaliação e criar uma constante de aprimoramento (LAMBERTS et al, 2010).

Sistema de certificação AQUA

A certificação AQUA foi desenvolvida em uma parceria da Fundação Carlos Alberto Vanzolini com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e lançado no ano de 2007. Esse sistema é uma adaptação do sistema francês HQE (Hauté Qualite Environmentale - Alta Qualidade Ambiental), que também incorporou critérios nacionais próprios e normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007).

Com a adoção das mesmas particularidades de avaliação da edificação contidas em seu referencial francês, ele se divide em 14 Categorias que são agrupadas inicialmente em quatro grandes grupos de análise, denominados ‘famílias’, que são: Eco-Construção, Eco-Gestão, Conforto e Saúde. Através da estruturação de suas categorias, sua avaliação sobre a Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) segue elementos tanto qualitativos, a partir de descrições das medidas adotadas, como quantitativos, através do método de avaliação, medições e cálculos (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007).

A avaliação pode ser realizada nas fases de Programa, Concepção e Execução. Porém, o AQUA não possui escopo para aplicação de certificação para a fase de uso e ocupação do edifício. São encontrados apenas alguns fatores que ajudam na obtenção de desempenhos ambientais após a entrega do empreendimento. A categoria que se relaciona com as preocupações de pós-ocupação é a Categoria 7 – Manutenção (Permanência do Desempenho Ambiental), em que avalia decisões tomadas nas fases de programa e concepção que auxiliam

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

nas ações de manutenção na fase de uso e ocupação (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007).

Metodologia

Essa pesquisa avalia três unidades habitacionais do Conjunto Habitacional Dom Lucas Moreira Neves que foram escolhidas para que seja possível aplicar o questionário construído através das recomendações feitas por Caldeira (2013), em que é abordada uma avaliação sistemática dos 14 critérios contidos no RT AQUA, de 2007.

Para que essa avaliação fosse possível de acordo com os interesses em diagnosticar e recomendar melhorias de desempenho de sua implantação e envoltória, foi feita uma seleção de quais critérios poderiam ser mais facilmente empregados no projeto, de forma a viabilizar economicamente as sugestões.

Com isso, foram selecionados os seguintes critérios: Relação do edifício com seu entorno – Categoria 1; Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos – Categoria 2; e Manutenção – Permanência do desempenho ambiental – Categoria 7.

Após o diagnóstico do nível de desempenho das edificações, foi feita uma releitura de todos os critérios sugeridos no questionário AQUA (CALDEIRA, 2013) para que fossem identificados quais deles poderiam sofrer ajustes e consequente aumento de seu desempenho.

Estudo de caso: o assentamento Dom Lucas

O conjunto habitacional Dom Lucas Moreira Neves, localizado no bairro do Tejuco, no município de São João del-Rei, Minas Gerais, foi concretizado pelo Programa Lares Geraes - Habitação Popular e executado pela Companhia de Habitação do Estado de Minas Gerais (COHAB-MG). O empreendimento teve um investimento de R$ 5,84 milhões, aplicados na construção de 234 moradias, somadas a outras 10 que foram edificadas pela prefeitura da cidade, totalizando 244. A efetivação do projeto se deu entre março e dezembro de 2008, com entrega das chaves aos moradores em dezembro de 2009. O local de implantação do conjunto partiu da doação do terreno pela Prefeitura Municipal de São João del-Rei.

Cada família cede cerca de 20% de seus salários para o pagamento das parcelas das edificações. As pequenas moradias possuem cinco cômodos sendo eles: cozinha, sala, banheiro e dois quartos. Elas são entregues aos novos donos sem pisos e lajes, deixando a cargo dos moradores o acabamento. Esse problema é um velho conhecido das habitações populares, onde as moradias são entregues aos moradores sem fatores mínimos que permitam uma melhor qualificação dessas habitações tanto em fatores construtivos quanto para propiciar qualidade de vida para os futuros moradores.

As unidades habitacionais do assentamento Dom Lucas Moreira Neves possuem a mesma distribuição espacial. Como se trata de uma produção em série, em que os fatores tempo e economia de recursos são os maiores influenciadores do empreendimento, fica claro que os critérios da Bioarquitetura ou mesmo os critérios sugeridos nos sistemas de certificações não são prioridade para esse tipo de edificação.

As aberturas de janelas e portas encontram-se padronizadas e com os mesmos tipos de acabamento em todas as fachadas, independente da intensidade de insolação, ventos e chuvas que recebem, fazendo com que demonstrem desempenho em diferentes níveis em sua envoltória. A fachada sul não é explorada em sua totalidade com aberturas, uma vez que não são prejudicadas pelos fatores mencionados.

O sistema de cobertura é convencional, dotado apenas de madeiramento simples para duas águas e fechamento com telhas cerâmica tradicional. Os beirais apresentam o mesmo dimensionamento para todas as fachadas, o que indica ausência de estudo de projeções de sombras de acordo com a sazonalidade local e impossibilidade de proteção contra a

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

intensidade de sol prejudicial de orientação Norte-Oeste, principalmente no verão. Sua alvenaria também é convencional, elaborada com tijolo cerâmico, emboço, reboco e massa fina, com finalização em tinta acrílica de colorações diferentes que variam entre: verde, amarelo e vermelho.

Um dos fatores positivos encontrados é a instalação de placa e boiler solar, para aquecimento e armazenamento da água quente, respectivamente. Uma iniciativa que pode ser detectada em assentamentos similares feitos na última década, graças à política de incentivo a implementação dessa tecnologia no Brasil.

A pavimentação de acesso é delimitada apenas para acesso de pedestres e restrita a entrada principal no lote. Além disso, existe uma pequena área pavimentada no entorno da área construída e equivale à dimensão definida pelo beiral da cobertura.

De acordo com a avaliação elaborada a partir do questionário AQUA elaborado por Caldeira (2013), foram avaliadas as Categorias 1, 2 e 7. Essa avaliação contou com um total de 129 perguntas com as respostas objetivas: “Sim”, “Não, “Parcialmente” e “Não aplicável”. A resposta “Parcialmente” sugere requisitos que não foram contemplados em sua totalidade e a resposta “Não aplicável” se aplica a casos em que não contemplam as medidas propostas, devido ao porte do empreendimento e suas características específicas e contexto de implantação.

As respostas às perguntas foram adquiridas através de três fontes: análise in-loco (avaliação dos autores), projeto arquitetônico e entrevista com os responsáveis pela execução do empreendimento. Dessa forma, foi possível cruzar as informações e obter resultados mais precisos sobre todos os sistemas, produtos e atividades relacionadas.

A análise da categoria 1 demonstra que as respostas positivas não correspondem a metade dos requisitos exigidos pelo RT. Os principais requisitos contemplados foram em relação a exploração das redes e fontes de abastecimento, exploração e adequação racional dessas redes, facilidade de acesso aos meios de transporte coletivo e coerência com a infraestrutura urbana, providência de áreas verdes e permeáveis em porcentagens elevadas, níveis baixos de ruídos exteriores, conforto visual e acesso às vistas naturais. Além disso, como o empreendimento define metragens quadradas de lotes parecidos, houve uma definição de afastamento e taxas de ocupação satisfatórias, o que influencia o baixo nível de impacto sobre a vizinhança.

Os fatores negativos encontrados são para falta de preservação do ecossistema e sua biodiversidade, estudos para risco de inundação ou propagação de poluentes, conforto ambiental exterior para ventos, precipitações e exposição ao sol. Parcialmente foram atendidos os requisitos sobre zonas de estacionamento ou deslocamento limpo, conforto visual nas fachadas laterais, uma vez que os terrenos são estreitos e o afastamento é menor. Além disso, não existe algum tipo de proteção contra poluentes do solo e do ar, sobretudo que afaste os efeitos nocivos na vizinhança, como aponta a tabela 1.

Tabela 1: Contagem de respostas encontradas para a Categoria 1.

		Respostas em relação ao empreendimento e seu entorno (%)
Pontuação de ações voltadas para a relação do empreendimento com o seu entorno	Sim	10
	Não	9
	Parcialmente	13
	Não aplicável	9

Fonte: Elaboração dos autores (2015)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Já na categoria 2, pode-se observar que a maior parte dos requisitos não são atendidos, o que indica o maior potencial de melhorias. As respostas positivas foram encontradas para facilidade de acesso a elementos da edificação para sua conservação, quantidade simplificada de elementos para montagem e conservação, produtos que limitam impactos socioambientais e à saúde humana.

A grande quantidade de respostas negativas explicitadas na tabela 2 se dão pelo não atendimento dos quesitos prevenção, durabilidade e a adaptabilidade da construção em sua vida útil, a separabilidade de alguns componentes da edificação em função da vida útil desejada, escolha de produtos e empresas participantes de programas de qualidade PSQ (Programa Setorial da Qualidade) correspondente a atuação do programa PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat).

Tabela 2: Contagem de respostas encontradas para a Categoria 2.

		Respostas em relação à adoção de ações de manutenção (%)
Pontuação de ações voltadas para escolha integrada de produtos sistemas e processos construtivos	Sim	8
	Não	23
	Parcialmente	6
	Não aplicável	8

Fonte: Elaboração dos autores (2015)

Por outro lado, a categoria 7 atingiu um nível alto de respostas “Não aplicável”, devido ao fato de ser analisada apenas sua envoltória e por não se adequar ao porte do empreendimento ou às suas características. As respostas positivas contemplam pela disponibilidade de medidores de energia setorizados, gestão e controle da potência elétrica para cada unidade, simplicidade de concepção que facilite a manutenção e limite incômodos causados aos ocupantes durante as intervenções, facilidade de acesso aos locais de intervenção, disponibilidade de medidores de água, facilidade de acesso das instalações do sistema de distribuição da água no empreendimento.

Resultados negativos foram encontrados para todo tipo de acompanhamento do desempenho através de medidores, sensores e controle de gestão, pois os itens instalados são simplificados e demonstram apenas a medição geral de consumo.

A demasiada ocorrência de respostas “Não aplicável” apresentadas na tabela 3 se deu pelo fato de que os empreendimentos analisados sofreram com a simplificação de sua estrutura por causa do seu valor econômico, por isso, a automação ou controle automatizado de seus componentes não foram contemplados.

Tabela 3: Contagem de respostas encontradas para a Categoria 7.

		Respostas em relação à adoção de ações de manutenção (%)
Pontuação de ações voltadas para a maior eficiência da manutenção	Sim	8
	Não	15
	Parcialmente	6
	Não aplicável	14

Fonte: Elaboração dos autores (2015)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, conclui-se que as edificações sofreram restrições nas suas fases planejamento, projeto e execução por conta dos fatores economia e tempo. Porém, de acordo com as estratégias passivas da Bioarquitetura consideradas nos requisitos encontrados no RT AQUA, nota-se um potencial de incremento de soluções sem que isso interfira no aumento do investimento para a construção do empreendimento.

Como recomendações gerais que vão de encontro aos interesses dessas estratégias de soluções de baixo custo, podem-se elencar as citadas abaixo:

- Substituição das cores da envoltória, com uso de tinta branca em suas fachadas e telhas de coloração mais clara para o telhado, de modo a aumentar a reflexão solar e, consequentemente, diminuir a condição térmica de seu interior, garantindo uma maior qualidade da saúde de seus usuários;
- Adequação do tamanho das aberturas de janelas em cada fachada, uma vez que a fachada sul pode ser explorada com abundância, por não receber insolação direta e as fachadas norte e oeste devem conter aberturas menores ou proteções externas flexíveis, para que seja possível a dosagem de insolação que irá infiltrar o ambiente interno;
- Incentivar o uso da proteção da vegetação local e da Biodiversidade, de modo que o microclima local seja preservado e a sensação térmica seja adequada. Além disso, o plantio de árvores estrategicamente posicionadas nas porções norte e oeste do terreno podem garantir uma filtragem da insolação indesejada de verão nas fachadas da edificação, contribuindo para o conforto térmico dos ambientes internos. O uso da vegetação também provocará melhorias no que diz respeito à diminuição da poluição do ar. O conforto visual, nesse caso, terá uma avaliação melhor que a atual, com a criação de vistas externas mais interessantes e integradas ao ambiente interno.
- Devido às sugestões anteriores, como consequência, têm-se a diminuição da necessidade de instalação de equipamentos para regularizar a condição térmica, que faz com que se diminua o consumo de energia elétrica das unidades.
- A implantação das edificações deve seguir com mais rigor a orientação solar, visto que isso implica diretamente nas sugestões anteriores. Como se trata de um empreendimento executado com arruamentos pensados na implantação das unidades, de modo geral, sugere-se que, inclusive o arruamento deveria sugerir o melhor posicionamento das unidades.
- O acabamento das fachadas também pode ser melhor pensado de acordo com a sua orientação no terreno, visto que fachadas voltadas para norte e oeste devem possuir condutibilidade térmica diferenciada das demais de modo a não criar ambientes muito quentes no verão ou ambientes muito frios no inverno. Além disso, o material atual utilizado não permite que seja desmontado, por isso deve-se eleger um outro tipo de vedação que permite um sistema modular e sua desmontagem, tal como o sistema de placas *steel frame*.
- Com a execução da sugestão anterior é possível avaliar de forma mais positiva as expectativas e planejamento da durabilidade e adaptabilidade das unidades ao longo de sua vida útil.
- De modo a garantir boas ações de manutenção e conservação pelos usuários, é indicado construir um manual de uso e manutenção da edificação, constando de desenhos do projeto arquitetônico e complementares, em que seja possível a identificação de todos os seus

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

componentes construtivos e sistemas elétrico, hidrossanitário e estrutural. Dessa forma, fica garantida a intervenção de manutenção mais estratégica e pontual, evitando maiores perturbações de outros componentes não impactados por danos. Nesse manual, também devem ser listados os fornecedores de cada componente a fim de se conseguir discriminar sua fontes de aquisição e sua qualidade, como uma forma de controle de impacto ao meio ambiente e à saúde humana.

De uma forma geral, nota-se que em todas as categorias é possível identificar pontos na avaliação que podem ser sugeridas melhorias e consequente aumento do desempenho ambiental da edificação. Todas as recomendações podem acontecer de forma gradativa e planejada, de acordo com a disponibilidade de recursos e coincidindo com o tempo das atividades de manutenção e conservação. Elas se apoiaram dentre as medidas não atendidas e atendidas parcialmente, feitas nessa seção, sendo que 25 medidas ainda podem convertidas em respostas positivas, chegando-se a um total de 51 medidas atendidas, como mostra a tabela 4 e a (FIGURA 1). Isso indica um aumento de 20% de desempenho para as edificações estudadas. Uma conquista que chega aos 40% de medidas com resultado positivo.

Tabela 4: Comparação resultados - Situação Atual x Recomendações.

	Situação atual		Recomendações	
Respostas	Quantidade	%	Quantidade	%
Sim	26	20	51	40
Não	47	36	33	25
Parcialmente	25	19	15	12
Não aplicável	31	24	31	24
Total	129	100	129	100

Fonte: Elaboração dos autores (2015)

CONCLUSÕES

A avaliação do desempenho das edificações estudadas, através de preocupações do Referencial Técnico AQUA (2007), de acordo com suas Categorias 1, 2 e 7, demonstram que ainda é preciso despertar um pouco mais a consciência de toda a equipe envolvida no processo de planejamento, projeto e execução para atingir maior eficácia de edificações existentes e novas.

Com a divulgação desses resultados espera-se que eles atuem como diretrizes para que novos investimentos sejam feitos no intuito de agregar a sistematização e verificação de processos que envolvam todo o processo das edificações e com isso, garantir que os futuros empreendimentos do setor, em especial os assentamentos populares, possam contemplar melhores soluções.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14037: Manual de operação, uso e manutenção das edificações - Conteúdo e recomendações para a elaboração e apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

_____. NBR 15575: Edifícios habitacionais até 5 pavimentos - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2008.

BRUNDTLAND, G. H. (EDITOR). Our Common Future: The World Commission on Environment and Development. Oxford University Press. 1987.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. Certificações: Referencial Técnico de certificação. Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA. Escritórios - Edifícios escolares. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br/hotsite-104.asp?cod_site=104>. Último acesso em: 03 fev. 2013.

LAMBERTS, R.; TRIANA, M. A.; FOSSATI, M.; BATISTA, J. O. Sustentabilidade nas edificações: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina. 2010.

MENDLER, S.; ODELL, W.; LAZARUS, M. A. The HOK Guidebook to Sustainable Design. United States of America, New Jersey, 2006.

TOBIAS, L.; VAVAROUTSOS, G. Retrofitting Office Buildings to be Green and Energy-Efficient: Optimizing Building Performance, Tenant Satisfaction and Financial Return. Washigton, D. C.: Urban Land Institute, 2009. ISBN: 978-0-87420-133-8

ZAMBRANO, L. M. A. A Avaliação do Desempenho Ambiental da Edificação: um Instrumento de Gestão Ambiental. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO E TESTES DE SOFTWARES DE APOIO AO TESTADOR

ABEL VIEIRA MENDEL FILHO[1], MAYKON DE CASTRO MENDEL[2], ROBSON LOCATELLI MACEDO[3], SUSANA BRUNORO COSTA DE OLIVEIRA[4]

[1] Acadêmico em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Ifes – Campus de Alegre, 28992982675, mendelfilho@gmail.com.
[2] Acadêmico em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Ifes – Campus de Alegre, 28992733391, maykonmendel.mcm@gmail.com.
[3] Acadêmico em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Ifes – Campus de Alegre, 28999380097, robson_loc@hotmail.com.
[4] Professora Doutora do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Ifes – Campus de Alegre, 2899252-9583, sbrunoro@ifes.edu.br.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Ao longo dos anos, à medida que o teste vem ganhando mais espaço no mercado, diversas ferramentas têm surgido visando à melhoria no gerenciamento e na execução das atividades voltadas para o teste de software. Muitos softwares ainda são entregues com uma grande quantidade de falhas. Essas falhas não são encontradas, em parte, por causa de ferramentas de teste inadequadas ou então mal selecionadas pelo testador. Existe uma grande variedade de ferramentas de apoio aos testes, as quais estão distribuídas em várias categorias diferentes. Nesse contexto, surgem diversas categorias de ferramentas case orientadas ao teste de software. Com base nisso, propomos neste trabalho testar e avaliar as funcionalidades das ferramentas CASE MWSnap, Firebug e WinMerge, de forma a apresentar resultados que auxiliem na escolha das ferramentas por parte dos testadores.
PALAVRAS–CHAVE: Teste de Software. Ferramentas case. Engenharia de Software.

EVALUATION AND SUPPORT SOFTWARE TESTING THE TESTER

ABSTRACT: Over the years, as the test is gaining more space in the market, several tools have emerged aimed at improving the management and implementation of activities aimed at software testing. Many software programs are still delivered with a lot of failures. These faults are not found, in part because of inadequate testing tools or else poorly selected by the tester. There is a wide variety of tools to support testing, which are divided into several different categories. In this context, there are several categories of tools case-oriented software testing. Based on this, we propose in this paper test and evaluate the functionality of CASE tools MWSnap, Firebug and WinMerge in order to deliver results that help in the choice of tools by the testers.
KEYWORDS: Software test. Tools case. Software engineering

INTRODUÇÃO

Nesse contexto, surgem diversas categorias de ferramentas case orientadas ao teste de software e, sendo assim, trabalharemos com as ferramentas de apoio ao testador. Ao passar do tempo, ninguém imaginava que o software tornaria um elemento muito importante para o mundo e teria a capacidade de manipular a informação. Com muitos elementos computacionais tiveram mudanças até hoje e continuam tendo. Com este crescimento computacional, levam a criação de sistemas perfeitos e problemas para quem desenvolvem

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

softwares complexos. As preocupações dos engenheiros de software para desenvolverem os softwares sem defeitos e entregarem estes produtos no tempo marcado, assim leva a aplicação da disciplina de engenharia de software. Com o crescimento desse segmento muitas empresas possuem mais especialistas em TI em que cada um tem sua responsabilidade no desenvolvimento de software e é diferente de antigamente que era um único profissional de software que trabalhava sozinho numa sala (PRESSMAN, 2006). Os artigos devem ser enviados no formato Word, com resolução mínima de 300 pontos por polegada. Estes textos serão utilizados para a produção dos Anais. Logo, os autores devem seguir cuidadosamente as presentes instruções. Recomendamos que uma cópia das mesmas seja mantida intacta, para fins de consulta, e que os artigos sejam preparados diretamente sobre o modelo, com a substituição dos textos de cada seção e gravados em disco com outro nome. Os artigos devem ser enviados no formato Word, com resolução mínima de 300 pontos por polegada. Estes textos serão utilizados para a produção dos Anais. Logo, os autores devem seguir cuidadosamente as presentes instruções. Recomendamos que uma cópia das mesmas seja mantida intacta, para fins de consulta, e que os artigos sejam preparados diretamente sobre o modelo, com a substituição dos textos de cada seção e gravados em disco com outro nome.

As bases da engenharia de software, são conjuntos de atividades para o processo de desenvolvimento de software. A existência de vários tipos de processo de desenvolvimento de software e podemos dizer para resolver o problema do software usam estas atividades tais como: analise de requisito, design do software, código e teste (Jalote, 2005). Aqui trataremos da, se não talvez, mais importante atividade: os testes.

O teste de software é o processo tem a intenção de encontrar defeitos nos artefatos de software (Myers, 2004). O teste é uma maneira de medir o controle da qualidade do software durante o desenvolvimento de software (JALOTE, 2005). O teste, segundo Pressman (2011), traz anomalias interessantes para os engenheiros de software, que, são, por natureza, pessoas construtivas. Afirma ainda que o teste requer que o desenvolvedor descarte noções da corretividade do software recém-desenvolvido e passe a trabalhar nos casos de teste para quebrar o software. A atividade de teste de software faz parte de um tema mais amplo, frequentemente chamado de verificação e validação (V&V), que abrange muitas das atividades da garantia de qualidade de software. Verificação visa garantir que o software foi construído conforme especificado. Validação refere-se à garantia que os requisitos especificados refletem às exigências do cliente. Em conjunto, as atividades de verificação e validação de software visam estabelecer a confiança de que o sistema está de acordo com seu propósito (Pressman 1995). Os testes sempre serão a principal técnica de verificação e validação de software, por isso necessitam de um bom planejamento (SOMMERVILLE 2007). Como os testes de software consomem boa parte do esforço de um projeto, as ferramentas que apoiam essas atividades são muito valiosas e contribuem muito para melhorar a confiabilidade do software desenvolvido (Pressman 1995). Neste contexto, surgem as ferramentas case.

MATERIAL E MÉTODOS

Este presente trabalho foi realizado da seguinte forma: foram selecionados três softwares de apoio ao testador, sendo eles: MWSnap, Firebug e WinMerge. Todos eles, são softwares gratuitos, disponíveis para download na internet. Após a seleção dos softwares,

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

todos foram instalados e executados, fazendo observância as suas funções, características e objetivos para o qual foram desenvolvidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a instalação de cada software, todos eles tiveram suas funcionalidades testadas. O primeiro a ser testado foi o MWSnap, que é um software destinado a captura de imagens da tela do computador. É um software que além de open source, ele roda sem a necessidade de ser instalado na máquina. O software permite ao usuário, escolher se a área a ser capturada é toda tela, uma pequena área retangular (onde o usuário pode escolher o tamanho que ele quer) ou então dos menus ou uma janela em execução.

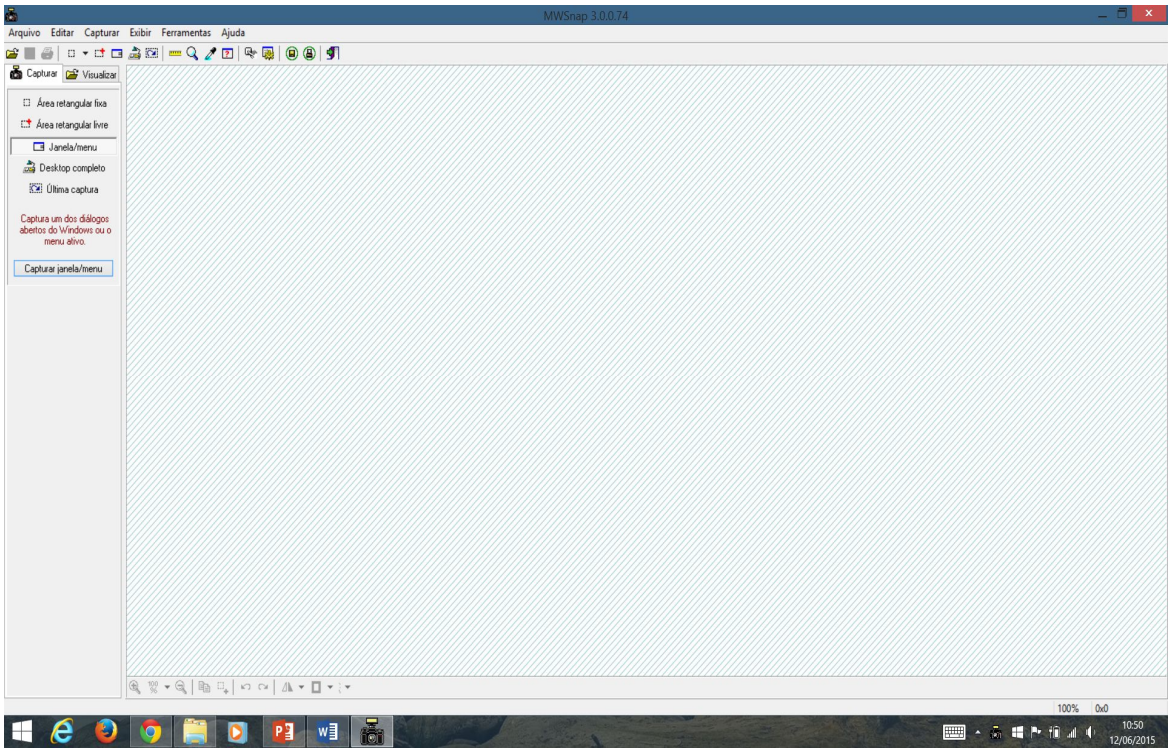


Figura 1 – Tela no MWSnap.

O MWSnap apresenta a opção de se definirem teclas de atalho para cada tipo de screenshot possível, dando ao usuário a condição de não precisar abri-lo toda vez que é necessário tirar uma imagem da tela. Ele ainda apresenta algumas ferramentas básicas de edição de imagens, como a possibilidade de adicionar uma moldura, girar a imagem e inserir objetos. Também há a possibilidade de se utilizá-lo como visualizador ou conversor de imagens. A sua integração com outras ferramentas se dá pelo meio de o usuário poder tirar prints dos erros encontrados pelo Firebug ou então da comparação dos códigos feita pelo WinMerge.

O Firebug apresenta funções de depuração de páginas web construídas com HTML, CSS e JavaScript. Possui uma capacidade de organizar e mostrar os erros imediatamente como eles aparecem, a partir do clique no “X” ao lado do número de erros relativos à página que está sendo analisada. A janela “View Source" permite o acesso direto ao código HTML do

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

seu site. Ao contrário de outros navegadores, Firebug exibe o código HTML como ele aparece no momento, não depois de ter sido transformado por JavaScript e ainda dá ao desenvolvedor Web a capacidade de editar e ajustar perfeitamente CSS. Permite que o código analisado por ele seja aberto em um editor (IDE) escolhido pelo usuário.

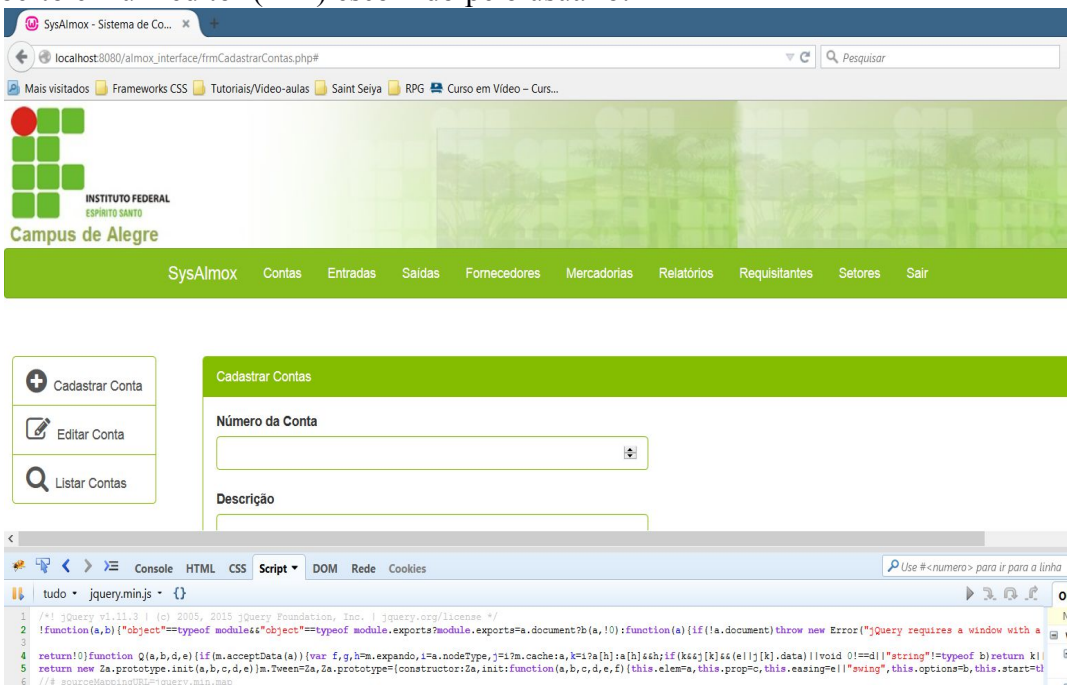


Figura 2 – Tela de diagnóstico com o Firebug.

WinMerge é uma ferramenta de código aberto de diferenciação e mesclagem para Windows. Esse software pode comparar tanto pastas quanto arquivos e apresentar diferenças em um formato visual de texto que é de fácil compreensão e manipulação. Permite determinar o que foi alterado entre versões de um projeto e depois juntar essas mudanças em um só lugar. Possui integração com o Shell do Windows em versões 64 bits e a arquivo de pacotes utilizando o 7zip. Cria arquivos patch (formatos disponíveis: normal-, contexto- e unificado), resolve arquivos conflitantes e se integra de forma simples com o Visual SourceSafe e Rational ClearCase.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

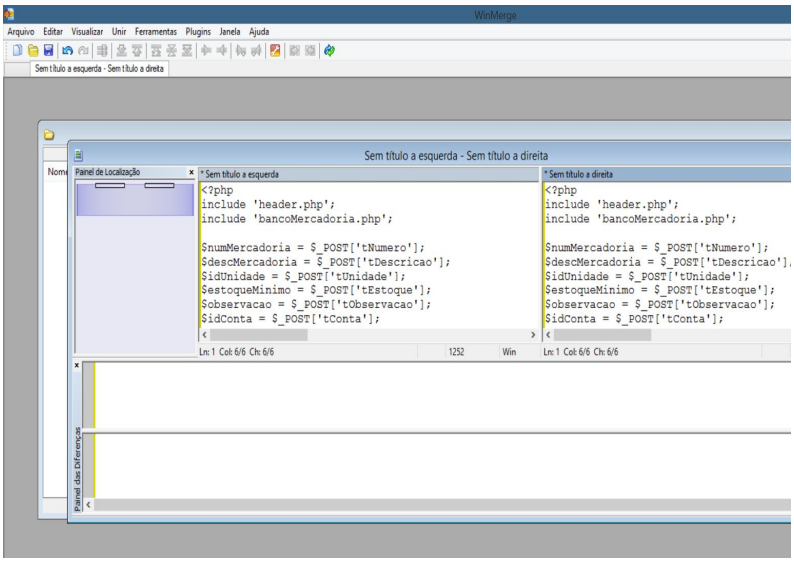


Figura 3 – Tela de diagnóstico com o WinMerge.

CONCLUSÕES

Ao longo do desenvolvimento desse trabalho, pode-se concluir que o processo de teste é uma importante etapa no desenvolvimento de software, pois é vital para se atingir com certa garantia a qualidade desejada. A utilização de ferramentas case orientadas ao apoio do testador faz com que aumente a qualidade do processo, tornando-o mais rigoroso e com menor risco de falhas.

As ferramentas propostas visam auxiliar o processo de testes funcionais de software, empregando um método simples e abrangente, baseado nas características de cada teste. Podemos dizer que o objetivo do trabalho foi concluído, pois as ferramentas foram todas testadas, podendo assim verificar as suas qualidades e defeitos, bem como a integração com outras ferramentas disponíveis ao testador.

REFERÊNCIAS

IEEE (2004). Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. IEEE Computer Society.

IMENES, ELISON R. Seleção de Ferramentas Case. 2006 Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Curso de Ciência da Computação da Faculdade de Jaguariúna, Jaguariúna.

JALOTE, P. An Integrated Approach to Software Engineering. 3. ed. New York: Springer, 2005, 566p.

MYERS, G. J. The Art of Software Testing. 2. ed., New York: John Wiley & Sons, 2004, 234p.

PAULA FILHO, W.P. Engenharia de software: fundamentos, métodos e padrões. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC,2009, 1248p.

PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software. 6. ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2006, 720p.

SOMMERVILLE, I. Engenharia de software. 6. ed., São Paulo: Addison Wesley, 2003, 592p.

VELOSO, Janielton de Sousa et al. Avaliação de Ferramentas de Apoio ao Teste de Sistemas de Informação. 2010. Disponível em: <http://www.seer.unirio.br/index.php/isys/article/download/1295/1179>. Acesso em: 14 ago. 015.

WATANABE, Fabricio Akio Figueiredo et al. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS PRINCIPAIS FERRAMENTAS DE APOIO AOS TESTES DE SOFTWARE. Disponível em: <http://www.ufpi.br/19sic/Documentos/RESUMOS/Exatas/Fabricio Akio Figueiredo Watanabe.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO NÃO DESTRUTIVA DE PAINÉIS OSB COM INCLUSÃO LAMINAR

TAMIRES GALVÃO TAVARES PEREIRA[1], CAMILA LAÍS FARRAPO[2], CAMILA SOARES FONSECA[2], MARCELA GOMES DA SILVA[2], ANTÔNIA AMANDA DA SILVA CÉSAR[2], RAFAEL FARINASSI MENDES[3]

[1] Mestranda, Universidade Federal de Lavras, 35 3829 1436, tamires_florestal@hotmail.com
[2]Doutoranda, Universidade Federal de Lavras, 35 3829 1436, camila.farrapo@dcf.ufla.br, camilasfonseca8@hotmail.com, marcela.gsilva@gmail.com; amanda_ufla@hotmail.com;
[3] Professor, Universidade Federal de Lavras, 35 3829 1436, rafael.mendes@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015.

Resumo: É crescente a busca por novas tecnologias para a caracterização de produtos a base de madeira, visando principalmente a rápida execução e a possibilidade do uso do material após a sua avaliação. Nesse contexto este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência da utilização de técnica não destrutiva por excitação de impulso para predição das propriedades de painéis OSB com inclusão laminar. Os tratamentos foram arranjados em um esquema fatorial 4 x 2 (quatro tipos de madeira para inclusão laminar – Faveira, Amapá, eucalipto e pinus; e duas pressões de prensagem – 10 e 20 Kgf/cm²) e um tratamento controle sem inclusão laminar. A inclusão laminar foi realizada com o adesivo fenol-formaldeído em gramatura de 180 g/cm² em linha de cola simples. O ciclo de prensagem utilizado foi com temperatura 150ºC, em 4 minutos e pressão de 10 ou 20 Kgf/cm², conforme tratamento pré-estabelecido. Os resultados obtidos demonstram grande potencial de utilização da técnica por excitação de impulso (Sonelastic®), para predição de forma não destrutiva, das propriedades de módulo de ruptura (MOR) e módulo de elasticidade (MOE) a flexão estática dos painéis OSB. O nível de pressão utilizada não afetou de forma significativa a predição dos valores de MOE e MOR a flexão estática.
Palavras chave: OSB, inclusão laminar; ensaio não destrutivo.

EVALUATION NO DESTRUCTIVE OF OSB PANELS WITH INCLUSION LAMINAR

Abstract: There is a growing search for new technologies for the characterization of wood-based products, mainly for the rapid execution and the possibility of using the material after its evaluation. In this context, this study aimed to evaluate the efficiency of the use of technical non-destructive by impulse excitation for predicting the properties of OSB with laminar inclusion. Treatments were arranged in factorial scheme 4 x 2 (four wood types for veneer inclusion – *faveira, amapá*, eucalypt and pines; and two pressing pressures – 1 and 2 MPa) and also a control (without veneer inclusion). The veneer inclusion was made with 180 g.cm^{-2} phenol formaldehyde adhesive in a simple glue line. The pressing cycle used was 150ºC for 4 minutes under pressure 10 or 20 kgf.cm^{-2} depending on the pre-established treatment.The results show great potential for use of the technique by impulse excitation (Sonelastic®) for for nondestructive prediction the Modulus of rupture and modulus of elasticity in bending of OSB. The level of pressure used not affect the prediction of the values of MOR and MOE to bending.
Key word: OSB, laminar inclusion, non-destructive testing.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Os painéis OSB (Oriented Strand Board) são considerados como uma segunda geração de painéis *waferboard,* confeccionados a partir de partículas de madeira do tipo *strands,* onde a camada interna pode estar disposta aleatória ou perpendicularmente às camadas externas (ALBUQUERQUE; MENDES, 2000).

Tais painéis são empregados na construção civil, componentes estruturais e aplicações decorativas, disputando, desta forma, espaço com compensados (MORALES et al., 2013). Entretanto, apresentam como desvantagem, em relação ao compensado, uma menor estabilidade dimensional, podendo em alguns casos limitar o seu uso (MENDES et al., 2010).

Diante desta limitação, várias técnicas têm sido avaliadas para melhorar a estabilidade dimensional dos painéis OSB, tendo em vista sua boa aceitação no mercado, uma vez que apresenta preço inferior aos compensados.

Uma técnica com potencial para a melhoria da estabilidade dimensional dos painéis particulados é a inclusão laminar, comercialmente designada como *Com-ply* (MALONEY, 1993), processo que consiste na colagem de lâminas de madeira com adesivo sintético e pressão adequada na superfície do painel, visando promover a diminuição da entrada de água pela superfície e consequentemente do inchamento em espessura. Promovendo inclusive o aumento da resistência e rigidez à flexão dos painéis (SUCHSLAND et al. 1979, IWAKIRI et al., 2003) e podendo melhorar o acabamento superficial dos painéis OSB.

Desta forma a inclusão de lâminas como reforço em painéis de OSB, torna-se uma alternativa viável para melhorar a resistência mecânica e a estabilidade dimensional desses painéis, possibilitando ainda a questão estética do painel em uso como móveis.

A caracterização desses painéis é tradicionalmente realizada mediante ensaios destrutivos. No entanto, algumas técnicas baseadas em métodos não destrutivos estão sendo utilizadas para a estimativa de suas propriedades físicas e mecânicas, sem alterar suas características estruturais e seu uso final (PELLERIM e ROSS, 2002). Além de não inutilizar o produto, outro grande diferencial dos ensaios não destrutivos, em relação à caracterização destrutiva, é a rapidez na obtenção da informação (STANGERLIN et al., 2010).

Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência da utilização de técnica não destrutiva por excitação de impulso para predição das propriedades de painéis OSB com inclusão laminar.

MATERIAS E MÉTODOS

Para a realização do trabalho foram utilizados painéis comerciais de OSB de 15 mm de espessura, 4,5% de adesivo fenol-formaldeído, 0,9% de parafina e densidade aparente de 0,61 g/cm³.

O delineamento experimental constituiu-se de nove tratamentos, conforme demonstrado na Tabela 1. Para cada tratamento foram utilizadas três repetições.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1 – Delineamento experimental

Tratamentos	Tipo de madeira	Pressão de prensagem
1	*Pinus oocarpa*	10 kgf/cm²
2	*Eucalyptus urophylla*	
3	*Parkia gigantocarpa*	
4	*Brosimum parinarioides*	
5	*Pinus oocarpa*	20 kgf/cm²
6	*Eucalyptus urophylla*	
7	*Parkia gigantocarpa*	
8	*Brosimum parinarioides*	
9	-	-

As espécies *Parkia gigantocarpa* Ducke (Faveira) e *Brosimum parinarioides* Ducke (Amapá doce) foram procedentes de uma área de manejo florestal no município de Paragominas-PA, pertencente a empresa Cikel Brasil Verde S/A.

A madeira de *Eucalyptus urophylla*, com sete anos de idade, foi obtida de testes clonais instalados no município de Paracatu – MG. Enquanto que a madeira de *Pinus oocarpa*, com 35 anos de idade, foi obtida no campus da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

De cada uma das espécies foram retirados discos, os quais foram utilizados para determinação da densidade básica, de acordo com a norma NBR 11941 (ABNT, 2003).

As toras das diferentes espécies após serem seccionadas em comprimento adequado foram levadas para um tanque de aquecimento, onde permaceram na temperatura de 96°C por período de 24 horas. A madeira de Faveira não passou pelo processo de aquecimento, devido sua baixa densidade.

Após esse período, as toras foram processadas em um torno laminador, dando origem a lâminas com 2 mm de espessura. Sendo estas posteriormente guilhotinas nas dimensões de 50 x 50 cm e então secas em estufa na temperatura de 70°C, até que obtivessem umidade entre 5 a 6%. Anteriormente à manufatura dos compensados, as lâminas já secas foram classificadas em classes de qualidade decrescente (A, B, C, D), conforme a Norma Brasileira NBR 9531 – Chapas de Madeira Compensada: Classificação, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1986). Sendo que no presente estudo, foram utilizadas apenas as lâminas com a classificação B para a inclusão laminar dos painéis.

A inclusão laminar nos painéis OSB foi realizada com o adesivo fenol-formaldeído, com teor de sólidos de 51,24 %, pH igual a 11,89, gel timer de 8,41 minutos e viscosidade de 547 cP. A gramatura utilizada para a colagem das lâminas foi de 180 g/cm² em linha de cola simples, sendo elas dispostas perpendicularmente as partículas das faces dos painéis OSB. Após esta etapa os painéis foram levados para uma prensagem a quente com um ciclo de prensagem de temperatura de 150°C, tempo de 4 minutos e pressão de 10 ou 20 kgf/cm², dependendo do tratamento pré-estabelecido.

Depois da inclusão laminar, estes foram climatizados na temperatura de 22 ±2°C e umidade relativa de 65±5%. Para a avaliação das propriedades MOR e MOE à flexão estática foi empregada a norma DIN 52362 (1982).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Também foi realizada a Técnica de Excitação de Impulso (ASTM E1876, 2007) para determinação dos módulos elásticos de um material a partir das frequências naturais de vibração de um corpo de prova de geometria regular. Estas frequências são excitadas por meio de um impacto mecânico de curta duração, seguido da captação da resposta acústica por um sensor. Um tratamento matemático é feito no sinal para a obtenção do espectro de frequências (Transformada Rápida de Fourier). A partir disso, são calculados os módulos elásticos dinâmicos através de equações previstas em norma, tal que são consideradas a geometria, a massa, as dimensões do corpo de prova e a frequência obtida pelo equipamento (ASTM E1876, 2007).

Para a análise dos resultados foi considerado um experimento em delineamento inteiramente casualizado. Na análise da densidade os tratamentos foram arranjados em um esquema fatorial 4 x 2 (quatro tipos de madeira – faveira, amapá, eucalipto e pinus; duas pressões de prensagem – 10 e 20 kgf/cm²) e ainda um tratamento testemunha (sem inclusão laminar). Para a comparação entre os painéis que passaram pela inclusão laminar e os painéis testemunha foi realizado o teste de Dunnett a 5% de significância. A análise de regressão linear foi utilizada para avaliar a eficiência do uso do método não destrutivo para determinação do Módulo de elasticidade (MOE) e Módulo de ruptura (MOR) a flexão estática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta o resultado da densidade aparente para todos os tratamentos com a inclusão laminar com lâminas de diferentes tipos de madeiras e sob as diferentes pressões de prensagem. Não foi observado interação entre a espécie de madeira utilizada e o nível de pressão utilizado para a inclusão laminar.

Tabela 2. Valores médios da densidade aparente dos tratamentos em função da espécie e da pressão utilizada na inclusão laminar

Tratamentos	**10 kgf/cm²**		**20 kgf/cm²**	
Pinus oocarpa	0,627 (0,006)	4,2 ns	0,662 (0,008)	10,0 ns
Eucalyptus urophylla	0,672 (0,006)	11,6*b	0,728 (0,009)	20,9*
Parkia gigantocarpa	0,592 (0,029)	-1,7ns	0,660 (0,025)	9,6 ns
Brosimum parinarioides	0,629 (0,034)	4,5 ns	0,686 (0,005)	14,0*
Testemunha	0,602 (0,015)		0,602 (0,015)	

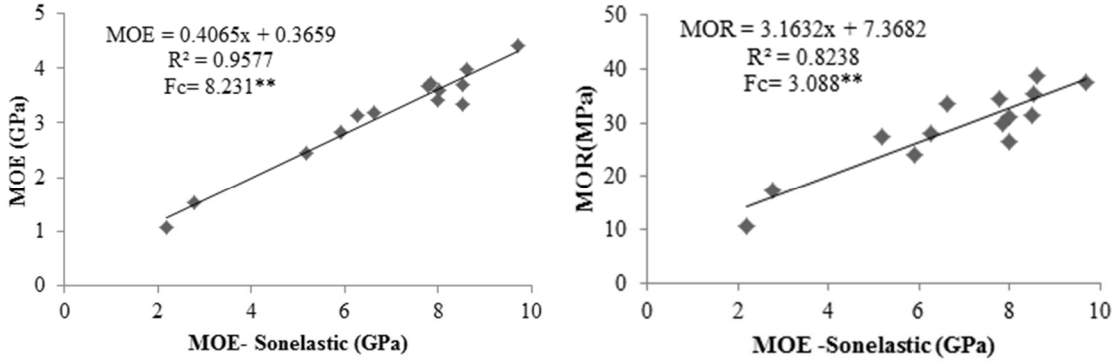
Os valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão.
Ns: Não difere estatisticamente pelo teste de Dunett (5% de significância) do tratamento sem inclusão laminar.
*: Difere estatisticamente pelo teste de Dunett (5% de significância) do tratamento sem inclusão laminar.

Houve aumento da densidade dos painéis apenas quando se utilizou as lâminas de eucalipto em ambas as pressões e as lâminas de *Brosimum parinarioides* (Amapá) quando prensada à 20 kgf/cm². Observa-se uma tendência clara de aumento da densidade dos painéis quando se utilizou a pressão de 20kgf/cm², o que se justifica pela maior compactação das partículas dos painéis no momento da inclusão das lâminas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

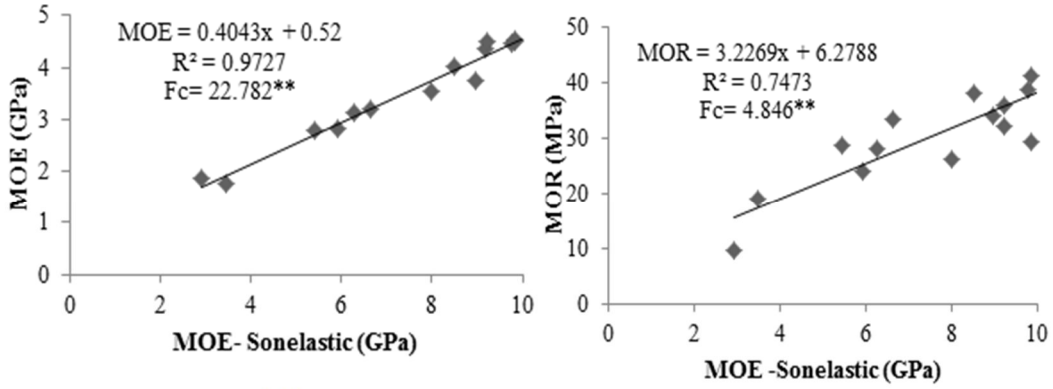
Os valores médios de densidade aparente das amostras que foram prensadas a 10kgf/cm² variaram de 0.592 g/cm³ a 0.672 g/cm³, enquanto que os painéis que foram prensados a 20 kgf/cm², os valores da densidade média aparente variou de 0.660 g/cm³ a 0.728 g/cm³. Os painéis desses estudos são classificados como painéis de média densidade, que corresponde aos painéis com densidade dentro da faixa de 0,590 à 0,800 g/cm³ (IWAKIRI, 2005).

Nas Figuras 2 e 3 estão apresentados os dados da correlação do módulo de elasticidade obtido do Sonelastic® (MOE – Sonelastic) com o módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) obtido no ensaio de flexão estática para todas as espécies analisadas sob prensagem à 10kgf/cm² e 20 kgf/cm², respectivamente.



(A) (B)

Figura 2 – Correlação entre o MOE (A) e MOR (B) e o MOE – Sonelastic para os painéis com inclusão laminar a 10kgf/cm². ** 1% de significância



(A)

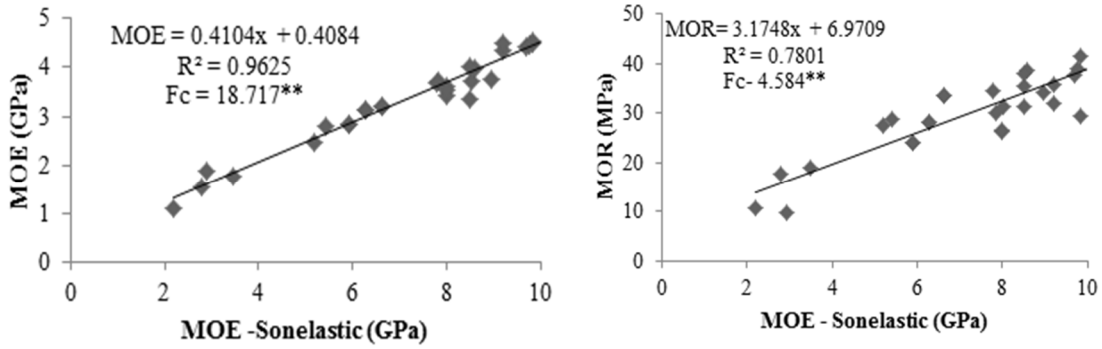
Figura 3 – Correlação entre o MOE (A) e MOR (B) e o MOE – Sonelastic para os painéis com inclusão laminar a 20kgf/cm². ** 1% de significância

Os painéis OSB com inclusão laminar a 10kgf/cm² apresentaram alta correlação entre os resultados obtidos do ensaio destrutivo de flexão estática (MOE e MOR) e MOE – Sonelastic, sendo R² de 0,9577 e 0,8238, respectivamente. Quando os painéis foram prensados a 20kgf/cm² também apresentaram alta correlação entre os resultados obtidos do ensaio destrutivo de flexão estática (MOE e MOR) e MOE – Sonelastic, sendo R² de 0,9727 e 0,7573, respectivamente. Observa-se que o MOE à flexão estática apresentou maior relação

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

com o MOE – sonelastic, fato que se explica uma vez que o equipamento não destrutivo determina as propriedades do material no seu regime elástico e o MOR é definido no regime plástico do material. No entanto, mesmo assim apresenta bons coeficientes de correlação e, portanto potencial de utilização.

Observa-se ainda que o nível de pressão não proporcionou efeito significativo em relação a predição do MOE e MOR à flexão estática pelo método não destrutivo Sonelastic. As equações que podem ser utilizadas na predição dos ensaios não destrutivos, sem que seja levado em consideração o nível de pressão, podem ser visualizadas na Figura 4.



(A) (B)

Figura 4 – Correlação entre o MOE (A) e MOR (B) e o MOE – Sonelastic para os painéis com inclusão laminar independente da pressão utilizada. ** 1% de significância

Iwakiri et al. (2009) ao verificarem o efeito da inclusão laminar com lâminas de *Pinus taeda* juntamente com o processo de prensagem para produção de painéis OSB também de *Pinus taeda,* observaram valores médios de 5937 e 48,7 MPa para MOE e MOR paralelo, respectivamente. Gouveia *et al*. (2000), encontraram para painéis OSB de *Pinus taeda* valores de MOE e MOR paralelo de 5675 e 41,7 MPa respectivamente.

A norma CSA 0437 (1993) estipula como valores mínimos para o MOE paralelo os valores de 5393,7 e 4413,0 MPa para as classificações O-2 e O-1, respectivamente. Enquanto que para o MOR paralelo 28,4 e 22,9 MPa para as classificações O-2 e O-1, respectivamente.

De forma geral observa-se que alguns painéis com inclusão laminar não apresentaram valores satisfatórios de MOR e MOE em relação aos valores obtidos em literatura e definido em norma de comercialização. Em ambos os casos foram os painéis com a utilização de lâminas de Faveira que apresentaram os menores valores médios. Esse fato é justificado uma vez que a madeira de Faveira (densidade média de 0,28 g/cm³) apresentou fissuras no momento de sua prensagem com os painéis, promovendo assim a redução das propriedades mecânicas dos painéis.

CONCLUSÕES

O equipamento Sonelastic pode ser utilizado para predição das propriedades de painéis OSB com diferentes tipos de madeira para a inclusão laminar.

O nível de pressão utilizada não afeta de forma significativa a predição dos valores de MOE e MOR a flexão estática.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941-02 - **Determinação da densidade básica em madeira**. Rio de Janeiro, 2003. 6p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Chapas de madeira compensada: classificação. Rio de Janeiro, 1986. (Norma Brasileira NBR-9531)

ALBUQUERQUE, C. E. C.; MENDES, L. M. OSB: processo industrial e considerações. **Revista da Madeira**, Curitiba, v. 8, n. 46, p. 56-66, jul. 2000.

ASTM International. Standard Test Method for Dynamic Young's Modulus, Shear Modulus, and Poisson's Ratio by Impulse Excitation of Vibration; ASTM E 1876. 2007. 15 p.

CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION -CSA. OSB and waferboard. 0437.0 – 93.Ontario: 1993. 18p.

DIN – **NORMEM FUR HOLZFASERPLATEN SPANPLATTEN SPERRHOLZ.** Testing of wood chipboards bending test, determination of bending strength: **DIN 52362. Berlin, 1982. 40 p.**

GOUVEIA, F. N.; SANTANA, M. A. E.; SOUZA, M. R. Utilização da madeira de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden e Eucalyptus urophylla S. T, Blake na produção de chapas de partículas orientadas (OSB) e não orientadas. Revista Árvore, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 7-12, jan./fev. 2000.

IWAKIRI, S.; MONTEFUSCO, A. R. G.; ZABLONSKY, K. M.; SIQUEIRA, K. P.; SALDANHA, L. K.; SOUZA, M. A. M. Produção de chapas de partículas strand com inclusão laminar COM-PLAY**. Floresta e Ambiente,** v.10, n.2, p. 30-35, ago./dez. 2003.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída.** Curitiba: FUPEF, 2005, 274p.

IWAKIRI, S.; SALDANHA, L. K.; ALBUQUERQUE, C. E. C.; MENDES, L. M. Influência da espessura de partículas e reforço laminar nas propriedades dos painéis de partículas orientadas - OSB de Pinus taeda. Cerne, Lavras, v. 15, n. 1, p. 116-122, 2009.

MALONEY, T. M. Modern particleboard e dry-process fiberboard manufacturing. 2ed. **São Francisco:** M. Freeman, 1993. 689p.

MENDES, R. F.; MENDES, L. M.; BUFALINO, L.; SILVA, A. F. A. Influência do tipo de adesivo e da inclusão laminar nas propriedades físicas de painéis OSB. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA - XII EBRAMEM, 2010, Lavras-MG. Anais. **Lavras: IBRAMEM**, 2010. p.7-15.

MORALES, E. A. M. et al. Study of Brazilian Commercial Oriented Strand Board Panels Using stress Wave. **Wood Research, Bratislava,** v. 58, n. 2, 2013.

PELLERIN, R. F.; ROSS, J. R. Nondestructive evaluation of wood. Madison: Forest Products Laboratory, 2002. 210p.

SUCHLAND, O.; WOODSON, G. E, KEINERT JUNIOR, S. **Veneer – Reiforced Structural Composition Board.** Washington , DC: USDA, 1979. Forest service research paper SO-149.

STANGERLIN, D. M.; MELO, R. R.; GATTO, D. A., CADEMARTORI, P. H. G.; CASTELO, P. A. R.; CALEGARI, L. Estimativa do módulo de elasticidade em painéis aglomerados por meio de emissão de ondas ultra-sonoras. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, 2010; 5(3): 17-22. Disponível em: < www.dema.ufcg.edu.br/revista> Acesso em: 21 set. 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO NÃO DESTRUTIVA DE PAINÉIS OSB COM INCORPORAÇÃO DE MARAVALHA DE PINUS

CAMILA LAÍS FARRAPO[1], CAMILA SOARES FONSECA, TAMIRES GALVÃO TAVARES PEREIRA[3], GUSTAVO HENRIQUE DENZIN TONOLI[4], RAFAEL FARINASSI MENDES[5]

[1] Doutoranda, Universidade Federal de Lavras, 35 3829 1436, camila.farrapo@dcf.ufla.br
[2] Doutoranda, Universidade Federal de Lavras, 35 3829 1436, camilasfonseca8@hotmail.com
[3] Mestranda, Universidade Federal de Lavras, 35 3829 1436, tamires_florestal@hotmail.com
[4] Professor, Universidade Federal de Lavras, 35 3829 1436, gustavotonoli@dcf.ufla.br
[5] Professor, Universidade Federal de Lavras, 35 3829 1436, rafael.mendes@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Diversos ensaios não destrutivos vêm sendo aplicados em estruturas de madeira, o que confere vantagens quanto aos métodos convencionais como a maior facilidade, rapidez e possibilidade de ser aplicada no material em uso. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do uso da técnica vibracional com o equipamento Sonelastic® para predição da resistência de painéis OSB, antes e após envelhecimento. O delineamento experimental do estudo foi composto por quatro tratamentos que variaram a composição da face e do miolo do painel OSB com a adição de partículas de maravalha: T1- 100% de strand, T2-100% do miolo de maravalha, T3 – miolo com 50% de maravalha e 50% de strand e T4 – 100% de maravalha. Todos os testes foram realizados em amostras antes e depois do envelhecimento acelerado. Os painéis foram avaliados de forma não destrutiva com equipamento Sonelastic® e de forma destrutiva com a realização dos testes de módulo de ruptura e módulo de elasticidade à flexão estática. A utilização do método Sonelastic® se mostrou eficaz para a avaliação mecânica de painéis OSB produzidos com partículas strand e maravalha de *Pinus oocarpa*, antes e após o ensaio de envelhecimento acelerado. Podendo assim, ser utilizado na avaliação de paredes, forros e demais elementos construtivos a base de painéis OSB.
PALAVRAS–CHAVE: ensaio não destrutivo, OSB, maravalha.

EVALUATION NO DESTRUCTIVE OF OSB PANELS PRODUCED WITH STRAND PARTICLE AND SHAVINGS OF PINE WOOD

ABSTRACT: Several non-destructive tests have been applied on wood, allowing advantages over conventional methods such as greater ease, speed and ability to be applied in the material in use. In this context, the aim of this study was to evaluate the efficiency of the use of vibrational technique with Sonelastic® equipment to predict the strength of OSB panels before and after aging. The experimental design of the study consisted of four treatments varying the composition of the face and core of the OSB panel with the addition of wood shavings particles: T1- 100% strand, T2-100% of shavings particles, T3 - with core 50% of wood shavings and 50% and strand T4 - 100% wood shavings particles. All tests were performed on samples before and after accelerated aging. The panels were evaluated

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

nondestructively with Sonelastic® equipment and destructively with the realization of modulus of rupture and modulus of elasticity at bending. The use of Sonelastic® method was effective to evaluation of mechanical OSB made with strand particles and shavings of *Pinus oocarpa* wood, before and after the accelerated aging test. It can be used in the evaluation of walls, ceilings and other building elements the basis of OSB.
KEYWORDS: non-destructive tests, OSB, shavings

INTRODUÇÃO

Atualmente, a indústria brasileira de painéis utilizam como matéria-prima as florestas plantadas de pinus e eucalipto. Porém, devido à alta demanda, outros materiais não convencionais como resíduos florestais e agrícolas vêm sendo amplamente estudados. O aproveitamento desses materiais vem de encontro à busca pela diminuição de impactos ambientais, pois adota medidas mais sustentáveis no processo produtivo (ABREU et al., 2009).

Casagrande Junior et al. (2004) classificaram os resíduos de madeira de acordo com as suas características morfológicas, sendo eles os cavacos (partículas com dimensões máximas de 50 x 20 mm, em geral provenientes do uso de picadores), a maravalha (resíduo com mais de 2,5 mm), a serragem (partículas de madeira provenientes do uso de serras, com dimensões entre 0,5 a 2,5 mm), e o pó (resíduos menores que 0,5 mm).

Como a maravalha possui a largura e espessura próximas das partículas do tipo *strand* usada na produção de OSB (Oriented Strand Board), a utilização desse resíduo pode vir a ser uma alternativa para a produção desse tipo de painel. Os painéis OSB são constituídos de três camadas de partículas *strand* sendo que a camada central pode ser disposta de forma perpendicular às outras ou então aleatória. Tais painéis são utilizados em diversas aplicações estruturais como em paredes, tetos, pisos, forros, componentes de vigas, embalagens, dentre outros (IWAKIRI, 2005).

Diversas técnicas de ensaios não destrutivos vêm sendo aplicadas em peças estruturais de madeira, dentre elas a classificação visual, ultrassom e vibração transversal, longitudinal e flexional. Nas técnicas de vibração, a frequência das ondas pode ser correlacionada à rigidez quando o material estiver sujeito à flexão. Esse método tem proporcionado boa correlação com os resultados destrutivos e apresenta vantagens quanto à facilidade e rapidez para a obtenção de resposta, além de ser uma opção para a avaliação do material em uso (PITER et al., 2004; CARREIRA; CANDIAN, 2008; SEGUNDINHO et al., 2012), no entanto ainda faltam estudos com produtos reconstituídos de madeira, como é o caso dos painéis. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do uso da técnica vibracional com o equipamento Sonelastic® para predição da resistência de painéis OSB, antes e após envelhecimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a produção dos painéis foi utilizada a madeira de *Pinus oocarpa* com 25 anos de idade coletadas no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na cidade de Lavras em Minas Gerais. Após o abate das árvores, as mesmas foram seccionadas em toras.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Dessas toras, foram produzidas tábuas com 30 mm de espessura. Em seguida, as tábuas passaram pelo processo de desengrosso com espessura final de 25 mm para posterior obtenção dos blocos. Esses blocos de madeira foram seccionados em uma serra circular e possuíam a dimensão aproximada de 25 mm de espessura e 80 mm de comprimento no sentido das fibras.

Após a geração dos blocos, o material ficou submerso em água até atingir o ponto de saturação, o que facilita o processo de geração de partículas. Após a saturação do material, o mesmo foi processado em um moinho de disco para a obtenção das partículas do tipo *strand* com aproximadamente 0,50 mm de espessura. O tamanho final das partículas strand foi de 80 x 25 x 0,5 mm (comprimento x largura x espessura, respectivamente). Além das partículas do tipo *strand*, também foram utilizados na produção dos painéis OSB os resíduos gerados no desengrosso das tábuas, denominados maravalhas.

Após a geração das partículas, essas foram secas em uma estufa de circulação forçada de ar, sob a temperatura de 60 ± 3 °C até atingir a umidade de 5%.

A Tabela 1 apresenta o delineamento experimental do trabalho e as proporções em massa das partículas strand e maravalha, bem como a deposição dessas partículas em cada camada. Para cada tratamento foram produzidos três painéis com densidade nominal de 0,65 g/cm³ e relação face/miolo/face de 25, 50 e 25%, respectivamente.

Tabela 1 – Delineamento experimental

Tratamentos	Face 1	Miolo	Face 2	Proporção Str/Mar* (%)
T1 - 100% strand	strand	strand	strand	100 : 0
T2 - Miolo 100% maravalha	strand	maravalha	strand	50 : 50
T3 - Miolo 50% maravalha	strand	strand/maravalha	strand	75 : 25
T4 - 100% maravalha	maravalha	maravalha	maravalha	0 : 100

*Str/Mar: strand/maravalha

Para a consolidação dos painéis foi utilizado o adesivo fenol-formaldeído, cujo teor de sólidos era de 51%, pH de 12,5, viscosidade de 480 cP e gel time de 9,07 minutos. O adesivo foi utilizado na proporção de 6%, com base no teor de sólidos. A aplicação do adesivo foi realizada pelo método de aspersão em um tambor giratório do tipo encoladeira. No tratamento T3, onde há mistura de dois tipos de partículas no miolo, a aplicação do adesivo ocorreu de forma simultânea.

Após a aplicação do adesivo, as partículas foram depositadas em uma caixa formadora com dimensões de 45 x 45 cm (largura x comprimento) onde se encontravam lâminas de alumínio para auxiliar na orientação das partículas. Dessa forma, as três camadas (face 1, miolo e face 2) foram sobrepostas conforme a orientação pré-definida e por fim, o colchão foi formado.

Os painéis foram montados de forma que as partículas do miolo ficassem no sentido perpendicular às partículas da face. Para os painéis que continham maravalha no miolo, as partículas ficaram dispostas de forma aleatória, em função do seu formato não permitir a orientação.

Depois da formação desejada de cada colchão, foram colocados espaçadores metálicos nas bordas que definiram a espessura final do painel (1,5 cm). Em seguida, o colchão foi levado a uma prensa manual cuja pressão aproximada de 4 toneladas ajudou na acomodação das partículas. Esse processo de pré-prensagem durou cerca de 4 minutos.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Ao término do período de pré-prensagem, os painéis seguiram para a prensagem a quente em uma prensa hidráulica de pratos planos horizontais. Os parâmetros desse processo foi pressão de 4 MPa temperatura de 160 °C e tempo de 8 minutos. Os painéis foram preparados com dimensões finais de 45 x 45 x 1,5 cm (largura x comprimento x espessura).

Os painéis foram resfriados em temperatura ambiente e posteriormente acondicionados em ambiente com a umidade relativa de 65 ± 5% e temperatura de 20 ± 3 °C. Após a climatização, os painéis foram esquadrejados para a obtenção dos corpos-de-prova de densidade e flexão estática, de acordo com o método descrito pela norma ASTM D1037 (2006).

Amostras de todos os tratamentos foram submetidas ao envelhecimento acelerado de acordo com a norma PRP 108 D1. Esse envelhecimento foi feito a partir da imersão do material em água por um período de 8 horas seguido da secagem por 3 horas em estufa com circulação de ar sob a temperatura de 60 °C. Após esse processo, o material foi mantido em ambiente controlado com a umidade relativa de 65 ± 5% e temperatura de 20 ± 3 °C até a climatização do material.

De acordo com a norma ASTM D1037 (2006), foi realizado o teste físico de densidade e o teste mecânico de flexão estática o qual determina o módulo de ruptura (MOR) e o módulo de elasticidade (MOE) de forma destrutiva. Para essa caracterização mecânica, foi utilizada uma máquina universal de ensaio da marca Arotec, equipada com célula de carga de 20 kN.

Para a caracterização mecânica não destrutiva dos painéis, foi utilizado o equipamento Sonelastic® (Figura 1) que obtém, por resposta acústica, a vibração flexional usada para o cálculo do módulo de elasticidade dos painéis. Nesse ensaio, o corpo-de-prova é colocado em um suporte específico, no qual em uma das faces fica o microfone e na outra face um pequeno aparato responsável pelo choque no material. O software processa a frequência da vibração captada pelo microfone e com as dimensões do corpo-de-prova calcula-se o módulo de elasticidade do painel.

Todas as análises foram realizadas em amostras sem envelhecimento e também naquelas que passaram pelo ciclo de envelhecimento acelerado.

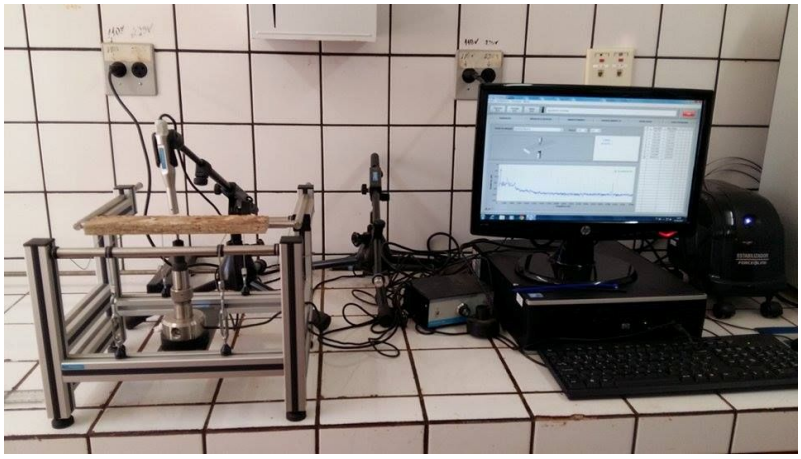


Figura 1 – Equipamento para o ensaio de vibração na direção flexional – Sonelastic®.

A análise estatística foi conduzida em um experimento em delineamento inteiramente casualizado. Para a avaliação do módulo de elasticidade obtido a partir do Sonelastic® e do

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

módulo de elasticidade e módulo de ruptura obtidos a partir do ensaio destrutivo de flexão estática, foi utilizada análise de variância e de regressão, ambas a 1% de significância. Enquanto que para a análise da densidade aparente, foi utilizada análise de variância e teste de média Scott-knott, ambos a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta o resultado da densidade aparente de todos os tratamentos, com e sem envelhecimento acelerado.

Tabela 2 – Valores médios da densidade aparente dos painéis com e sem envelhecimento acelerado.

Tratamentos	Densidade aparente (g/cm³)	
	Sem envelhecimento	Com envelhecimento
T1 - 100% strand	0,657 (0,099) A	0,596 (0,041) A
T2 - Miolo 100% maravalha	0,697 (0,024) A	0,601 (0,072) A
T3 - Miolo 50% maravalha	0,697 (0,050) A	0,582 (0,022) A
T4 - 100% maravalha	0,658 (0,051) A	0,573 (0,027) A

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância. Os valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão.

Tanto para os painéis sem envelhecimento quanto para os painéis que passaram pelo ciclo de envelhecimento acelerado não foi observada diferença estatísticas entre as densidades médias dos painéis dos diferentes tipos de tratamentos avaliados. Os valores médios da densidade aparente das amostras sem envelhecimento variaram de 0,657 a 0,697 g/cm³. Sendo assim, todos os painéis são classificados como painéis de média densidade de acordo com Iwakiri (2005), que se referem aos painéis com densidade entre 0,60 a 0,80 g/cm³. Para os painéis que passaram pelo ciclo de envelhecimento acelerado, observou-se uma menor densidade aparente. Este fato pode estar associado ao aumento do volume do painel durante a etapa de imersão em água, sendo que mesmo após a etapa de secagem em estufa e da aclimatação, as amostras não retornaram ao volume inicial, diminuindo assim a densidade aparente dos painéis envelhecidos e fazendo com que alguns tratamentos fossem classificados como painéis de baixa densidade.

Nas Figuras 2 e 3 estão apresentados os dados da correlação do módulo de elasticidade obtido do Sonelastic® (MOE – Sonelastic) com o módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) obtidos no ensaio de flexão estática antes do ciclo de envelhecimento acelerado.

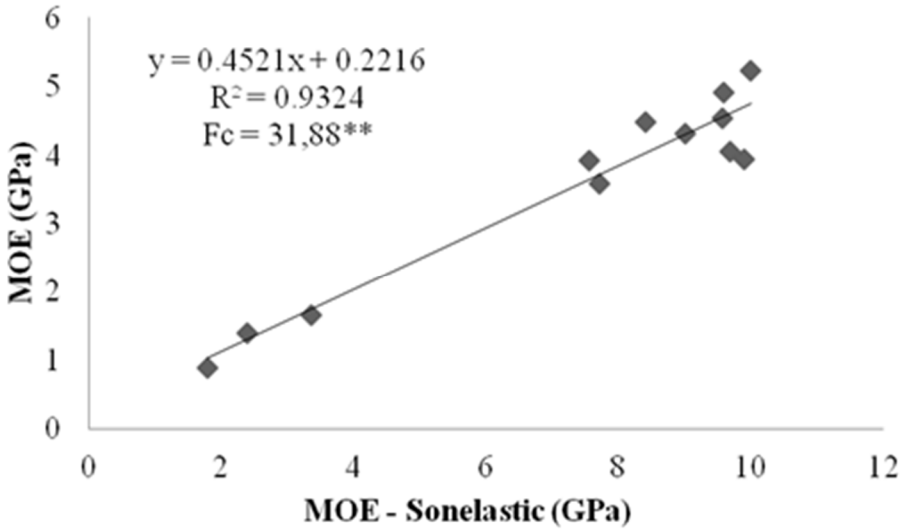


Figura 2 – Correlação entre o MOE e o MOE – Sonelastic para os painéis sem envelhecimento.
** 1% de significância

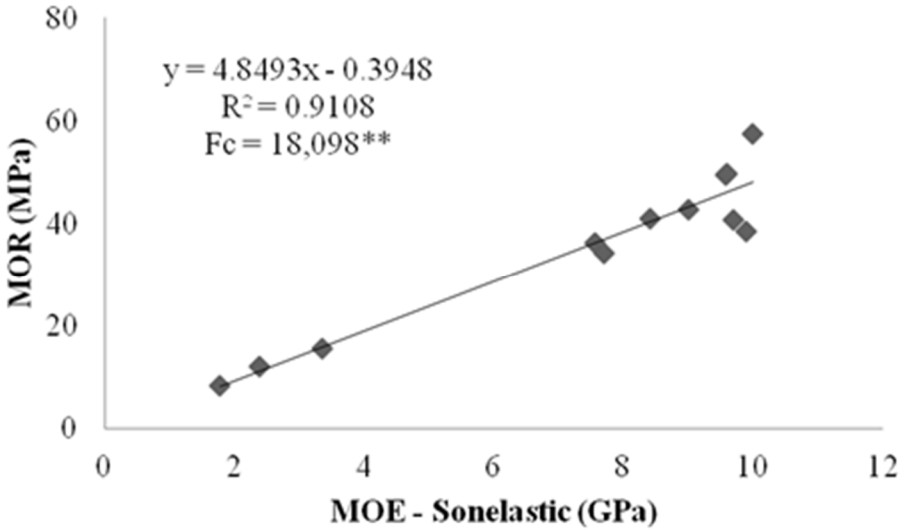


Figura 3 – Correlação entre o MOR e o MOE – Sonelastic para os painéis sem envelhecimento.
** 1% de significância

As amostras que não passaram pelo processo de envelhecimento acelerado apresentaram alta correlação do MOE Sonelastic com os demais resultados obtidos no ensaio destrutivo de flexão estática (MOE e MOR), sendo R^2 de 0,9324 e 0,9108, respectivamente. Em ambos os resultados a tendência de correlação foi linear.

Nas Figuras 4 e 5 estão apresentados os dados da correlação do módulo de elasticidade obtido do Sonelastic® (MOE – Sonelastic) com o módulo de elasticidade (MOE) e módulo de

ruptura (MOR) obtidos no ensaio de flexão estática depois do ciclo de envelhecimento acelerado.

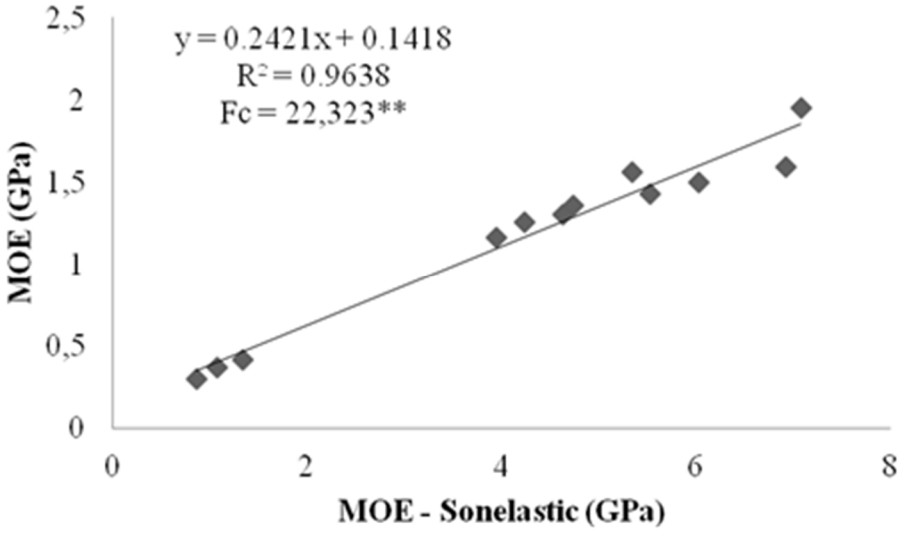


Figura 4 – Correlação entre o MOE e o MOE – Sonelastic para os painéis com envelhecimento acelerado.
** 1% de significância

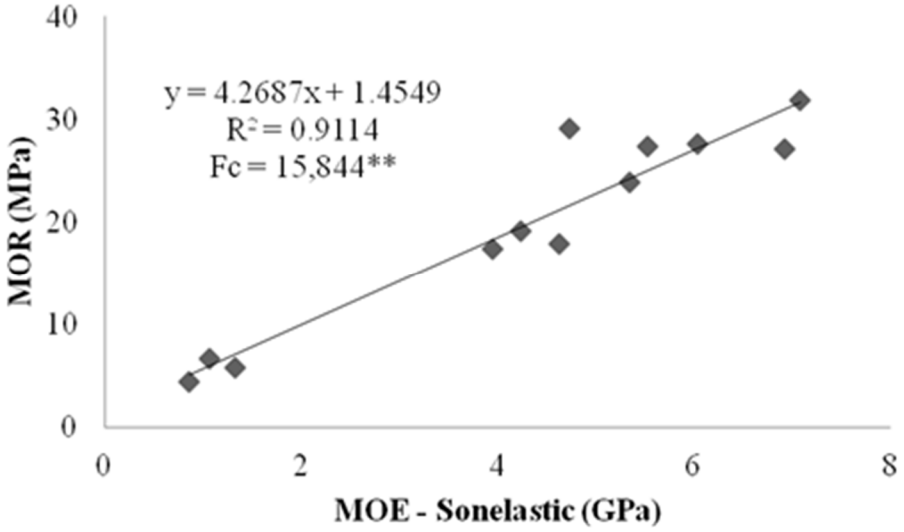


Figura 5 – Correlação entre o MOR e o MOE – Sonelastic para os painéis com envelhecimento acelerado.
** 1% de significância

Foi observado que as amostras que passaram pelo envelhecimento acelerado apresentaram valores médios inferiores àqueles obtidos pelas amostras não envelhecidas em todos os parâmetros mecânicos desse estudo (MOE Sonelastic, MOE e MOR). Esse fato pode

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

estar relacionado à perda de resistência mecânica dos painéis após o ciclo de envelhecimento

Assim como na análise antes do envelhecimento, os painéis OSB que passaram pelo envelhecimento acelerado apresentaram alta correlação entre os resultados obtidos do ensaio destrutivo de flexão estática (MOE e MOR) e MOE – Sonelastic, sendo R^2 de 0,9638 e 0,9114, respectivamente. Em ambos os resultados a tendência de correlação foi linear.

Del Menezzi et al. (2007) estudando painéis comerciais de OSB modificados termicamente constatou que o método não destrutivo de propagação de ondas de tensão foi efetivo para a estimativa das propriedades físicas e mecânicas dos painéis. Nesse trabalho os autores encontraram para as amostras tratadas termicamente o coeficiente de determinação (R^2) entre o MOE obtido por *stress wave* e o MOE do ensaio destrutivo valores entre 0,786 e 0,956. Em outro estudo, Souza (2009) ao avaliar painéis LVL produzidos com madeira de *Pinus oocarpa* e *Pinus kesiya*, obteve valores do coeficiente de determinação da relação entre o MOE destrutivo e o MOE não destrutivo variando de 0,476 a 0,586.

Observa-se que, de forma geral, a avaliação não destrutiva pelo método Sonelastic é uma boa ferramenta de avaliação de painéis OSB, com ou sem maravalhas, e antes ou após o envelhecimento acelerado. Sendo uma forma de avaliação dos painéis em uso, até mesmo após envelhecimento.

CONCLUSÕES

A utilização do método Sonelastic® se mostrou eficaz para a avaliação mecânica de painéis OSB produzidos com partículas strand e maravalha de *Pinus oocarpa*, antes e após o ensaio de envelhecimento acelerado. Podendo assim, ser utilizado na avaliação de paredes, forros e demais elementos construtivos a base de painéis OSB.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. B.; MENDES, L. M.; SILVA, J. R. M. Aproveitamento de resíduos de painéis de madeira gerados pela indústria moveleira na produção de pequenos objetos. **Revista Árvore**, v. 33, n. 1, p. 171-177, 2009

CARREIRA, M. R.; CANDIAN, M. Teste de um equipamento para classificação de peças estruturais de madeira pela técnica da vibração transversal. **Semina: Ciências Exatas e da Terra**, v.29, n.1, p. 3-14, 2008.

CASAGRANDE JUNIOR, E. F.; SILVA, M. C.; CASSILHA, A. C.; PODLASEK, C. L.; MENGATTO, S. N. F. Indústria moveleira e resíduos sólidos: Considerações para o equilíbrio ambiental. **Revista Educação & Tecnologia**, v. 8, p. 209-228, 2004.

DEL MENEZZI, C. H. S.; TOMASELLI, I.; SOUZA, M R. Avaliação não-destrutiva de painéis OSB modificados termicamente: parte 1- efeito do tratamento térmico sobre a velocidade de propagação de ondas de tensão. **Scientia Forestalis**, n. 76, p. 67 – 75, 2007.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída.** Curitiba: FUPEF, 2005, 274p.

PITER, J. C.; ZERBINO, R. L.; BLAB, H. J. Effectiveness of fundamental resonant frequency for determining the elastic properties of Argentinean Eucalyptus grandis in structural sizes. **Holz Roh Werkst**, v. 62, n. 2, p. 88-92, 2004.

PRP 108 D1 – Performance Standards and Policiesfor Structural – Use Panels.

SEGUNDINHO, P. G. A.; COSSOLINO, L. C.; PEREIRA, A. H. A.; CALIL JUNIOR, C. Aplicação do método de ensaio das frequências naturais de vibração para obtenção do módulo de elasticidade de peças estruturais de madeira. **Revista Árvore**, v. 36, n. 6, p. 1155-1161, 2012.

SOUZA, F. **Propriedades mecânicas, física, biológicas e avaliação não destrutiva de painéis de lâminas paralelas (LVL) com madeira de Pinus oocarpa e Pinus Kesiya.** (Dissertação). Brasilia: Universidade de Brasília, 2009.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PATÊ DE CARNE DE CAPRINO E SORO DE QUEIJO

NAELLY PIRES DE SÁ[1], SIMONE CARVALHO LEITE[1], BRUNA FARIAS DE SOUZA[1], MARILIA GICELE DE HOLANDA[1], DAIANA MARIA VIEIRA[1], CRISTIANE AYALA DE OLIVEIRA[2]

[1] Bolsista de Iniciação Cientifica CNPq, Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano Câmpus Salgueiro. Fone: (87) 34210050 , e-mail: naellypiresdesa@gmail.com; [2]Orientadora do trabalho, Docente do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano Câmpus Salgueiro. Fone: (87) 34210050 , e-mail:crisaylatecnologa@gmail.com.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito da substituição da água por soro de queijo sobre as características sensoriais de um patê formulado com carne de caprino adulto. Os produtos foram elaborados conforme a formulação comercial para patê de carne de caprino adulto onde foram incorporadas as seguintes quantidades de soro de queijo em substituição a água: 0, 25, 50, 75 e 100%. Foi utilizado um teste de comparação múltipla, onde os tratamentos (25, 50, 75 e 100%) foram comparados com uma amostra de referência. Os produtos foram avaliados por 95 consumidores (41 homens e 54 mulheres) não treinados, ao qual utilizaram uma escala hedônica de sete pontos quanto aos atributos cor, sabor, textura e aspecto global. Os dados foram avaliados pela ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando um nível de significância de 5%. De maneira geral, as notas médias das amostras situaram-se na escala hedônica entre 2 (diferença ligeira/moderada) e 3 (diferença moderada), apresentando baixa diferença ao controle. A formulação incorporada com 75% de soro de queijo apresentou os melhores escores sensoriais. Os patês elaborados com carne de caprinos adicionados de soro de queijo atenderam às características sensoriais desejadas pelos julgadores.
PALAVRAS–CHAVE: substituição, aproveitamento, caprino adulto.

SENSORY EVALUATION PATE OF GOAT MEAT AND CHEESE WHEY

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of replacing the water by cheese whey on the sensory characteristics of a pate made with adult goat meat. The products were prepared according to the commercial formulation pate adult goat meat which were incorporated the following replacement in cheese whey quantities of water: 0, 25, 50, 75 and 100%. A multiple comparison test was used, in which treatments (25, 50, 75 and 100%) were compared with a reference sample. Products were evaluated by 95 consumers (41 men and 54 women) not trained, which used a hedonic scale of seven points when color, flavor, texture and overall appearance. The data were evaluated by ANOVA and means compared by Tukey test, considering a 5% significance level. Overall, the average grades of the samples were found to be in the hedonic scale from 2 (mild / moderate difference) and 3 (moderate difference), with low difference of control. The formulation incorporated with 75% whey had

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

the best sensory scores. The pates made with goat meat added whey met the sensory characteristics desired by the judges.
KEYWORDS: replacement, use, adult goats.

INTRODUÇÃO

A ovinocaprinocultura na região Nordeste tem grande importância tanto econômica quanto social, devido ao fato dos animais terem uma boa adaptação ao clima e a alimentação, muitas vezes escassa, disponível na região, além de ser uma atividade que requer pouco investimento de capital, com mercado consumidor local existente.

Cunha, Bueno et al. (2008) afirmam que embora esta atividade seja explorada em diversos países, apresenta pouca expressão econômica, isso se deve a sua exploração extensiva, a falta de potencial genético, dependência da vegetação nativa, práticas ainda rudimentares de manejo, pouca assistência técnica e a falta de gestão e organização da unidade produtiva. De acordo com (SOUZA, 2012) ao longo dos últimos vinte anos, a produção mundial de carne ovina e caprina sofreu um incremento de 21%, sendo que no período de 2000-2010 houve um crescimento de 11,2 %, com perspectivas para uma expansão de 32,5% até 2020.

O Brasil apresenta efetivo de aproximadamente 16,81 milhões de cabeças, distribuídos em um pouco mais que 435 mil estabelecimentos pecuários e apresentou um crescimento de 1,1% frente as 16,6 milhões de cabeças contabilizados no ano de 2008 (IBGE, 2007; RODRIGUES, 2010), sendo que a cadeia produtiva da carne ovina e caprina brasileira produziu em 2008 cerca de 79,3 mil toneladas por meio do abate de 4,95 milhões de cabeças (FAO, 2011).

Em 2009, a região Nordeste deteve o maior número de cabeças caprinas, totalizando 9,56 milhões de cabeças, crescimento de 2,08% frente a 2008. A região Sul apresentou o segundo maior rebanho, 4,8 milhões de cabeças, queda de 0,81% comparado a 2008. A região Centro-Oeste apresentou o terceiro maior rebanho, 1,12 milhões de cabeças, crescimento de 1,56% frente a 2008, seguido da região Sudeste com 761.952 cabeças (queda de 0,39% frente ao ano de 2008) e da região Norte, 547.903 cabeças, aumento de 2,51% (RODRIGUES, 2010).

Segundo dados da Embrapa Ovinos e Caprinos (EMBRAPA, 2010) a patir do ano de 2010 a demanda por carne de ovinos no Brasil tende a crescer aproximadamente 25% ao ano. Isso se deve ao o fortalecimento de várias cooperativas e associações, bem como programas e ações do governo, que facilitam a comercialização e incentivam o crescimento da atividade. Outro aspecto é que a ovinocaprinocultura está sendo adotada como atividade paralela por grandes produtores, e como alternativa para os pequenos e médios produtores rurais, pois permite a utilização de mão-de-obra familiar e suas instalações são simples e de baixo custo.

Contudo, no Brasil, a preferência do consumo é por carne de animais jovens, chamados, cabritos, que se caracteriza por ser mais suculenta e possuir sabor e odor característicos mais intensos. Com base nisso, o descarte de caprinos adultos do rebanho de cria é uma prática rotineira em propriedades com ciclo completo de produção. Uma alternativa para promover um aumento no consumo deste tipo de carne seria fazer uso de métodos de processamento e industrialização, agregando valor a esta matéria-prima e melhorando suas características sensoriais.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Patê ou pasta é definido pela legislação vigente como: o produto cárneo industrializado obtido a partir de carnes e/ou produtos cárneos e/ou miúdos comestíveis, das diferentes espécies de animais de açougue, transformados em pasta, adicionado de ingredientes e submetido a um processo térmico adequado (BRASIL, 2000). É um produto cozido, com tradições gastronômicas importantes e com características sensoriais bastante apreciadas. Os primeiros patês foram feitos com fígado de ganso ("foie-grass") e fígado de porco. Ao longo do tempo surgiram novos sabores, como frango, atum, presunto, entre outros.

O soro de leite é um produto fluido liberado na produção de queijos, por ser considerado um resíduo industrial altamente poluente devido a sua alta demanda bioquímica em função da sua grande quantidade de matéria orgânica, fazem-se necessários estudos e técnicas que busquem diminuir os impactos que este resíduo possa causar ao meio ambiente (MIZUBUTI, 1994; BIEGER E RINALDI, 2009). Pensando nisso tem sido muito empregado como ingrediente funcional em diversos produtos, tendo em vista as suas propriedades físico-químicas e biológicas além de apresentar excelentes propriedades tecnológicas, sua forma em pó pode ser adicionada em produtos cárneos embutidos, intensificando a cor destes produtos (SMITHERS, 2008; DAGUER ET AL., 2010) De acordo com (VAN DEN HOVEN, 2000) a aplicação do soro de queijo em produtos cárneos reestruturados, favorece a capacidade de liga entre as peças cárneas, além de contribuir para o rendimento do processo. Portanto, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um patê de carne caprina proveniente de animais de descarte (animais velhos), e avaliar o efeito da substituição da água por soro de queijo sobre as características sensoriais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal da Unidade Acadêmica de Tecnologia em Alimentos (UATA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano campus Salgueiro, PE. Para produção dos patês foi utilizada carne de caprinos abatidos em idade avançada. Os produtos foram elaborados fazendo a substituição da carne bovina por caprina conforme a formulação comercial para patê, onde foram incorporadas as seguintes quantidades de soro de queijo em substituição a água: 0, 25, 50, 75 e 100%. Para as etapas do processo seguiu-se o seguiu-se o fluxograma da figura 1.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

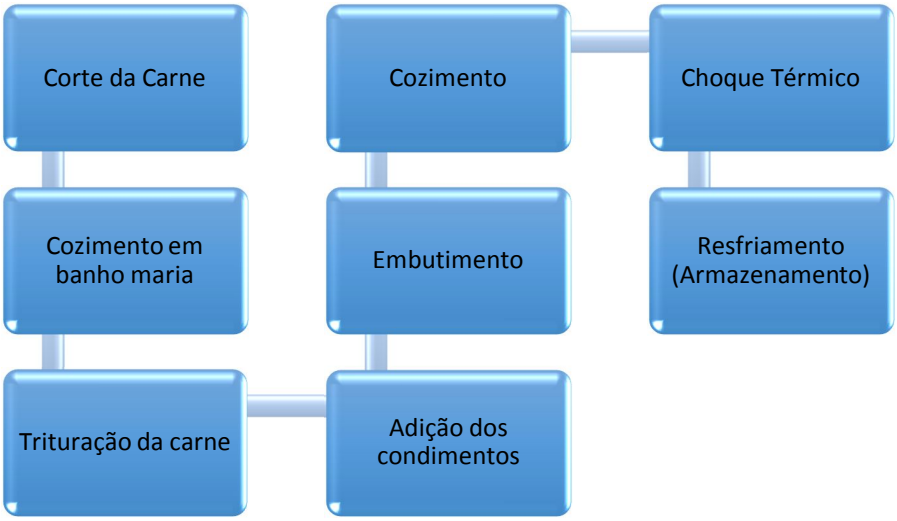


FIGURA 1: Fluxograma para a elaboração do patê com carne de caprino adulto

Os patês foram avaliados no Laboratório de Análise Sensorial da Unidade Acadêmica de Tecnologia em Alimentos (UATA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano campus Salgueiro, PE. Os produtos foram avaliados por 95 consumidores não treinados, escolhidos em função de gostarem e serem consumidores habituais de patê. Todos os provadores avaliaram simultaneamente as cinco amostras do produto. A ordem de apresentação foi balanceada de forma que cada formulação fosse apresentada em igual número de vezes em cada posição. Utilizou-se o teste de comparação múltipla para verificar a interferência das diferentes concentrações de soro no sabor, textura, cor e aroma dos produtos elaborados, de acordo com a metodologia da ABNT – NBR 13526, (1995).

O teste de aceitabilidade avaliando os atributos aparência global, cor, aroma, sabor e textura, utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, indo de 9 igual a "gostei extremamente" até 1 igual a "desgostei extremamente".

Também foi determinado o Índice de Aceitabilidade do produto adotando a expressão:

$$IA(\%)=Ax100/B \qquad \text{Equação (1)}$$

Onde:

A = nota média obtida para o produto;

B = nota máxima dada ao produto. O IA com boa repercussão será considerado ≥ 70% (MONTEIRO, 1984).

Os dados foram avaliados pela ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando um nível de significância de 5% ($p<0,05$), utilizando o pacote utilizando o software ASSISTAT 7.7 (SILVA, 2006).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O painel avaliador foi composto por 41 homens e 54 mulheres com idades entre (15 e 50 anos). Os valores relativos à avaliação sensorial através o teste de comparação múltipla estão representados na Tabela 1.

Tabela 1: valores relativos à avaliação sensorial através o teste de comparação múltipla com a amostra padrão.

	Médias				
Tratamento%	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
Controle (0%)	3,15 ^{a} ± 1,16	3,17 ^{a} ± 1,40	2,73^{b}±1,01	3,41^{b} ± 1,20	2,26^{b} ± 1,78
T1- 25%	3,33 ^{a}± 1,22	3,06 ^{a}± 1,01	2,89 ^{b}±1,81	3,80 ^{ab}± 0,99	3,66^{a} ± 0,84
T2- 50%	3,45 ^{a} ±1,08	3,19 ^{a} ± 0,58	2.77^{b}±0,84	3,60 ^{b} ± 0,77	3,44^{a}±0,99
T3- 75%	3,67 ^{a} ± 1,33	3,58 ^{a}± 1,31	2,91^{b} ± 1,44	3,86 ^{ab} ± 0,87	3,92^{a} ± 1,34
T4-100%	3,98 ^{a} ± 1,41	3,69 ^{a}± 1,06	2,98^{ab} ± 1,23	3,89 ^{ab} ± 1,20	3,64^{a} ± 1,04

a-b: letras diferentes na mesma coluna são diferentes estatisticamente (p<0,05) pelo teste de Tukey.

Os tratamentos não diferiram significativamente (P≥0,05) quanto aos atributos cor, sabor, textura e impressão global, avaliados pelos provadores no teste de comparação múltipla. De um modo geral, as notas médias das amostras situaram-se na escala hedônica entre 2 (diferença ligeira/moderada) e 3 (diferença moderada), apresentando baixa diferença ao controle. Dutra et al. (2012); Terra et al (2009) e Yetim et al (2001) ao estudarem a substituição da água por soro de leite, em apresuntados, mortadelas e salsichas respctivamente, verificaram que o soro em todas as proporções testadas, não provocou alterações nas características sensoriais de cor, odor, sabor e textura da mortadela, uma vez que os provadores atribuíram notas aos tratamentos que não diferiram significativamente.

Para avaliar a aceitabilidade dos produtos, os atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global foram avaliados pelos degustadores a fim de verificar o nível de aceitação das amostras desenvolvidas, mediante uma escala de notas de 9 pontos, variando de 9 “gostei extremamente” até 1 igual a “desgostei extremamente” Os valores relativos a aceitabilidade dos produtos estão representados na Tabela 2.

Tabela 2: valores relativos à avaliação sensorial através o teste de aceitação.

	Médias				
Tratamento%	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
Controle (0%)	8,10^{a}±0,96	4,30^{a}±1,34	7,90^{a}±1,21	7,33^{a}±1,32	7,20^{a}±0,86
T1- 25%	8,30^{a}±0,26	4,10^{a}±1,47	8,00^{a}±0,99	7,30^{a}±1,42	7,30^{a}±0,89
T2- 50%	8,27^{a}±0,78	4,33^{a}±1,92	7,80^{a}±1,13	7,27^{a}±1,21	7,10^{a}±0,62
T3- 75%	8,33^{a}±0,86	4,23^{a}±1,68	8,10^{a}1,54	7,89 ^{ab} ± 1,57	7,57^{a}±0,71
T4-100%	8,18 ^{a} ± 0,98	4,56 ^{a} ± 0,46	7,38^{a} ± 1,03	7,10^{a}±0,96	7,34^{a} ± 0,98

a-b: letras diferentes na mesma coluna são diferentes estatisticamente (p<0,05) pelo teste de Tukey.

As médias dos resultados foram semelhantes e estiveram entre 7,1 e 8,33, correspondentes “gostei moderadamente” à “gostei muito” de acordo com a escala hedônica, exceto para o atributo aroma.

Diferenças estatísticas não foram observadas (p>0,05) em nenhum dos tratamentos, para os atributos avaliados, no entanto o atributo aroma apresentou as notas mais baixas (4,1 a

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

4,33) correspondente a "desgostei ligeiramente", tal fato pode estar relacionado com a matéria-prima utilizada, Madruga et al. (2005) e Nassu et al. (2007) afirmam que a carne de animais adultos, principalmente quando são inteiros ou de descarte, os quais são mais difíceis de serem comercializados, apresentam ácidos graxos como o 4-etil-octanoíco e 4-metil-octanoíco, que são os componentes químicos diretamente responsáveis pelo odor característico na carne, no entanto outros fatores influenciam a intensificação do aroma da carne caprina, dentre elas: sexo, idade ao abate e manejo alimentar.

Quanto ao índice de aceitabilidade dos produtos avaliados sensorialmente, pôde-se observar que o atributo aroma não foi aprovado para as quatro formulações, obtendo- se aceitabilidade variando de 47% a 50,7% (Tabela 3).

Tabela 3:Valores obtidos pra o Índice de Aceitabilidade (%)

	Médias			
Tratamento%	Cor	Aroma	Sabor	Textura
Controle (0%)	90,0	47,8	87,8	81,4
T1- 25%	92,2	45,6	88,9	81,1
T2- 50%	91,9	48,1	86,7	80,8
T3- 75%	92,6	47,0	90,0	87,7
T4-100%	90,9	50,7	82,0	78,9

Em relação aos quatro atributos avaliados, a cor, sabor e textura foram as amostras que obtiveram maiores índices de aceitabilidade para todos os tratamentos, sendo que o tratamento T3 – 75% foi o que mais se destacou (92,6%); (90,0%) e (87,7%) respectivamente, contudo, os demais tratamentos apresentaram todos índice de aceitabilidade superiores a 80% considerando- se a repercussão favorável quando o índice de aceitabilidade for ≥ 70%.

O índice de aceitabilidade para o atributo textura do tratamento T4 foi mais baixo (78,9%) comparado aos demais tratamentos, o que mostra que a maior concentração de soro interferiu no referido atributo.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados do presente estudo, o patê elaborado com carne de caprinos adultos mostrou um ótimo resultado, podendo ser indicado como uma alternativa para o aproveitamento desta matéria-prima. A formulação incorporada com 75% de soro de queijo apresentou os melhores escores sensoriais. Os patês elaborados com carne de caprinos adicionados de soro de queijo atenderam às características sensoriais desejadas pelos julgadores com exceção apenas do aroma que deve demandar de maiores estudos, ou o emprego de tecnologias capazes de minimizar esse problema.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano campus Salgueiro, Pernambuco, pela infraestrutura para a realização deste trabalho.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Teste de comparação múltipla em análise sensorial dos alimentos e bebidas**, NBR 13526 de outubro de 1995.

BIEGER, A.; RINALDI, R. N. Reflexos do reaproveitamento de soro de leite na cadeia produtiva de leite do oeste do Paraná. . In: ANAIS DO CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, A. E. S. R., CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2009, Porto Alegre.

BRASIL. Ministério da Agricultura Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Regulamento técnico de identidade e qualidade de patê. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1669. Acessado em agosto/2015.

CUNHA, E. A. D. et al. Carne de cordeiro - uma nova opção à mesa., 2008. Disponível em: < http://www.infobibos.com/Artigos/2008_3/cordeiros/index.htm >. Acesso em: 03/01/2012.

DAGUER, H.; STEPHAN, M. P.; BERSOT, L. D. S. Perfil eletroforético de lombo suíno adicionado de proteínas não cárneas. **Ciência Rural,** v. 40, p. 404-410, 2010. ISSN 0103-8478. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782010000200028&nrm=iso >.

DUTRA, M. P. et al. Technological and sensory quality of restructured low-fat cooked ham containing liquid whey. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 1, p. 1-7, jan./fev. 2012.

EMBRAPA, E. B. D. P. A.-E. C. E. O.-. Demanda por carne ovina cresce 25%, mas oferta é baixa. **Campos News**, 2010. Disponível em: < http://www.cnpc.embrapa.br/admin/pdf/03320012431.20_01_2010.pdf >. Acesso em: 22/12/2011.

FAO, F. A. A. O. O. T. U. N. FAOSTAT. 2011. Disponível em: < http://faostat.fao.org/default.aspx >. Acesso em: 08/02/2012.

IBGE, I. B. D. G. E. E. Censo Agropecuário 2006 - resultados preliminares, Rio de Janeiro: IBGE. p. 146, 2007.

MADRUGA, M. S. et al. Processamento de carnes caprina e ovina: alternativas para aumentar o valor agregado do produto. In: EMEPA. Caprinos e ovinos: produção e processamento. João Pessoa, 2005. p.107-135.

MIZUBUTI, I. Y. Soro de Leite: Composição, processamento e utilização na alimentação. **Semina Ciências Agrárias,,** v. 15, n. 1, p. 80-94, 1994.

Monteiro CLB. Técnicas de avaliação sensorial. Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA). 2.ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 1984.

NASSU, R. T. Análise Sensorial de Carne: conceitos e recomendações São Carlos, SP:EMBRAPA, dez. 2007. ISSN 1981-206X. (Comunicado Técnico, 79).

RODRIGUES, R. M. C. Análise do desenvolvimento do rebanho ovino e caprino no Brasil em 2009 - Artigo técnico. **Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal** 2010. Disponível em: < http://www.iagro.ms.gov.br/index.php?templat=vis&site=107&id_comp=2228&id_reg=5655&voltar=home&site_reg=107&id_comp_orig=2228 >. Acesso em: 02/03/2012

SILVA, M. A. A. P. Métodos de avaliação sensorial de alimentos. Apostila: Escola de Extensão da UNICAMP. 1997. 71 p.

SMITHERS, G. W. Whey and whey proteins—From 'gutter-to-gold'. **International Dairy Journal,** v. 18, n. 7, p. 695-704, 7// 2008. ISSN 0958-6946. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694608000344 >.

SOUZA, D. D. A. Artigo Técnico.Atualidade e perspectivas internacionais para a produção de carne ovina. **Farm Point**, 27 de fevereiro de 2012. Disponível em: < http://www.farmpoint.com.br/cadeia-produtiva/conjuntura-de-mercado/atualidade-e-perspectivas-internacionais-para-a-producao-de-carne-ovina-78029n.aspx#comentario73470 >. Acesso em: 03/03/2012.
TERRA, N. T. et al. Emprego de soro de leite líquido na elaboração de mortadela. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 885-890, maio/jun. 2009.

VAN DEN HOVEN, M. Dairy Ingredient: Applications in Meat, Poutry and Seafood. In: SONS, J. W. (Ed.). **FRANCIS, F.J.: Encyclopedia of Food Science and Technology.**: New York, 2000. p. p.460-469.

YETIM, H. et al. Using fluid whey in comminuited meat products: effects on technological, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. **Food Research International**, Barking, v. 34, n. 1, p. 97-101, Feb. 2001.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA NO RIO VERDE - MG

UILSON RICARDO VENÂNCIO AIRES[1], ANDRÉ FERREIRA RODRIGUES[2], GUSTAVO ALVES PEREIRA[3], ROSÂNGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES[4], JOSÉ DE OLIVEIRA MELO NETO[5], CARLOS ROGÉRIO DE MELLO[6]

[1] Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35) 9161-2562, uvaires@gmail.com
[2] Graduando Eng. Ambiental e Sanitária, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[3] Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[4]Pós doutoranda em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas
[5]Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas
[6] Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O uso e a ocupação do solo bem como atividades agroindustriais influenciam na qualidade de água do corpo receptor, verificando-se a importância da análise do perfil espacial para identificação dos trechos mais críticos, e o acompanhamento temporal da tendência de evolução da qualidade da água. Objetivou-se neste trabalho fornecer o panorama da evolução temporal e espacial do índice de qualidade de água (IQA) ao longo do rio Verde, na UPGRH GD4 em MG. Foram utilizadas séries históricas de qualidade de água das estações do Rio Verde, obtidas junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, totalizando 7 estações (BG025, BG026, BG027, BG028, BG032, BG035, BG037) sendo o período de monitoramento de 1997 a 2012, com exceção da estação BG026, a qual iniciou-se o monitoramento a partir de 2008. O IQA foi determinado conforme metodologia proposta pelo IGAM. Para a avaliação do comportamento espacial, foram comparados os IQAs de todas as estações ao longo do curso d'água e para a avaliação da estação realizou-se a comparação no tempo. Concluiu-se que a evolução temporal do IQA, oscilou entre períodos secos e chuvosos, porém, mostrou sinais de melhoria na qualidade das águas do Rio Verde do até a estação BG028 no município de Soledade de Minas indicando fonte de contaminação, e, a partir desse ponto observou-se uma nova tendência de melhora no IQA.
PALAVRAS–CHAVE: Uso e ocupação do solo, lançamento de efluentes, contaminação.

TIME AND SPACE EVALUATION OF WATER QUALITY INDEX IN GREEN RIVER – MG

ABSTRACT: The use and occupation of land and agro-industrial activities influence the quality of the receiving water body, verifying the importance of the spatial profile analysis to identify the most critical passages, and the temporal monitoring the trend in water quality. The aim of this work provide an overview of the spatial and temporal evolution of the water quality index (AQI) along the Green River in UPGRH GD4 in MG. They were used stations of water quality time series of the Green River, obtained from the Mining Institute of Water Management - IGAM, totaling seven seasons (BG025, BG026, BG027, BG028, BG032,

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

BG035, BG037) and the monitoring period 1997-2012, except BG026 season, which began monitoring from 2008. The AQI was determined according to the methodology proposed by IGAM. For the evaluation of spatial behavior, SEQI all stations were compared over the course of water and evaluation was carried out of the station if the comparison in time. It was concluded that the evolution of the IQA, oscillated between dry and wet periods, however, showed signs of improvement in the quality of the Rio Verde waters, while its spatial evolution, the upstream station showed higher average IQA declining to BG028 station in the municipality of Soledade de Minas indicating source of contamination, and from that point there was a new trend of improvement in the IQA.
KEYWORDS: Use and land use , discharge of effluents , contamination.

INTRODUÇÃO

A água é vital não somente para atender as necessidades humanas básicas, mas também para a manutenção do meio ambiente, o desenvolvimento socioeconômico e a redução da pobreza (RIBEIRO; CATALÃO; FONTELES, 2014). Entende por uso dos recursos hídricos, qualquer atividade humana que altere as condições naturais das águas superficiais ou subterrânea (ANA, 2015).

A água é um recurso natural finito, e muito se tem discutido sobre a possibilidade de sua escassez caso sejam mantido os padrões de consumo atuais, pois apesar do planeta possuir um armazenamento de 1.385.984 mil km^3, 97,5% deste total é composto por águas salgadas. Desta forma, a água doce representa 2,5%, porém apenas 0,27% deste total estão contidos em rios e lagos, que é a forma mais viável economicamente da obtenção deste recurso (PACA, 2008).

Por esta razão, o planejamento e gestão dos recursos hídricos são indispensáveis para garantir um desenvolvimento sustentável, uma vez que as decisões tomadas hoje influem diretamente na disponibilidade deste recurso para as gerações futuras (MELLO e SILVA, 2013), pois o crescimento demográfico e o desenvolvimento socioeconômico são acompanhados pelo aumento da demanda por água, cuja a qualidade e quantidade são características indispensáveis (ZANINI et al., 2010).

O uso da água para um determinado proposito não deve acarretar em prejuízos para suas diversas finalidades, por esta razão, é necessário monitorar os cursos d'água, com o objetivo de obter informações que permitam propor medidas de manejo para permanência da qualidade do ambiente aquático (STRIEDER et al., 2006). Desta forma, para assegurar um planejamento sustentável dos recursos hídricos a avaliação do Índice de Qualidade de Água (IQA) é indispensável para os cursos d'água (ZANINI et al., 2010). Este fornece informações sobre a deterioração dos recursos hídricos ao longo dos cursos d'água ou ao longo do tempo, com base em parâmetros físico-químicos, e permite classificar os cursos d'água em classes ou níveis de qualidade. As Alterações na qualidade da água resultam em prejuízos que vão desde a redução da pesca até o aumento da aquisição de tratamento da água (ZANINI et al., 2010).

O uso e ocupação do solo também tem grande influência sobre a qualidade dos recursos hídricos, pois implicam em comportamento distintos nos atributos do solo e água, sendo que a remoção de florestas aumenta a degradação causando prejuízos aos recursos hídricos, pois estas melhoram as condições de infiltração reduzindo o transporte de sedimentos para os cursos d'água (PINTO et. al., 2009).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Os diversos poluentes lançados nos copos d'água podem ser agrupados em duas classes: pontual e difusa. Fontes pontuais podem ser entendidas como uma descarga concentrada em um ponto específico, como exemplo, a saída de uma tubulação. A maior parte desde tipo de poluição são derivados de lançamento de esgotos sanitário urbano não tratado ou parcialmente tratado e descargas industriais. Já a poluição difusão provem de diversas origens, sendo que os ambientes considerados mais importantes são o rural, através de atividades de agricultura e pecuária, e o urbano, com as atividades residências, comerciais e industriais (PINTO et. al., 2009).

Deta forma, verifica-se a importância da análise do acompanhamento da tendência de evolução em um corpo hídrico no tempo para a determinação da qualidade das águas, possibilitando a identificação de medidas preventivas, bem como a eficiência de algumas medidas adotadas. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho fornecer o panorama da evolução temporal e espacial do índice de qualidade de água (IQA) ao longo do rio Verde, na UPGRH GD4 em MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O Rio Verde está localizado na Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) GD4. O rio nasce no limite dos Municípios de Passa Quatro e Itanhandu, na vertente ocidental da serra da Mantiqueira, a cerca de 2600 m, próximo à divisa com Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, e corre por sua encosta em direção Oeste. Possui uma área de drenagem de 6.891,4 km², com altitudes variando entre 900 a 1000 metros. As atividades econômicas na bacia do rio verde são diversificadas, com destaque na agropecuária, a produção de café e na indústria, a produção de eletrônicos e alumínio.

Foram utilizadas séries históricas de qualidade de água das estações do Rio Verde, obtidas junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, totalizando 7 estações (BG025, BG026, BG027, BG028, BG032, BG035, BG037) sendo o período de monitoramento de 1997 a 2012, com exceção da estação BG026, a qual iniciou-se o monitoramento a partir de 2008. A localização das estações podem ser verificadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Localização das estações de monitoramento da qualidade da água do rio verde

Estação	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
BG025	Itanhandu (MG)	-22,33	-44,91	929
BG026	Conceição do Rio Verde (MG)	-21,95	-45,09	860
BG027	Pouso Alto (MG), São Sebastião do Rio Verde (MG)	-22,22	-44,97	884
BG028	Soledade de Minas (MG)	-22,06	-45,05	863
BG032	Três Corações (MG)	-21,70	-45,26	836
BG035	Três Corações (MG)	-21,64	-45,36	831
BG037	Elói Mendes (MG), Varginha (MG)	-21,61	-45,52	805

Para a determinação do IQA foram considerados um conjunto de nove parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade de água e seus

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

respectivos pesos de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA: oxigênio dissolvido , coliformes fecais , potencial hidrogenionico (pH); demanda bioquímica de oxigênio , fosfato total , temperatura da água , nitratos , turbidez e sólidos totais (ST) . Para o cálculo do IQA foi empregado a metodologia multiplicativa, dada pela equação 1, seguinto metodologia proposta pelo IGAM (IGAM, 2004):

$$IQA = \prod_{i=1}^{9} q_i^w \quad (1)$$

Onde IQA varia de 0 a 100, q_i é a qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade e w é o peso atribuído ao parâmetro, em função da sua importância na qualidade e varia de 0 a 1.

Na Tabela 2 pode-se verificar a classificação da qualidade da água conforme os valores de IQA conforme a classificação adotada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Tabela 2 – Classificação da qualidade da água pelo IQA de acordo com os valores obtidos pelo cálculo do IQA

Valor do IQA	**Classe**	**Significado**
90<IQA≤100	Excelente	Águas Apropriadas para o Tratamento Convencional visando o abastecimento público
70<IQA≤90	Bom	
50<IQA≤70	Médio	
25<IQA≤50	Ruim	Água impropria para o tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados
IQA≤25	Muito Ruim	

Fonte: IGAM (2015)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 está apresentada a evolução temporal do IQA para cada ponto de monitoramento ao longo do período considerado.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

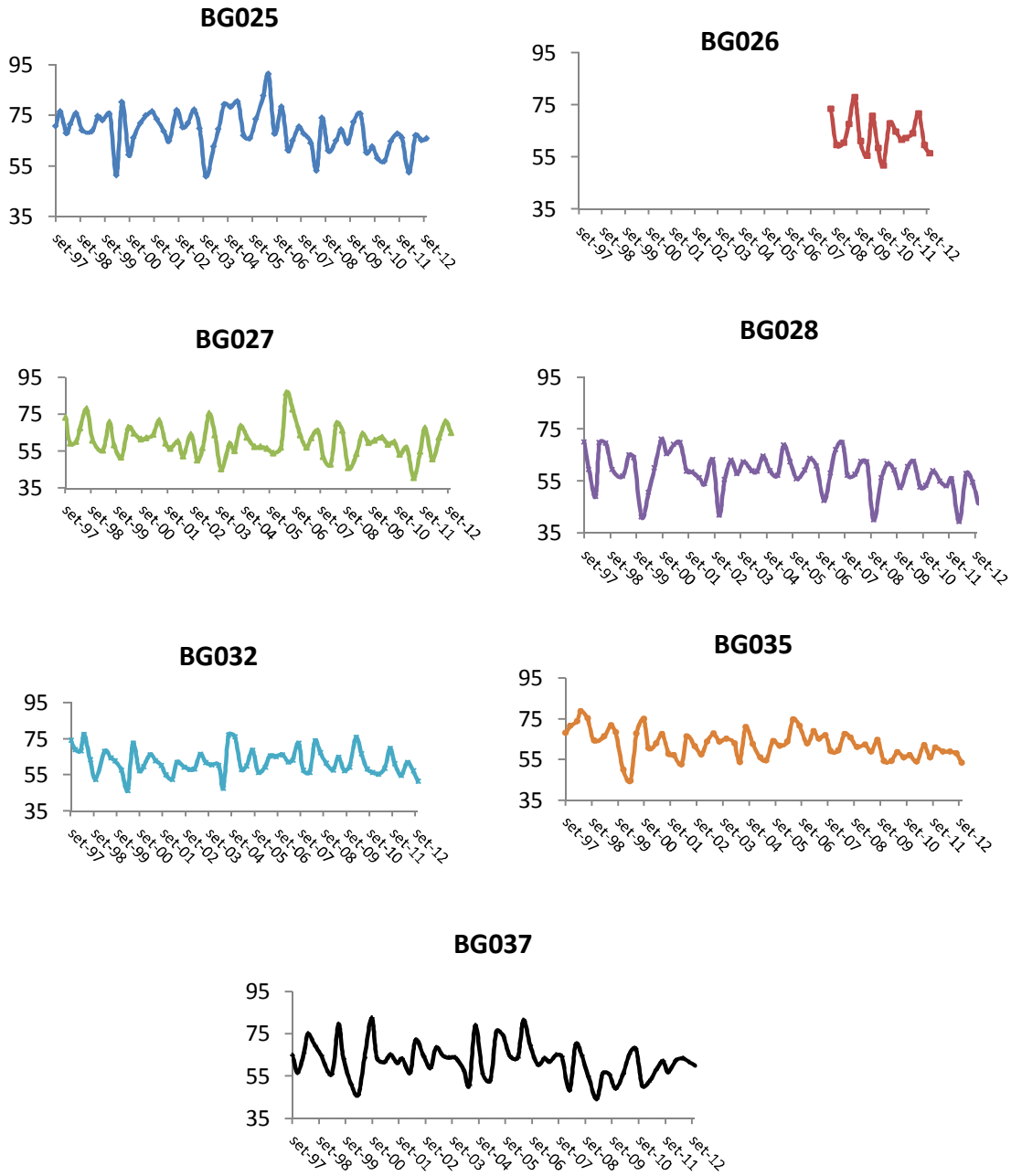


Figura 1 – Evolução temporal do IQA ao longo do período de monitoramento para cada ponto.

De modo geral, observa-se que o rio Verde vem mantendo os valores de IQA ao longo dos anos nos trechos monitorados e, ainda em algumas estações como a BG026 e a BG027 apresenta sinais de melhoria, embora forte oscilação deste índice pode ser observada, muito possivelmente devido a alternância entre períodos secos e chuvosos, sendo que o período chuvoso apresenta os menores valores possivelmente devido ao carreamento de sólidos e fezes de animais os quais podem promover esta oscilação do IQA

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Na Tabela 3, pode-se analisar os parâmetros que exercem influência sobre os valores do IQA máximo e mínimo observados para as estações de monitoramento do Rio Verde.

Tabela 3 – Valores dos parâmetros que de cálculo do IQA máximo e mínimo para estações do Rio Verde

Estação	IQA	pH	Turbidez	DBO	OD	Cloretos	Cs	%OD	Sol.Totais	Fosf.Total	Nitratos	Col.fecais
BG025	Máximo	6,8	2,3	2	9	0,3	9,3683	96,0686	25	0,01	0,15	2
BG025	Minimo	5,8	52,3	2	8,2	0,67	9,0747	90,3608	81	0,07	0,37	22000
BG026	Máximo	6,6	30,3	2	5,7	0,69	7,3531	77,5187	115	0,16	0,39	50
BG026	Minimo	6	150	2	6,3	2,22	8,1914	76,9102	224	0,16	0,5	8000
BG027	Máximo	6,6	5,7	2	6,8	1,32	9,0637	75,0244	51	0,05	0,2	2
BG027	Minimo	6,3	296	2	8,2	1,51	9,0443	90,6644	432	0,35	0,46	35000
BG028	Minimo	6,4	14,9	2	6	1,58	7,7171	77,7491	51	0,02	0,25	350
BG028	Máximo	6,7	119	3	5,6	1,43	7,9497	70,4428	214	0,24	0,17	160000
BG032	Máximo	6,8	19,1	2	7,1	1,14	7,5791	93,6787	69	0,04	0,23	90
BG032	Minimo	6	141	2	7	0,69	7,7418	90,4179	142	0,1	0,01	11000
BG035	Máximo	6,8	10,9	2	7,1	1,38	7,9117	89,7405	68	0,05	0,18	90
BG035	Minimo	6	168	3	6,2	1,33	7,5833	81,7585	165	0,11	0,11	13000
BG037	Máximo	7	23,9	2	7,4	1,43	7,6059	97,2933	49	0,07	0,33	13
BG037	Minimo	6	134	2	7,8	1,44	8,2439	94,6151	173	0,06	0,39	22000

Pela Tabela 3, observa-se que os parâmetros que influenciaram na qualidade de água foram os coliformes fecais e a turbidez respectivamente. A alta concentração de coliformes observadas pode estar relacionados com a descarga de esgoto doméstico no curso d'água, bem como na época chuvosa pelo carreamento de fezes de animais para o curso d'água. Em relação à turbidez, esta pode estar atrelada com a quantidade de sedimentos sobre o curso d'água, que se intensifica em regiões com atividades agrícolas, principalmente no período chuvoso em que ocorre um maior transporte de sedimentos através do escoamento superficial direto.

Na Figura 2, pode-se verificar os valores máximos e mínimos observados do IQA para cada estação de monitoramento da qualidade da água em análise do Rio Verde.

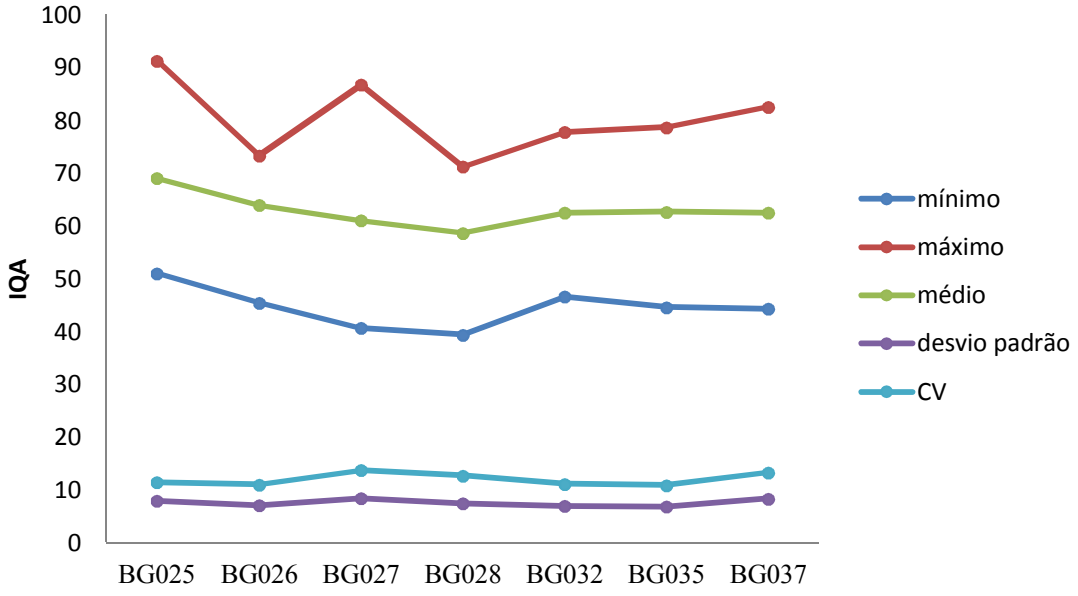


Figura 2 – Valores máximos e mínimos observados para o IQA em cada estação

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Observa-se que o rio Verde apresenta os valores médios mais baixos de IQA a montante dos pontos de monitoramento BG028. Ressalta-se que os valores máximos de IQA observados permitem constatar que o nível máximo de qualidade observado no rio é BOM ($70 < IQA \leq 90$) de acordo com classificação do IGAM (2003). Em contrapartida, os valores mínimos de IQA observados permitem observar que o nível mínimo de qualidade observado no rio é na sua maioria classificado como RUIM exceto para o ponto de monitoramento BG025 que possui o nível mínimo de qualidade superior aos demais sendo enquadrado como MÉDIO, o que indica que caso esta água seja utilizada para o abastecimento urbano, pode-se empregar o tratamento convencional de água.

CONCLUSÕES

Conclui-se que o IQA é uma importante ferramenta na identificação das condições dos curso d'água e fornece parâmetros para a tomada de decisão quanto a gestão dos Recursos Hídricos, pois permite identificar o que pode estar influenciando na qualidade da água, o que possibilita tomar medidas para conter focos de contaminação.

A evolução temporal do IQA oscilou entre períodos secos e chuvosos, porém, mostrou sinais de melhoria na qualidade das águas do rio Verde nas estações BG026 e BG027 e se manteve nas demais estações, enquanto sua evolução espacial que a estação a montante apresentou IQA médio mais alto decaindo até a estação BG028 no município de Soledade de Minas indicando fonte de contaminação, e, a partir desse ponto observou-se uma nova tendência de melhora no IQA.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG pela concessão de bolsas de estudo, sem as quais não seria possível a execução das pesquisas.

REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil.** 2015. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 07 maio 2015.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUA. **Monitoramento da água superficial.** 2015. Disponível em:< http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas/monitoramento/agua-superficial> . Acesso em: 07 out. 2015.

MELLO, C. R.; SILVA, A. M. **Hidrologia:** Princípios e aplicações em sistemas agrícolas. Lavras: UFLA, 2013. p. 163-247.

RIBEIRO, S.; CATALÃO, V.; FONTELES, B. **Água e Cooperação reflexões, experiências e alianças em favor da vida.** Brasil: Arara Azul -organização Para A Paz Mundial, 2014. 240 p.

STRIEDER, M.N.; RONCHI, L.H.; STENERT, C.; SCHERER, R.T.; NEISS, U.G. Medidas biológicas e índices de qualidade da água de uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no Sul do Brasil. **Acta Biológica Leopoldensia**, Porto Alegre, v.28, n.1, p.17-24, 2006

PACA, V. H. M. **Análise de Informações Satelitais e Dados Convencionais da Rede Pluvio-Fluviométrica como Contribuição à Modelagem Hidrológica na Região Amazônica - Estudo de Caso:** Bacia do Rio Guamá, Pará. 2008. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

PINTO, D. B. F.; SILVA, A. M.; MELLO, C.R.; COELHO, G. Qualidade da Água do Ribeirão Alto Rio Grande, Minas Gerais, Brasil. **Ciênc. Agrotec.,** Lavras, v.33, n. 4, p. 1145-1152, 2009

ZANINI, H. L. H. T.; AMARAL, L. A.; ZANINI, J. R.; TAVARES, L. H. S. Caracterização da Água da Microbacia do Córrego Rico Avaliada pelo Índice de Qualidade de Água e de Estado Trófico. **Eng. Agrícola,** Jaboticabal, v.30, n4, p.732-741, 2010.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

BEM-ESTAR DE GALINHAS POEDEIRAS CRIADAS SOB DIFERENTES TIPOS DE TELHAS DE ARGAMASSA

FLÁVIO ALVES DAMASCENO[1], JÉSSICA FIGUEIREDO RODRIGUES[2], CARLOS EDUARDO ALVES OLIVEIRA[3], SAMUEL MARTINS[4], JOÃO ANTÔNIO COSTA DO NASCIMENTO[5], LEONARDO SCHIASSI[6],

[1] Prof. Dr., Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1481, flavio.damasceno@deg.ufla.br;
[2] Engenheira Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, jeje25_2@hotmail.com;
[3] Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1481, ceao.eaa@hotmail.com;
[4] Prof. Dr., Universidade de Brasília, (61) 3107.7562, samuelmartin@unb.br;
[5] Graduando em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, (35) 9718-3643, jacostadonascimento@zootecnia.ufla.br;
[6] Prof. Dr., Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, (35) 2142-2024, leonardo.schiassi@deg.ufla.br.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo avaliar o índice de conforto térmico de aves em galpões avícolas com diferentes telhas de concreto argamassadas. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, nos dias 10 a 24 de junho de 2014. As telhas avaliadas foram: telha de argamassa normal (sem nenhum aditivo) – TAN; telha de argamassa com 5% de aditivante incorporador de ar – TAAI5; telha de argamassa com 5% de vermiculita – TAV5; telha de argamassa com 10% de vermiculita – TAV10; telha de argamassa com 5% de Isopor – TAI5; e telha de barro cerâmico - TBN. Foram avaliadas variáveis como o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e a carga térmica radiante (CTR) no interior dos galpões. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o tratamento TAV10 obteve os menores valores de ITGU e CTR, apresentando para as aves alojadas situação de conforto.
PALAVRAS–CHAVE: telha, avicultura, conforto térmico.

WELFARE OF LAYING HENS UNDER VARIOUS TYPES OF MORTAR TILES

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the thermal comfort index of birds in poultry houses with different mortar tiles. The experiment was conducted in the experimental area of the Federal University of Mato Grosso, from 10 to 24 June 2014. The tiles were evaluated: normal mortar tile (no additives) - TAN; mortar tile with 5% additive developer of air - TAA5; mortar tile with 5% vermiculite - TAV5; mortar tile with 10% vermiculite - TAV10; mortar tile with 5% of Styrofoam - TAI5; ceramic tile - TBN. Variables were evaluated as the black globe temperature and humidity index (BGHI) and the radiant heat load (RHL) inside the sheds. Based on the results obtained, the treatment TAV10 obtained the lowest BGHI and RHL values, presenting for birds housed comfort situation.
KEYWORDS: tile, poultry, thermal comfort.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Segundo COTTA (2002), a domesticação e a seleção genética causaram modificações fundamentais nos caracteres morfológicos e nos desempenhos reprodutivos das aves. Como consequência, as aves se tornaram aptas a produzir um grande número de ovos. Ademais, o bem-estar aves também tem sido considerado como um dos fatores que auxiliam no aumento da produção animal. Sendo assim, torna-se necessária a avaliação de todo o seu potencial produtivo, analisando suas mudanças de comportamento e suas respostas fisiológicas em diferentes situações.

O Brasil conta com sistemas construtivos frágeis com baixo amortecimento térmico, observados principalmente nos materiais utilizados nas coberturas das instalações, gerando condições de estresse calórico muitas vezes acima do limite admissível ao bem-estar e bom desempenho animal, gerando assim, prejuízos ao produtor (CARVALHO, 2013).

O telhado constitui um dos elementos da construção que mais contribui para as condições do ambiente interno dos abrigos empregados para a criação de animais por receber maior parte da carga térmica de radiação. Ou seja, o telhado influi no ambiente térmico através do material constituinte das telhas, da sua natureza superficial e da existência de isolantes térmicos e forro (Santos et al., 2005).

No Brasil, país de clima tropical com temperaturas elevadas de verão, os tipos de coberturas devem permitir que o ambiente interno das instalações seja menos influenciado pela variação climática. Sendo assim, os estudos com diferentes tipos de materiais de cobertura se tornam importantes para que o ambiente térmico no interior das instalações avícolas se torne mais adequado para criação destes animais e ao mesmo tempo mais rentável para o produtor.

Os índices de conforto térmico são utilizados para quantificar e qualificar o desconforto térmico animal, que por sua vez, podem estar relacionados às respostas fisiológicas e desempenho produtivo das aves, sendo um método de avaliação indireto e relativamente prático.

De acordo com Baêta & Souza (2010), existem vários índices para quantificar e avaliar o ambiente térmico dos animais, porém nas condições ambientais em que os animais são expostos à radiação solar, um dos indicadores mais precisos de estresse é o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), sendo que esse índice, desenvolvido por Buffington et al. (1981), incorpora diretamente em um único valor, os valores de temperatura do ar (T_{bs}), unidade relativa (UR), velocidade do ar (V) e a radiação solar na forma de temperatura de globo negro (T_{gn}, em K), podendo ser calculado de acordo com a equação 1, em que, T_{po} é a temperatura do ponto de orvalho, em K.

$$ITGU = T_{gn} + 0{,}36 \cdot T_{po} - 330{,}08 \quad (1)$$

Segundo Esmay (1974), outro parâmetro importante para a avaliação da condição ambiental é a carga térmica de radiação (CTR), que pode ser determinada pela equação 2, sendo que, σ a constante de Stefan-Boltzmann ($5{,}67\ 10^{-8}$ W m^{-2} K^{-4}),V a velocidade do ar em m s^{-1} e T_{bs} é a temperatura de bulbo seco do ar em K.

$$CTR = \sigma \cdot 100^4 \cdot \left[2{,}51 \cdot \sqrt{V} \cdot \left(T_{gn} - t_{bs} \right) + \left(\frac{T_{gn}}{100} \right)^4 \right] \quad (2)$$

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o índice de conforto térmico de aves em galpões avícolas com diferentes telhas de concreto argamassadas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, localizada no município de Rondonópolis - MT (16º01' S de latitude, 49º48' W de longitude, 722 m de altitude e pressão atmosférica de 929 hPa), entre os dias 17 de junho a 23 de junho de 2014.Foram construídos seis galinheiros de madeira com dimensões de 1,0 m de largura e 2,0 m de comprimento, sendo cinco cobertos por diferentes tipos de telhas de argamassa e um dos galinheiros coberto com telha de cerâmica tipo Plan. Sendo seis tratamentos, todos apresentando o telhado com inclinação de 25°. Conforme apresentado na Tabela 1 onde cada galinheiro acondicionou três galinhas do tipo caipira.

TABELA 1. Tratamentos testados neste estudo.

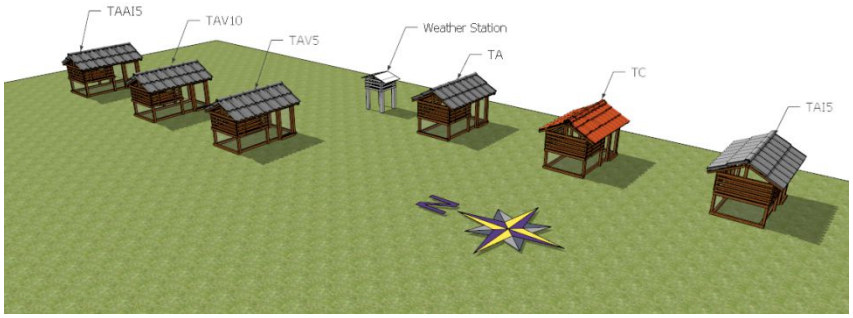
Código	Descrição do tratamento
TA	Cobertura com telha de argamassa.
TAV5	Cobertura com telha de argamassa com 5% de vermiculita.
TAV10	Cobertura com telha de argamassa com 10% vermiculita.
TAI5	Cobertura com telha de argamassa com isopor (5%).
TAAI5	Cobertura com telha de argamassa com aditivo incorporador de ar (5%).
TC	Telha de cerâmica.

Todos os galinheiros tiveram as cumeeiras dos telhados orientados no sentido Leste-Oeste (Figura 1). Os galinheiros para criação das aves caipiras possuíam as dimensões de 1,0 m de largura e 2,0 m de comprimento, sendo que a distância entre pilares era de 1,0 m. As faces leste e laterais dos galinheiros foram fechadas com tela metálica de malha número 2, sendo que a face oeste destinada aos ninhos foi fechada com ripas de madeira com espaçamento de 1,0 cm, a fim de proteger os ninhos do sol forte no período da tarde. A distância entre os galinheiros foi de 3,0 m, para evitar o sombreamento dos outros galinheiros.



(a)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



(b)

Figura 1. Área experimental (a) e (b) esquema ilustrativo da distribuição dos tratamentos em campo.

Para avaliação do ambiente térmico, sensores foram programados para coletar variáveis ambientais, temperatura do bulbo seco do ar (Tbs), umidade relativa (UR) e temperatura de ponto de orvalho (Tpo), durante as horas mais quentes do dia. Colocados de maneira que as aves não poderiam danifica-los nem alterar seus dados. A partir dos dados medidos nos horários predeterminados, foram calculados os valores respectivos de ITGU (equação 1), CTR (equação 2) e H (equação 3).

Utilizou-se do delineamento em blocos casualizados (DBC), no qual os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, com sete repetições (dias de medição), atribuindo às parcelas os galinheiros com diferentes tipos de telhas, e às subparcelas, os horários de medição. As médias de ITGU para os tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Sendo o software Sisvar 4.6 (FERREIRA, 2000), utilizado para tais análises estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No tabela 1, têm-se os valores médios de ITGU no interior dos galpões avícolas e no ambiente externo e, a redução de ITGU proporcionada pelas coberturas dos seis tratamentos testados em relação ao ITGU determinado para o ambiente externo.

Em relação ao ITGU (Tabela 1), verifica-se que as melhores condições térmicas no interior dos modelos em escala reduzida foram observadas nos tratamentos TAAI5 seguido TAV5. Estes resultados confirmam o efeito positivo da adição de material com baixa condutividade térmica.

A atenuação do ITGU pelas coberturas variou de 3,2% a 0,2% para o melhor (TAAI5) e pior (TBN) tratamentos, respectivamente. Santos et al. (2005) avaliando diferentes tipos de telhas em modelos reduzidos observaram valores de redução de ITGU no intervalo de 9,00% e 10,36%. Porém, Gomes et al. (2008), encontrou valores de redução de ITGU ligeiramente menores, variando entre 5,60% e 7,09%.

Tabela 1. Valores médios de ITGU e redução em relação ao ambiente externo, para cada tratamento testado.

Tratamentos	$ITGU_{méd.}$	Desvio padrão	Redução (%)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

TAN	79,66	±	7,73	e	1,5
TBN	80,73	±	8,42	f	0,2
TAV5	78,45	±	8,04	b	3,0
TAV10	79,01	±	8,66	d	2,3
TAI5	78,73	±	8,61	c	2,7
TAAI5	78,36	±	8,53	a	3,2
Ext	80,91	±	9,38	g	

Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Na figura 2 são ilustrados os comportamentos médios internos e externos de ITGU em função do horário do dia, para os tratamenstos testados, e os limites inferior e superior de conforto térmico de ITGU. Os limites inferior e superior de ITGU, para que os frangos de corte não sofram de estresse, assumiram valores de 69,1 e 77,5, respectivamente. Estes valores são médias e foram calculados a partir dos ITGU encontrados na literatura (Medeiros et al., 2005; Teixeira, 1996; Tinôco, 1988 e Teixeira, 1983).

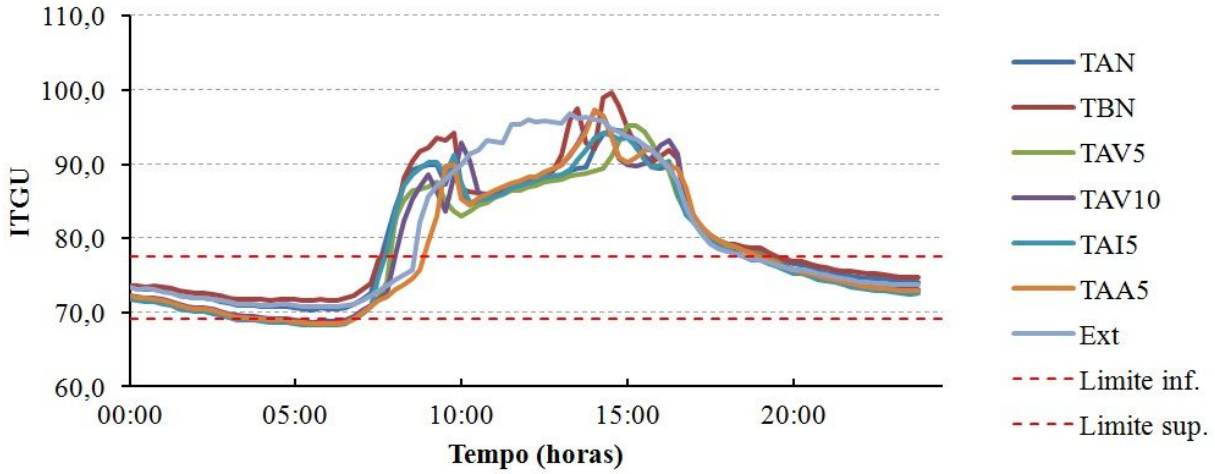


Figura 2. Médias do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) internas e externas aos galpões testados correspondente ao nível das aves.

Na figura 2, pode-se observar, os valores de ITGU estão acima dos limites recomendados, para os tratamentos avaliados, durante as horas mais quente do dia (9:00h as 17:00h). Este fato, provavelmente ocorreu devido aos altos valores de T_{bs} no interior dos galpões, contribuindo desta forma, para que este índice de conforto assumisse tal comportamento.

No caso da CTR (Tabela 2), os valores médios encontrados foram superiores à 445,0 W. m^{-2}, ficando abaixo do encontrado por Rosa (1984), 515,4 W. m^{-2} e Moraes et al. (1999), 487,9 W. m^{-2}, sendo estes valores a média das horas mais quentes do dia, para galpões com telhas de cimento-amianto. A maior redução da CTR foi 7,0% para o tratamento TAAI5. Estes resultados de redução de CTR encontram-se abaixo do intervalo sugerido por diversos autores, que é de 20 a 40% (Santos et al., 1993; Baêta & Souza, 2010). Na figura 3, pode-se observar, os valores de CTR para todos os tratamentos avaliados, durante o período avaliado.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 2. Valores médios de CTR e redução em relação ao ambiente externo, para cada tratamento testado.

Tratamentos	$CTR_{méd.}$		Desvio padrão		Redução (%)
TAN	469,4	±	52,0	e	4,2
TBN	485,1	±	66,7	f	1,0
TAV5	458,1	±	57,9	b	6,5
TAV10	462,1	±	67,0	d	5,7
TAI5	461,0	±	64,0	c	5,9
TAAI5	455,7	±	62,0	a	7,0
Ext	490,0	±	83,6	g	

Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

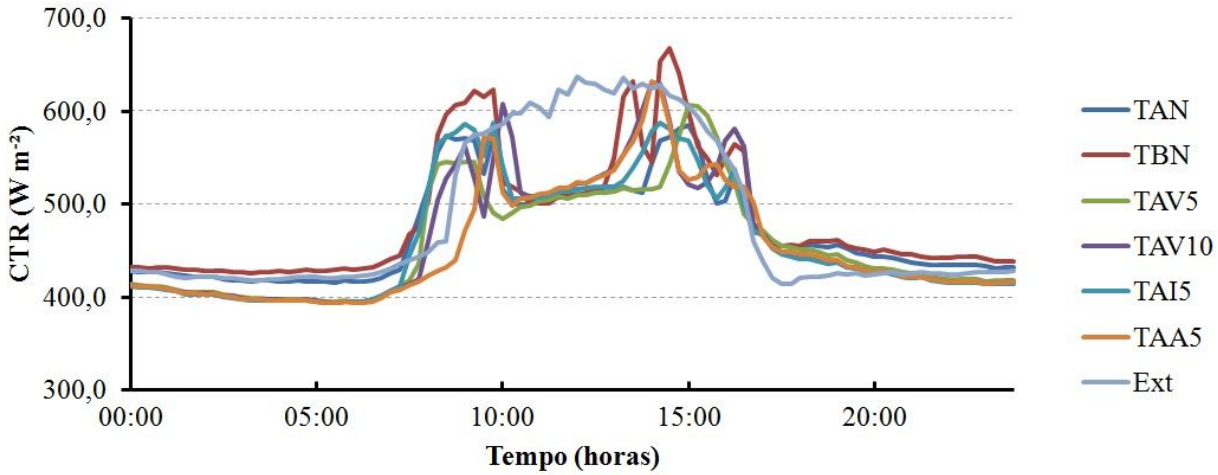


Figura 3. Médias do carga térmica de radiação (CTR) internas e externas aos galpões testados correspondente ao nível das aves.

CONCLUSÕES

Por apresentarem menores valores de ITGU e CTR, além de maiores porcentagens de redução dos mesmos em relação ao telhado construído com telhas de cerâmica, os tratamentos TAAI5 e TAV5 foram, respectivamente, os que proporcionaram melhores resultados. Portanto, o uso de adição de material com baixa condutividade térmica na fabriação das telhas de concreto auxilia no aumento da resistência térmica da cobertura, propiciando melhores condições térmicas no interior de galpões avícolas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG, CAPES e CNPq pelo apoio financeiro à pesquisa.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais: Conforto animal. 2.Ed. Viçosa: EDUFV, 2010, 269p.

BUFFINGTON, D. E. ; COLLIER, R. L.; CANTON, G. H. Shade management system heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 26, n. 6, p. 1798-1802, Nov./Dec. 1981.

BARBOSA FILHO, J. A. D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais utilizando análises de imagens**. 2004. 123 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

CARVALHO, H. G. **Materiais de cobertura e suas associações a forros e materiais isolantes no ambiente térmico de protótipos abertos e fechados com vistas a produção de frangos de corte em clima quente.** 2013. 108 p. Tese (pós graduação em engenharia agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.

COTTA, T. **GALINHA: produção de ovos**. Viçosa: AprendaFácil, 2002.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. 2. ed. West port: AVI, 1974. 325 p.

MORAES, S. R. P.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; CECON, P. R. Conforto térmico em galpões avícolas, sob coberturas de cimento-amianto e suas diferentes associações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n.1, p. 89-92. 1999.

ROSA, Y. B. C. J. **Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico em condições de verão, para Viçosa**. 1984. 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SANTOS, P. A.; YANAGI JR., T.; TEIXEIRA, V. H.; FERREIRA, L.Ambiente térmico no interior de modelos de galpões avícolas em escala reduzida com ventilação natural e artificial dos telhados. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 575-584, set./dez. 2005.

SANTOS, A.C.; BAÊTA, F.C.; CECON, P.R.; CARDOSO, R.M. Análise de diferentes bezerreiros individuais móveis, para região de Viçosa. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.2, n.7, p.1-8, 1993.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DRYWALL, COMPARADO A OUTROS MÉTODOS SEMELHANTES

LEILA MESQUITA NASCIMENTO[1], GUILHERME LUÍS MARTINS DA SILVA[2], ENOQUE PEREIRA DA SILVA[3], ISRAEL IASBIK[4], JOSÉ DAMATO NETO[5]

[1] Graduanda em Eng. de Produção, FUPAC, (32)99496781, leilamesquitanascimento@hotmail.com
[2] Graduado em Engenharia Civil, FUPAC, coordenacaoengenhariacivil@ubafupac.com.br
[3] Doutorando em Engenharia Agrícola, enoquegod@yahoo.com.br
[4] Mestre em Engenharia Civil, Universidade federal de Viçosa, israeliasbikcivil@gmail.com
[5] Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamato@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O crescimento da competitividade na construção civil faz com que as empresas busquem sistemas de construção mais eficientes para aumentar produtividade e diminuir custos. Este trabalho tem como objetivo descrever sobre as principais características do sistema drywall e através de revisões bibliográficas comparar a outros métodos semelhantes, como a alvenaria, em relação à estrutura e fundação, preço global de mão de obra e material. A vedação vertical interna em drywall é muito vantajosa com relação à redução de peso na estrutura, pois é leve com apenas 25 Kg.m^{-2}. É um sistema rápido, econômico, eficiente e limpo. Tem perfeito acabamento das faces, e garantem ganho de área útil, pois as paredes são menos espessas e leves, proporcionando otimização da estrutura e alívio nas fundações, reduzindo indiretamente os custos globais da obra. Tem a possibilidade de aplicar o revestimento logo após a fixação dos painéis. Gera menos resíduos, há mais controle e limpeza, e a flexibilidade atende a diferentes necessidades do usuário. Existe ainda no país, uma carência entre engenheiros que conheçam as vantagens e desvantagens deste sistema e a economia que este tipo de vedação possa trazer para a construção. A sociedade brasileira tem ainda certa barreira cultural quanto à aplicação de sistemas diferentes do tradicional (alvenaria de blocos). Por este motivo, o drywall não é amplamente empregado no Brasil, porém está aos poucos conquistando o mercado.
PALAVRAS–CHAVE: Gesso acartonado, Vedação vertical, Alvenaria.

CHARACTERISTICS OF DRYWALL SYSTEM, COMPARED TO OTHER SIMILAR ONES

ABSTRACT: The growth of competitiveness in construction companies seek more efficient building systems to increase productivity and lower costs. This work has as objective to describe the main features of the drywall and compare with other similar methods, such as masonry, through bibliographical revision, in relation to the structure and Foundation, total weight of the structure, global price of manpower and material. Vertical inner seal in drywall is very advantageous with respect to weight reduction in structure, because it is lightweight with only 25 kg.m^{-2}. Is a fast, economical, efficient and clean. Have perfect finishing of the faces, and ensures useful area gain, because the walls are less thick and light, providing relief

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

and structure optimization in the foundations, reducing indirectly the overall costs of the work. You have the possibility to apply the finish shortly after the establishment of the panels. Generates less waste, more control and cleaning, and the flexibility meets the different needs of the user. Still exists in the country, a need among engineers who know the advantages and disadvantages of this system and the economy that this kind of fence can bring to the construction. Brazilian society has certain cultural barrier as to the application of different systems of traditional (masonry of blocks). For this reason, the drywall is not widely employed in Brazil, but is slowly conquering the market.
KEYWORDS: Gypsum plasterboard, Vertical Sealing, Masonry**.**

INTRODUÇÃO

A construção civil, assim como outras áreas, vem apresentando um acelerado processo de renovação tecnológica de seus componentes, materiais, técnicas e métodos. Atualmente, diversas empresas construtoras buscam nas inovações a melhoria qualitativa e também produtiva (PESSANHA et al., 2002). A competitividade estabelecida por uma economia globalizada, certamente, tem sido o impulso para que as empresas do setor de construção civil revejam as mais atuais formas de produção, a fim de alcançarem um patamar mais elevado de qualidade de seus produtos e do processo produtivo.

Hoje em dia, as empresas construtoras estão em busca do aperfeiçoamento de suas culturas e cada vez mais utilizam sistemas construtivos industrializados em suas obras. Deste modo, estas empresas "garantem produção em larga escala controlada desde a fabricação até a montagem do produto com mão de obra reduzida e qualificada, além de considerável redução na geração de resíduos" (FERREIRA et al., 2011).

A inovação gera crescimento econômico, aumento da produtividade e também, pode ser associada ao crescimento de participação no mercado, conforme a empresa passa a fornecer produtos e serviços novos ou melhores e a reduzir o custo de produção. Segundo Slaughter (1998), as principais vantagens da tecnologia é a mecanização de atividades de construção, a qual reduz o custo da construção pela diminuição das horas de trabalho requeridas. Outra vantagem proporcionada é a melhora na competitividade da empresa, a conquista de novos contratos e uma melhoria de sua reputação.

Conforto termoacústico, agilidade e economia são parâmetros para inovações no sistema de vedações. Dentre as inovações presentes no mercado, Lordsleem Junior e Neves (2012) cita a vedação vertical com blocos de gesso acartonado (Drywall), que é destinado à construção de paredes divisórias e forros, painéis pré-fabricados para fachadas, sistema de fachadas modulares (composto por painéis de alumínio e vidro laminado), divisórias e fechamentos com placas cimentícias e fachadas ventiladas.

As chapas de gesso acartonado foram inventadas por Augustine Sackett em 1898, nos Estados Unidos, mas só foram utilizadas como divisórias internas na construção civil de forma intensiva a partir de 1940. A produção destas chapas, no Brasil, iniciou-se em 1972, em Petrolina (PE), pela Lafarge Gypsum do Nordeste, empresa esta que passou a disponibilizar no mercado de métodos construtivos que as empregassem. As divisórias de gesso acartonado apresentam características próprias que as diferenciam em muito das tradicionais vedações em alvenaria utilizadas com a mesma finalidade e para as quais elas são apresentadas como substitutas.

A palavra drywall significa “parede seca”, dispensa os métodos convencionais como a

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

alvenaria e diminui o tempo de execução de uma obra. Têm-se vários tipos de placas de gesso acartonado que podem ser utilizadas: Standart (ambientes secos), Resistente à umidade (paredes úmidas) e Resistente ao fogo (atende a normas especificas de resistência ao fogo).

Diante do exposto o objetivo do trabalho é descrever sobre as principais características do sistema drywall e analisar comparativamente com outros métodos semelhantes.

REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil, a vedação vertical interna em chapas de gesso acartonado pode ser entendida como um tipo de vedação vertical, utilizada na compartimentação e separação de espaços internos em edificações, leve, estruturada, geralmente fixa e monolítica, de montagem por acoplamento mecânico e constituída por estrutura de perfis metálicos e fechamento de chapas de gesso acartonado (SABBATINI, 1998).

Lima (2012), afirma que as vedações verticais são muito importantes ao longo da construção, pois este componente está no caminho crítico da construção, determinando assim, as diretrizes para o planejamento. E além de influenciar no planejamento da edificação também influencia no grau de racionalização da obra, pois interferem nas instalações elétricas e hidrossanitárias, esquadrias e revestimentos. Ainda conforme o mesmo autor, a vedação vertical é um componente muito importante no conjunto edifício, pois determina grande parte do desempenho do edifício sendo responsável pelos aspectos relativos à habitabilidade tais como: conforto, higiene, saúde e segurança de utilização. E, além disso, têm uma grande relação com a ocorrência de problemas patológicos como a fissura.

De acordo com Sabbatini (2003), a vedação vertical concentra o maior desperdício de materiais e mão de obra, tendo de 10 % a 40 % do custo total do edifício. Divide-se em vedação vertical externa e vedação vertical interna. A primeira é a vedação que envolve o edifício sendo que, pelo menos, uma de suas faces esteja em contato com o meio ambiente externo do edifício. A vedação vertical interna divide as unidades internas do edifício separando os ambientes internos e também as funções de auxiliar no conforto térmico e acústico, servir de suporte e proteção às instalações do edifício, servir de proteção de equipamentos de utilização do edifício e em alguns casos, suprir a função estrutural do edifício.

O sistema flexível possibilita a redução do número de conexões, como joelhos e cotovelos, evitando o risco de vazamentos e reduzindo o tempo de execução.

Segundo Téchne (2000) o modo de isolamento acústico das paredes convencionais de alvenaria é diferente das paredes de gesso acartonado, pois a última possui um vazio entre as duas faces da parede, formando um sistema massa-mola-massa em que as frequências de transmissão são diminuídas pela reflexão das ondas no interior das paredes. A utilização de preenchimentos, como lã de rocha ou lã de vidro, contribui para melhorar a absorção e, portanto, a redução da transmissão sonora.

Segundo Câmara (2010), as vantagens da utilização da vedação interna em gesso acartonado em relação às vedações com blocos cerâmicos são:

- Redução do volume de material transportado;
- Facilidade na execução das instalações evitando-se quebras na parede e com isso diminuindo a geração de resíduos e retrabalho;
- Redução da mão de obra para a execução;

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

- Alta produtividade;
- Redução do peso sobre a estrutura já que o *drywall* possui densidade menor que uma parede com alvenaria convencional;
- Diminuição com custos de estrutura e fundação já que o peso próprio sobre a estrutura é menor;
- Flexibilidade de *layout* e ganho de espaço já que o *drywall* possui espessura menor que a parede de bloco cerâmico;
- Facilidade de execução em eventuais manutenções;
- Melhor desempenho acústico com uma parede tendo menor espessura que a de bloco cerâmico.
- As desvantagens na utilização do *drywall* ao invés de paredes com blocos cerâmicos são:
- Baixa resistência à umidade da chapa tradicional;
- Exige planejamento para a fixação de objetos na parede;
- Enfrenta barreiras culturais e falta de conhecimento técnico;
- Cargas superiores a 35 Kg devem ser previstas com antecedência para serem instalados reforços no momento da execução;
- Pouca disponibilidade de obra apta ao serviço;
- Pouco poder de barganha em relação à compra de materiais, já que têm poucos fornecedores no Brasil.

De acordo com Lima (2012), há uma grande disponibilidade de mão de obra para a execução de paredes com blocos, já que se tem uma cultura de que o bloco representa resistência e segurança e, além disso, possui o custo do material competitivo.

Lima (2012) fez um estudo em um Edifício comercial e residencial na cidade de Feira de Santana, Bahia, comparando a vedação vertical alvenaria e a chapa de gesso acartonado. Comparou-se tendo em vista o peso total da estrutura, preço global da mão de obra e preço global do material, conforme TAB. 1. A construção tem 5.686,37 m² de divisórias internas.

Tabela 1. Planilha orçamentária.

Tipo	Peso total estrutura (t)	Preço global da mão de obra (R$)	Preço global do material (R$)	Custo Total (R$)
Drywall	170,50	76.197,36	194.928,76	271.126,12
Alvenaria	1.023,55	160.810,54	133.629,70	294.440,24

Fonte: ADAPTADO DE LIMA (2012)

Como demonstrado na TAB. 1 tem-se uma diferença de carga na estrutura que favorece o *drywall* em 852,96 toneladas o que equivale a uma redução de 83,33 % de peso de parede sobre a estrutura do edifício. A diferença entre o preço global da mão de obra é de R$ 84.613,18, o que equivale a uma redução de 52,62 % do valor pago para executar o mesmo serviço com paredes de alvenaria de blocos. Constatou-se que para executar a parede de *drywall* é necessário R$ 61.299,06 a mais do que a parede de alvenaria. O custo total favorece o sistema de *drywall* em R$ 23.314,12 o que equivale a uma redução de 7,92% no custo das paredes internas do edifício. O preço do material de drywall ainda é muito elevado devido a

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

poucas fabricas que produzem esse material, perdendo o poder de barganha em relação à compra, lembrando também que o consumo desse material ainda é muito baixo em relação a outros países, fazendo com que o preço aumente.

Silva (2007) fez um estudo em um condomínio residencial Reserva Granja Julieta situada na Rua Verbo Divino, 1061, na cidade de São Paulo (SP) visando apenas à estrutura e fundação, considerando a diferença de carga entre os métodos de vedação vertical: alvenaria de blocos cerâmicos e chapas de gesso acartonado. Foi adaptado do estudo do engenheiro Aníbal Knijnik, especialista em projeto estrutural, Professor Adjunto da Escola de Engenharia da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Ele considerou o prédio de oito pavimentos tipo utilizando o seguinte critério:

- Tipo 8 – alvenaria de blocos cerâmicos nas paredes internas;
- Tipo 8D – paredes internas de chapa de gesso acartonado;
- Tipo 8A – alvenaria de blocos cerâmicos nas paredes internas, com reduções de carga acidental permitidas pela NBR – 6120;
- Tipo 8AD – paredes internas de chapa de gesso acartonado, com reduções de carga acidental permitidas pela NBR – 6120.

Veja os resultados da pesquisa na TAB. 2.

Tabela 2. Quantidade total da armadura Quantidade total de armadura na estrutura de concreto armado e cargas verticais atuantes nas fundações.

	Quantidade total da armadura	Diferença (%)	Cargas nas fundações	Diferença (%)
Tipo 8	318,42 t	14,5	28,19 t	16,7
Tipo 8D	272,88 t		23,48 t	
Tipo 8A	312,66 t	14,6	26,47 t	17,3
Tipo AD	266,82 t		21,9 t	

Fonte: SILVA (2007).

Analisando a TAB. 2 nota-se uma diferença a favor do sistema *drywall*, tendo uma redução mínima de 14,5 % da quantidade total da armadura e uma diferença de 16,7 % referente às cargas nas fundações. Com a redução na quantidade das cargas nas fundações, vai impactar no dimensionamento das peças de concreto armado, tornando possível o dimensionamento para suportar menos cargas, gerando assim, uma estrutura mais esbelta e com menor custo, conforme TAB. 3.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 3. Economia real no custo do empreendimento.

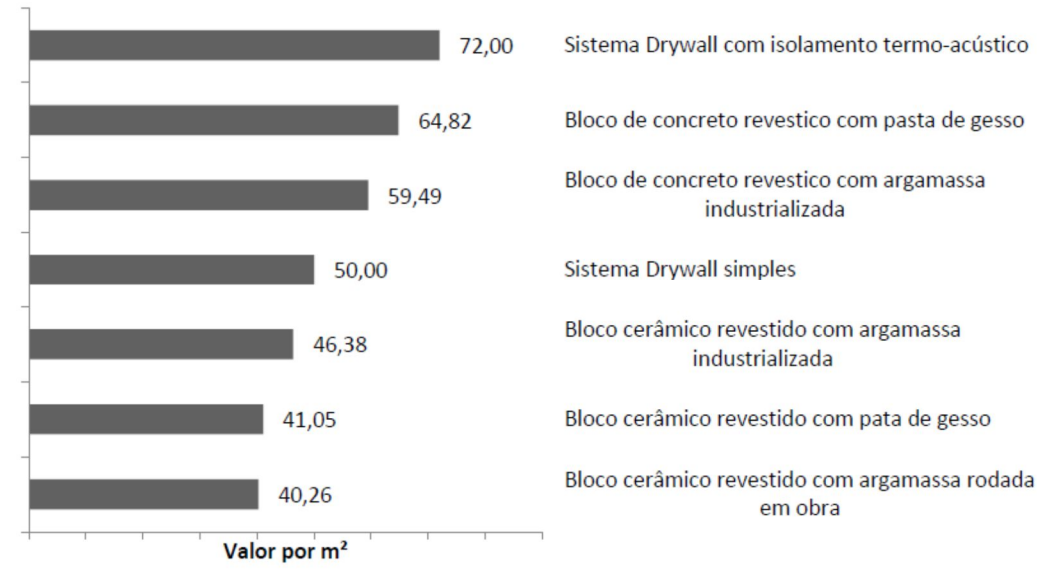
	Preço unit (R$)	Custo inicial (R$)	Custo final (R$)	Redução (R$)	Redução (%)
Estrutura (aço)	6.971.581	6.971.581	6.252.539	719.042	11,50
Fundação	508.500	508.500	450.000	58.500	13,00
			Total =	R$ 777.542	

Fonte: ADAPTADO DE SILVA (2007).

Ao final da obra, a economia real do empreendimento é de R$ 777.542, sendo esse valor o somatório da redução da estrutura 11,5% e fundação 13%.

Oliveira (2013) levantou o custo total dos sistemas de vedação vertical interna com revestimentos (FIG. 16).

FIGURA 16. Custo dos sistemas.



Fonte: ADAPTADO DE OLIVEIRA (2013).

Analisando a FIG.16 em relação a custos, as chapas de gesso acartonado simples, estão próximo aos sistemas tradicionais. Estas são úteis na aplicação em ambientes onde o objetivo não seja isolamento termo-acústico. Porém quando se quer uma parede com boas características termo-acústicas é necessário a utilização de lã mineral, o que torna o sistema o mais caro de todos entre os que foram comparados. Em relação ao cronograma e velocidade de execução, o sistema drywall é o que mais difere dos demais, pois é um sistema rápido. E quando é utilizado de maneira correta e racional, traz benefícios significativos que viabilizam sua aplicação. Para canteiros de obras onde há pouco espaço para armazenagem de materiais é

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

interessante utilizar drywall, já que são placas que pode ser armazenadas sobrepostas, não precisam de grande área para estoque.

O sistema de drywall também pode ser utilizado de outras formas como forro.

CONCLUSÕES

Com o crescimento da concorrência na construção civil e a grande demanda no setor, as empresas estão buscando inovações no sistema de construção com o objetivo de aumentar produtividade, melhorar a qualidade e diminuir os custos. Há exigência de sistemas que atendam às necessidades do mercado atual em relação a novas tecnologias, mão de obra qualificada e materiais de qualidade, relacionando-os diretamente aos custos. Com isso o drywall vem ganhando o mercado no Brasil.

Comparado com a alvenaria é um método que gera menos entulhos e tem alta produtividade, o drywall é o mais viável pela agilidade da montagem e tempo para aplicação do revestimento, menor peso e facilidade de movimentação. Com o menor peso na estrutura podendo dimensionar as lajes, vigas, pilares, e sapatas de uma forma mais esbelta, gerando economia.

Apesar das divisórias serem de fácil execução existe na obra grande dificuldade devido à falta de conhecimento do método, podendo surgir problemas futuros e comprometendo a imagem da chapa de gesso acartonado. A sociedade brasileira tem ainda certa barreira cultural quanto à aplicação de sistemas diferentes do tradicional (alvenaria de blocos). Contudo existe ainda no país, uma carência entre engenheiros em relação às vantagens e desvantagens sobre a tecnologia construtiva das chapas de gesso acartonado e ainda a economia que este tipo de vedação possa trazer para a construção.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11685**. Divisórias leves internas moduladas. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL - Disponível em: <http://www.*drywall*.org.br>. Acesso em: 10 de set. 2014.

BARROS, M.M.S.B.; TANIGUTI, E. K. **Vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado:** método construtivo. São Paulo: EPUSP, 2000. p. 29. Boletim Técnico PCC n.248.

CÂMARA, D. N. **Análise de isolamento acústico utilizando *drywall:*** estudo de caso em dois ambientes de um hospital público da cidade de Feira de Santana. 2010.122 f. Monografia – Departamento de Tecnologia Colegiado de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.

CASA ABRIL - Disponível em: <http://casa.abril.com.br>. Acesso em: 01 de out. 2014.

CÉSAR, S. F. **Chapas de madeira para vedação vertical de edificações produzidas industrialmente**. 2002. 302 p. Tese (Doutor em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

FERREIRA. F.A. *et al*. **Sistema construtivo de painéis pré-moldados**. 2011. 90 f. Trabalho de conclusão de curso – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Ahembi Morumbi, São Paulo, 2011.

GESSO CAMARGO – Disponível em: < http://gessocamargo.in/pr/placas/>. Acesso em: 28 de nov. 2014.

LIMA, V. C. **Análise Comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico e painéis em gesso acartonado para o uso como vedação em edifícios:** estudo de caso em edifício de multipavimentos na cidade de Feira de Santana. 2012. 66 f. Trabalho de conclusão de curso – Departamento de Tecnologia Colegiado de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2012.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C.; NEVES, M. L. R. Vedação vertical interna de edifícios com blocos de gesso. **Revista Téchne**, São Paulo, n. 181, p. 60-63, abril 2012.

METÁLICA – Disponível em: http://www.metalica.com.br/artigos-tecnicos/manual-fixac-o-manutenc-o-e-acabamento-de-drywall. Acesso em: 28 de nov. 2014.

METIDIÉRI FILHO, C. V. Patologia de parede *drywall*: formas de prevenção. In: PATOLOGIA PRECOCE DE OBRA: O RISCO DO PASSIVO TÉCNICO E AS AÇÕES PARA EVITAR OS DEFEITOS DE CONSTRUÇÃO, 2012, São Paulo. **Seminário...** São Paulo: PINI, 2012.

OLIVEIRA, D.R.B. **Estudo comparativo de alternativas para vedações internas de edificações**. 2013. 91 f. Trabalho de conclusão de curso – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

PESSANHA, C. *et al*. Inovações e o Desenvolvimento Tecnológico: Um Estudo em Pequenas e Médias Empresas Construtoras de Edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. n. 9, 2002. Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: PINI, 2002. p.1567- 1574. 2002.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos:** formulação e aplicação de uma metodologia. 1989. 336 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

_____. **O processo de produção das vedações leves de gesso acartonado**. In: TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: Seminário vedações verticais. São Paulo: EPUSP, 1998.

_____. **Notas de aula da disciplina de Tecnologia da Construção de Edifícios.** São Paulo: EPUSP-PCC, 2003.

SILVA, F.R. **Alternativa tecnológica na construção civil – o uso de drywall como**

dispositivo de vedação. 2007. 35 f. Trabalho de conclusão de curso – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Ahembi Morumbi, São Paulo, 2007.

SLAUGHTER, E S. Builders as sources of construction innovation. **Journal of Construction Engineering and Management**.v.124, n. 3, p.226-231, 1998.

TANIGUTI, E. K. **Método construtivo de vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado.** 1999. 316 f. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

TÉCHNE. Como evitar? São Paulo: Pini, n.98, maio. 2005.

TÉCHNE. Presente e futuro. São Paulo: Pini, n.44, jan. 2000.

THEMUDO LESSA, G.A.D. **Drywall em edificações residenciais**. 2005. 64f. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2005.

VASCONCELOS, G.T.S. **Avaliação pós-ocupação pelo usuário direto final de unidades comerciais e institucionais que utilizam sistema de vedação vertical interna em chapas de gesso acartonado na cidade de Passo Fundo/RS.** 2005. 112 f. Mestrado – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE AMOSTRAS DE LEITE IN NATURA COMERCIALIZADOS NO MUNICÍPIO DE SALGUEIRO-PE

MARIA ANDRÉA FELIZARDO DOS SANTOS SILVA[1], DAMIANA CICERA BEZERRA DE OLIVEIRA[1], MARIA INÁCIO DA SILVA[1], JÂNIO EDUARDO DE ARAÚJO ALVES[2], CRISTIANE AYALA DE OLIVEIRA[3]

[1] Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano Câmpus Salgueiro. Fone: (88) 99645-8392, email: andr_astar@hotmail.com; [2] Técnico em Agroindústria -UFRN, Fone: (87) 91048514 e-mail: janioedu87@gmail.com [3]Orientadora do trabalho, Docente do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano Câmpus Salgueiro. Fone: (87) 981499279, e-mail:crisaylatecnologa@gmail.com.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do leite cru comercializado informalmente nos estabelecimentos comerciais no município de Salgueiro, PE. Amostras de leite cru foram adquiridas diretamente nos três principais pontos de comercialização do município, foram coletadas no total nove amostras. As análises foram realizadas no laboratório de laticínios da Unidade de Tecnologia em Alimentos (UTA), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano Campus Salgueiro. As amostras foram avaliadas em relação à acidez titulável (g ácido láctico/100 mL), índice crioscópico (°H), densidade relativa (g/mL), matéria gorda (g/100 g), extrato seco total (EST) (g/100 g), extrato seco desengordurado (ESD) (g/100 g), lactose (g/100 g) e proteína (g/100 g). O tratamento estatístico dos dados foi efetuado utilizando-se o Software Assistat, versão 7.7 beta, e o teste de Tukey foi usado para as comparações de médias, a 5% de probabilidade. Das nove amostras de leite cru informal foram analisadas, cinco não apresentaram alterações em relação à acidez titulável. Dessas cinco amostras, os parâmetros de densidade e gordura apresentaram resultado satisfatório, ao contrário do índice crioscópico, teor de proteína e extrato seco desengordurado, que apresentaram valores em desacordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente. A comercialização informal de leite cru no município evidencia a dificuldade que os órgãos oficiais de inspeção têm para fiscalizar a venda deste produto.
PALAVRAS–CHAVE: Leite cru, comércio informal, qualidade.

CHARACTERIZATION PHYSICOCHEMICAL MILK IN NATURA SAMPLES SOLD IN THE MUNICIPALITY OF SALGUEIRO-PE

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the quality of raw milk marketed informally in commercial establishments in the city of Salgueiro-PE. Raw milk samples were acquired directly on three main points of commercialization the municipality, They were collected a total of nine samples. Analyses were performed in the dairy laborator Unity Technology in Food (AWU), the institute Federal Education , Science and Technology of Sertão Pernambucano Campus Salgueiro. The samples were evaluated for titratable acidity (g lactic acid/100 mL), cryoscopic índex (°H), relative density (g/mL), fat (g/100 g), extract total

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

dry (ETD) (g/100 g), dry extract defatted (DED) (g/100 g), lactose (g/100) and protein (g/100 g). Statistical analysis of the data was performed using it Software Assistat, version 7.7 beta, and the Tukey test was used for comparisons of means, the 5% in probability. Nine samples were analyzed informal raw milk, five showed no change in relation to titratable acidity. Of these five samples, the density and fat parameters showed satisfactory results, unlike cryoscopic índex, protein content and dry extract defatted, with values at odds with the standards established by current legislation. The informal marketing of raw milk in the municipality highlights the difficulty that official inspection bodies have to oversee the sale of this product.
KEYWORDS: Raw milk, informal trade, quality.

INTRODUÇÃO

O leite é um alimento de grande valor nutritivo, excelente para o consumo humano e ótimo para a proliferação microbiana, devido a isso, são necessárias boas condições de higiene, tratamento térmico e armazenamento adequado. O leite cru vendido de forma ilegal, pode não vir a obedecer nem um quesito de controle de qualidade, deixando de preservar as suas características físico-químicas, podendo vir a ocorrer adulteração ao produto, como por exemplo, a adição de água, neutralizante, entre outros, com a finalidade de aumentar o seu rendimento ou mascarar defeitos.

Defini-se então por leite um produto natural obtido através da ordenha completa e ininterrupta, através de vacas sãs, bem nutridas e descansadas, com boas condições de higienização (BRASIL, 2002).

O leite informal é o produto comercializado especificamente do produtor para o consumidor, sem garantia alguma de condições higiênicas para a venda deste tipo de alimento (BELOTI, 2002). O leite para consumo humano deve ser isento de qualquer elemento capaz de oferecer riscos a saúde, não deve sofrer ser deturpado, levando o consumidor ao engano, e sempre vir a manipulá-lo com boas condições de higiene.

A comercialização de leite informal se tornou algo corriqueiro para fornecedores de pequenos laticínios, mesmo sem passar por um simples tratamento, o leite cru é bastante aceito no mercado. Apesar desse tipo de venda ser proibida por lei (BRASIL, 1952) o seu consumo é culminante, mesmo que o comprador tenha conhecimento de que possa vir a acarretar algum risco de saúde, não será suficiente para mudá-lo de opinião.

A propagação no leite pode se iniciar no momento da ordenha, através da má higienização nos aparelhos ou utensílios, na falta de higiene pessoal por parte do ordenhador, durante o transporte, armazenamento ou distribuição.

No Brasil, principalmente em cidades pequenas, o leite é adquirido com qualidade de higiene escassa. De acordo com Schuster et al. (2006) uma das maiores dificuldades enfrentadas é a venda do leite, sem a inspeção sanitária. Embora nesses municípios existam um Serviço de Inspeção Municipal implantado, a distribuição para esse comércio ainda acontece por causa de alguns fatores. Segundo Bersot (2010) dar-se devido à facilidade de acesso ao produto, baixo custo, além da convicção de que o produto vindo diretamente do fabricante é mais sadio.

Outra situação abordada para a ocorrência do comércio ilegal de leite cru alega-se devido à grande parte dos pequenos produtores, não terem meios financeiros para atender a

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

esse padrão estabelecido por lei. Também é importante ressaltar que já ocorreram mudanças significativas nesses últimos anos, através de vários aspectos positivos na fabricação do leite.

Contra a proibição legal imposta à comercialização do leite cru no Brasil, (Instrução Normativa n° 51, de 18 de Setembro de 2002, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento), todo o leite fabricado para venda deve ser pasteurizado, é de suma importância verificar um alimento extremamente perecível, vendido fora dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

Em Salgueiro-PE, a comercialização de leite cru no município é bastante comum, mesmo com órgãos oficiais de inspeção, existem dificuldades para fiscalizar a venda deste produto.

Diante destas circunstâncias este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade do leite cru, comercializado informalmente nos estabelecimentos comercias no município de Salgueiro-PE.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo foram escolhidos três principais pontos de comercialização no município de Salgueiro-PE. Foram coletadas pela manhã, em diferentes dias da semana, 9 amostras de leite cru informal adquiridas diretamente em todos os estabelecimentos. Nesses estabelecimentos, o leite cru é fornecido normalmente por produtores diferentes, sendo conduzido da propriedade rural até a cidade em latões, à temperatura ambiente.

As amostras identificadas com as letras A, B, C, D, E, F, G, H e I foram coletadas durante o mês de junho durante três semanas, de acordo com a disponibilidade do produto nos estabelecimentos. Durante a obtenção das amostras foram observadas as condições de transporte, armazenamento e comercialização (embalagens) do produto, bem como, a temperatura de cada amostra que foi aferida com um termômetro digital. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas a um recipiente isotérmico e encaminhadas para a realização das análises físico-químicas no Laboratório de Produtos de Origem Animal da Unidade de Tecnologia em Alimentos (UTA), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano Campus Salgueiro.

As amostras foram avaliadas em relação à acidez titulável (g ácido láctico/100 mL), índice crioscópico (°H), densidade relativa (g/mL), matéria gorda (g/100 g), extrato seco total (EST) (g/100 g), extrato seco desengordurado (ESD) (g/100 g), lactose (g/100 g), proteína (g/100 g) e Lactose. Para a realização das análises utilizou-se o equipamento EkoMilk, EON Trading & Bulteh 2000, Stara Zagora, Bulgária pelo método de análise por ultra-som calibrado em dois perfis diferentes (Perfil 1 e Perfil 2, equivalentes a leite pasteurizado e cru, respectivamente), exceto para a determinação de acidez no leite que realizou-se por meio do acidímetro Dornic e determinação do pH por meio de um pHmetro Digital de Bancada.

Os resultados foram comparados aos valores limites estabelecidos pela Instrução Normativa nº 62 (BRASIL, 2011). Para a realização dos testes de média, utilizou-se a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey, considerando 5% de significância utilizando o pacote estatístico ASSISTAT (Santos, 2014).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas estão dispostos na Tabela 1, e são apresentados em valores médios obtidos nas três coletas realizadas. Constatou-se que a temperatura em que os produtos chegam ao estabelecimento não está de acordo com o preconizado pela Instrução Normativa nº62 (BRASIL, 2011) que estabelece que o leite ao ser transportado para o ponto de venda deve estar acondicionado em transporte adequado, dotados de unidade frigorífica e apresentando temperatura não superior a 7°C (sete graus Celsius). Todas as amostras apresentaram temperaturas superiores a 7ºC no momento da entrega no estabelecimento comercial, bem como observou-se que o transporte em todos os casos não era dotado de unidade frigorífica, estando o leite acondicionado em latões (aço ou plástico) em temperatura ambiente, o que pode comprometer a qualidade do leite. Segundo Lorenzeti (2006) a qualidade do leite cru está intimamente relacionada com o grau de contaminação inicial que ocorre logo após a ordenha e com o binômio tempo/temperatura em que o mesmo permanece desde a ordenha até o seu processamento na indústria. No momento do recebimento nos laticínios, mesmo em temperaturas de 7ºC ou inferior, os microrganismos psicrotróficos encontram condições favoráveis para o seu desenvolvimento e podem tornar-se dominantes na microbiota do leite.

Tabela 1. Resultado das análises físico-químicas realizadas nas amostras de leite cru informal, comercializadas nos estabelecimentos comerciais de Salgueiro-PE.

Local	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Temperatura (ºC)	13,03 ± 1,93^{b}	9,1 ± 0,43^{c}	9,23 ± 0,81^{c}	24,26 ± 1,32^{a}	10,86 ± 0,93^{bc}	10,66 ± 0,66^{bc}	9,26 ± 0,32^{c}	12,11 ± 1,72^{b}	11,39 ± 0,84^{bc}
Gordura (%)	3,39 ± 0,01^{bc}	3,04 ± 0,07^{c}	4,87 ± 0,54^{a}	3,32 ± 0,06^{bc}	3,74 ± 0,00^{b}	3,4 ± 0,30^{bc}	3,8 ± 0,01^{b}	3,72 ± 0,71^{bc}	3,33 ± 0,98^{b}
Densidade (g/L)	1,033 ± 5,20	1,032 ± 0,06	1,03 ± 0,45	1,03 ± 0,55	1,031 ± 0,01	1,031 ± 0,14	1,031 ± 0,99	1,033 ± 4,22	1,032 ± 0,41
Lactose (%)	4,73 ± 0,01^{bc}	4,84 ± 0,00^{ab}	4,88 ± 0,01^{ab}	4,67 ± 0,08^{c}	4,9 ± 0,01^{a}	4,84 ± 0,01^{ab}	4,89 ± 0,13^{a}	4,31 ± 1,02^{bc}	4,35 ± 0,22^{a}
ESD (%)	6,61 ± 0,01^{bc}	7,81 ± 0,03^{abc}	8,87 ± 0,01^{ab}	8,51 ± 0,06^{c}	6,92 ± 0,01^{ab}	8,81 ± 0,01^{abc}	8,96 ± 0,09^{a}	6,32 ± 1,21^{bc}	7,23 ± 2,41^{ab}
Proteínas(%)	2,15 ± 0,02^{bc}	2,23 ± 0,00^{abc}	3,24 ± 0,01^{ab}	3,11 ± 0,02^{c}	2,27 ± 0,00^{a}	3,22 ± 0,02^{abc}	3,28 ± 0,24^{a}	2,22 ± 0,45^{bc}	2,27 ± 0,05^{a}
Crioscopia (ºH) **	-0,578 ± 0,00^{c}	-0,562 ± 0,01^{bc}	-0,546 ± 0,02^{a}	-0,549 ± 0,01^{a}	-0,572 ± 0,00^{b}	-0,538 ± 0,00^{a}	-0,546 ± 0,01^{a}	-0,571 ± 0,04^{c}	-0,562 ± 0,21^{b}
Sais (%)	0,706 ± 0,01^{b}	0,723 ± 0,00^{ab}	0,723 ± 0,01^{ab}	0,71 ± 0,05^{ab}	0,73 ± 0,03^{ab}	0,72 ± 0,01^{ab}	0,73 ± 0,02^{a}	0,606 ± 0,26^{b}	0,68 ± 0,56^{ab}

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Acidez (ºD)	16,66 ± 0,01 [a]	16 ± 0,00 [a]	22,33 ± 0,02	21,33 ± 0,01	16,66 ± 0,03 [a]	19 ± 0,04	19,33 ± 0,02	16,66 ± 1,41 [a]	17,85 ± 1,33 [a]
pH	6,61 ± 0,01[ab]	6,06 ± 0,03[ab]	6,44 ± 0,03[c]	6,45 ± 0,04[c]	6,65 ± 0,03[a]	6,44 ± 0,06[c]	6,52 ± 0,04[bc]	6,71 ± 1,71[ab]	6,62 ± 0,73[a]

Média e ± desvio padrão.
a-c – Letras diferentes na mesma linha = diferenças significativas 5% pelo teste de Tukey ($p<0,05$)

De acordo com Tronco (2003), o leite possui em média um percentual de gordura de 3,6% e essas variações se devem a alguns fatores como manipulação, saúde, passadio, raça e a fatores ambientais como mudanças climáticas. Segundo Stergiadis et al. (2014), os teores de gordura geralmente são baixos quando as vacas não têm acesso à pastagem e aumentam quando os animais são bem nutridos, provocando dessa forma variações na composição do leite.

Através dos dados obtidos na Tabela 1 em relação a gordura, todas as amostras apresentaram valores dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira, que prevê um índice de no mínimo 3% (BRASIL, 2011).

A densidade do leite varia em média entre 1,028 a 1,034, de acordo com a Instrução Normativa nº 62 para leite cru (BRASIL, 2011), servindo para identificar adulteração no leite (adição de água), problemas nutricionais e doenças relacionadas ao animal. De acordo com a densidade das amostras de leite analisadas, todas as amostras dos estabelecimentos estavam dentro do padrão exigido por lei.

Neste trabalho todas as amostras avaliadas apresentaram valores dentro do esperado com relação a lactose. Tronco (2008) afirma que a lactose é encontrada totalmente em solução aquosa do leite, numa proporção aproximadamente 4,8 g/100 mL.

Segundo a IN 62/2011 (BRASIL, 2011), o valor mínimo para o extrato seco desengordurado é de 8,4%, deste modo as amostras apresentaram valores em desacordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente. Os locais comerciais A, B, E, H e I, apresentaram valores muito abaixo dos valores pedidos pela legislação, enquanto as outras apresentaram valores elevados, apenas a amostra D obteve um valor, mas próximo permitido pela lei.

Com relação às proteínas o valor mínimo permitido é de 2,9% (BRASIL, 2011), os pontos comerciais A, B, E, H e I apresentaram valores abaixo do estabelecido, as demais obtiveram valores muito elevados como consta na Tabela 1. Uma alimentação precária e não balanceada pode ocasionar alterações na composição do leite, afetando diretamente a produção e derivados ocasionando o baixo rendimento na fabricação de queijos e diminuição da estabilidade térmica do leite (SILVA et al., 1999).

O índice crioscópico, é uma propriedade físico-química que interpreta a temperatura de congelamento das substâncias. No caso do leite, esta propriedade é usada para verificar fraude através da incorporação de água. A temperatura de congelamento do leite (índice crioscópico) é equivalente à concentração dos constituintes que formam o extrato seco. Devido a esse motivo, o índice crioscópico do leite é ínferior ao da água pura, que é de 0°C. O leite é de constituição normal, não adulterado, possui índice crioscópico entre -0,512 e -0,531 ºC, então com a adição de água, o índice crioscópico se aproxima da temperatura de congelamento da água pura (ZENEBON et al., 2008; BRASIL. 2006).

Todas as amostras de leite apresentaram valores baixos de crioscopia, fatores como raça, período do dia em que foi realizada a ordenha, leite de diferentes quartos mamários,

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

mastite e acidez podem afetar nos resultados crioscópicos. A quantidade de sais exigidos pela legislação vigente, o leite deve conter até 0,8 % de sais. De acordo com a Tabela 1, as amostras apresentaram valores dentro do limite estabelecido. As amostras A, B, E, H e I como mostra na Tabela 1, encontram-se dentro dos valores estabelecidos pela legislação vigente, apresentando valores de acidez entre 14ºD a 18ºD (BRASIL, 2011).

O leite cru de boa qualidade deve possuir um pH entre 6,6 a 6,8, sendo superficialmente ácido. Este pH é conferido pelos componentes naturais existente no leite como a caseína, albumina, citrato e gás carbônico dissolvido (CO_2), que tem um efeito tamponante. O aumento da acidez no leite podo vir a acontecer devido a produção de ácido lático a partir da putrefação da lactose pela ação de microrganismos presentes no leite (TRONCO, 1997).

As amostras A, E, H e I tiveram de acordo com a Tabela 1, um pH de acordo com a legislação (BRASIL, 2011).

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos conclui-se que das nove amostras de leite cru informal analisadas, cinco não apresentaram alterações em relação à acidez titulavél. Dessas cinco amostras, os parâmetros de densidade e gordura apresentaram resultado satisfatório, ao contrário do índice crioscópico, teor de proteína e extrato seco desengordurado, que apresentaram valores em desacordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente. Pode-se concluir também a dificuldade que os órgãos oficiais de inspeção têm para fiscalizar a venda deste produto nos estabelecimentos comerciais do município de Salgueiro-PE, sendo necessário promover ações de conscientização da população em geral visando coibir a comercialização deste tipo de produto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELOTI, V. Leite clandestino. Disponível em: < *http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/espaco-aberto/leite-clandestino-quem-tem-medo-do-lobo-mau-8462n.aspx*. >Acesso em: 20 Set. 2015.

BERSOT, L. S.; GALVÃO, J. A.; RAYMUNDO, N. K. L.; BARCELLOS, V. C.; PINTO, J. P. A. N.; MAZIERO, M. T. Avaliação microbiológica e físico-química de leites UHT produzidos no Estado do Paraná – Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 645-652, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento de Inspeção Indústria e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Aprovado pelo Decreto 30.691 de 29 de março de 1952 e alterado pelo Decreto 1.255 de 25 de junho de 1962. Rio de Janeiro. 1952.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Instrução Normativa nº 51 de 18 de setembro de 2002**. Regulamentos Técnicos de Produção Identidade, Qualidade, Coleta e transporte de Leite. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de setembro de 2002, p. 39.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa no 51, de 18 de setembro de 2002**. Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, p. 8, 14 dez. 2006.

FERRÃO, S. P. B; SILVA, A. G.; FERRÃO, I. S.; BRITO, A. R.; COUTO, F. M.; SANTOS, S. M. A. Leite informal: uma abordagem qualitativa junto aos consumidores de Itapetinga, Bahia. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, v. 58, n 333, p.245-247, 2003.
FERREIRA N. D. L, FERREIRA S.H. F, MONTE A. L. S, VASCONCELOS N. L. Avaliação das condições sanitárias e físico-químicas do leite informal consumido em Sobral, Ceará. **Hig Aliment**. 2003;17(108):79-82.
FRAZIER, W. C. Microbiologia de los alimentos. Acribia, 4ª ed. Zaragoza, Espanha, p.681, 1993. IN-62, **Instrução Normativa N°62, MAPA**, Regulamenta a Produção de Leite no Brasil, 29 de Dezembro de 2011.

MENDES, C. G. et al. Análises físico-químicas e pesquisa de fraude no leite informal comercializado no município de Mossoró-RN. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 11, n. 2, p. 349-356, 2010.

NERO, L. A.; MAZIERO, D.; BEZERRA, M. M. S. Hábitos alimentares do consumidor de leite cru de Campo Mourão-PR. **Revista Ciências Agrárias**,v.24,n.1,p.21-26,2003.
NERO, L. A.; MATTOS, M. R.; BELOTI, V.; BARROS, M. A. F.; NETTO, D. P.; PINTO, J. P. A. N.; ANDRADE, N. J.; SILVA, W. P.; FRANCO, B. D. G.M. Hazards in non-pasteurized milk on retail sale in Brazil: prevalence of Salmonella spp, Listeria monocytogenes and chemical residues. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 35, n.3, p.211-215, 2004.
OLIVAL, A. A.; SPEXOTO, A. A.; CAMPOS, D. F. S.; FERREIRA, F.; FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V.; DIAS, R. A. Hábitos de consumo do leite informal, associados ao risco de transmissão de doenças, no município de Pirassununga, SP. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.16,n.102/103, p. 35-40, 2002.

OLIVAL, A. de A.; SPEXOTO, A. A. Leite informal no Brasil: aspectos sanitários e educativos. **Revista Higiene Alimentar**, v. 18, p. 12-17, 2004.

SALVADOR, F. C.; BURIN, A. S.; FRIAS, A. A. T.; OLIVEIRA, F. S.; FAILA, N. Avaliação da qualidade microbiológica do leite pasteurizado comercializado em Apucarana-PR e região. **Revista F@pciência**, v.9, n.5, p.30-41, 2012.

SCHUSTER, C.; GONZALES, H. L; BUCHLE, J; TIMM, C. D. Avaliação de equipamento alternativo para pasteurização lenta de leite previamente envasado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 26(4): 828 - 831, Out - Dez. 2006.

STERGIADIS, S.; LEIFERT, S.; SEAL, C. J.; EYRE, M. D.; STEINSHAMN, H.; BUTLER, G. Improving the fatty acid profile of winter milk from housed cows with contrasting feeding regimes by oilseed supplementation. **Food Chem**., v. 164, p. 293-300, 2014.

SILVA, P. H. F. da, PORTUGAL, J.A.B., CASTRO, M.C.D. e. **Qualidade e Competitividade em Laticínios**. Juiz de Fora: EPAMIG - Centro Tecnológico -ILCE, 1999. 116p.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 4. ed. Santa Maria: UFSM, 1997. 206p.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. Santa Maria: UFSM, 2003. 2. Ed. 192p.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. Santa Maria: UFSM, 2008. 3. Ed. 203p.

VILELA, D.; LEITE, J. L. B.; RESENDE, J. C. Políticas para o leite no Brasil: passado presente e futuro. In: Santos, G. T.; Jobim, C. C.; Damasceno, J. C. Sul - Leite Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil, 2002, Maringá. **Anais**... ingá: UEM/CCA/DZONUPEL, 2002.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Leite e derivados. In: ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Cap. 27, p. 823-881.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA BACIA DO CÓRREGO CERCADINHO, BELO HORIZONTE – MG.

MÁRCIA RODRIGUES MARQUES[1], ANNA CLARA DEBORTOLI DE LIMA[2], MARIA ISABEL ARCANJO DIAS[3], NICOLLI SAMPAIO SCHETTINO[4], PRISCILA CAROLINE DE OLIVEIRA[5], RITA LUCIA DE ASSIS[6]

[1]Mestre em Geografia e Análise Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Professora Assistente do Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, marcia.marques@prof.unibh.br
[2]Graduando em Ciências Biológicas, Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, annaclaradebortoli@hotmail.com
[3]Graduando em Geologia, Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, mabelarcanjodias@hotmail.com
[4]Graduando em Geologia, Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH, nicolli.geo@gmail.com
[5]Graduando em Geologia, Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, pri.oliveira65@gmail.com
[6]Graduando em Ciências Biológicas, Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, rita.assis@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A Bacia do Córrego Cercadinho está localizada na porção sudoeste da cidade de Belo Horizonte - MG, sendo este afluente do ribeirão Arrudas, que deságua no Rio das Velhas. Esse curso d'água destaca-se por apresentar boa parte do seu leito ainda preservado, o que possibilita investigar as condições naturais de parte do município de Belo Horizonte, que apresenta mais de 90% de sua área urbanizada. A partir de pesquisa bibliográfica e reconhecimento de campo, foi realizado o levantamento das condições geoambientais da bacia. O córrego nasce sobre forte declividade na Serra do Curral, cujo relevo acidentado é formado por encostas serranas e escarpas em meio às rochas metassedimentares do Grupo Itabira. Passa ainda sobre as rochas do Grupo Piracicaba e encontra-se, em sua maior parte, sobre morros acidentados do Grupo Sabará. O mesmo atinge o embasamento cristalino ao desaguar no ribeirão Arrudas, onde se observa relevos com ondulações suaves e fundos de vale sobre o Complexo Belo Horizonte. A bacia em estudo proporciona ainda refúgio e abrigo para fauna e flora em área de transição entre Mata Atlântica e Cerrado, assim como espécies bioindicadoras que permitem inferir a qualidade dos cursos d'água. Entretanto a bacia sofre forte pressão antrópica, sendo possível identificar o indevido descarte de resíduos sólidos e emissão de esgoto clandestino, além da presença de ocupações e equipamentos urbanos. A revitalização desse espaço traria melhorias na qualidade de vida e na relação da comunidade com o córrego.
PALAVRAS–CHAVE: Córrego Cercadinho, Condições Geoambientais, Bacia Hidrográfica.

CHARACTERIZATION GEOENVIRONMENTAL STREAM CERCADINHO BASIN, BELO HORIZONTE – MG.

ABSTRACT: The Cercadinho Basin Stream is located in the southwest portion of the city of Belo Horizonte - MG, which is, stream tributary Arrudas, which flows into the Rio das Velhas. This watercourse stands out by having much of his bed still preserved, which makes it possible to investigate the natural conditions of the municipality of Belo Horizonte, which has approximately 98% of its urban area. From bibliographic search and region reconnaissance,

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

was conducted the survey of geo-environmental conditions of the basin. The stream rises on strong slope in the Serra do Curral, which consists of rugged mountainous slopes and cliffs amidst the metasedimentary rocks of the Itabira Group. The brook also passes over the rocks of the Piracicaba Group and is, for the most part, over rough hills of the Sabará Group. it hits the crystalline basement to empty into the Arrudas, where it is observed reliefs with gentle undulations and valley bottoms about the Belo Horizonte complex. The basin under study still provides refuge and shelter for flora and fauna in the transition area between the Atlantic Forest and Cerrado, as well as bio-indicator species that allow us to infer the quality of waterways. However it suffers strong anthropic pressure, being able to identify the improper disposal of solid waste and emission of clandestine sewage and the presence of occupations and urban equipments. The revitalization of this space would bring improvements in quality of life and community relationship with the stream.
KEYWORDS: Cercadinho Stream, Geoenvironmental Conditions, Hydrographic Basin.

INTRODUÇÃO

A expressão bacia hidrográfica é usada para denotar a área de captação natural da água de precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, que é chamado de exutório (TUCCI, 2013). Para este autor a bacia é constituída por um conjunto de superfícies de vertentes – terreno sobre o qual escoa a água precipitada – e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único.

A bacia hidrográfica do córrego Cercadinho possui uma área de drenagem de 12,6 km² (Figura 1) e está situada na porção sudoeste do município de Belo Horizonte, MG. Esta abrange os bairros Belvedere, Olhos D'Água, Mansões, Buritis, Estrela Dalva, Estoril, Havaí e Palmeiras e Salgado Filho, onde deságua no Ribeirão Arrudas. A bacia destaca-se por apresentar cursos d'água preservados em leito natural com áreas de grande beleza cênica, um contraste com outros córregos urbanos existentes na cidade. A mesma é composta por dois córregos essenciais: o córrego Cercadinho e o seu principal afluente o córrego Ponte Queimada, que após confluência deságua no Ribeirão Arrudas, um dos afluente diretos do Rio das Velhas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

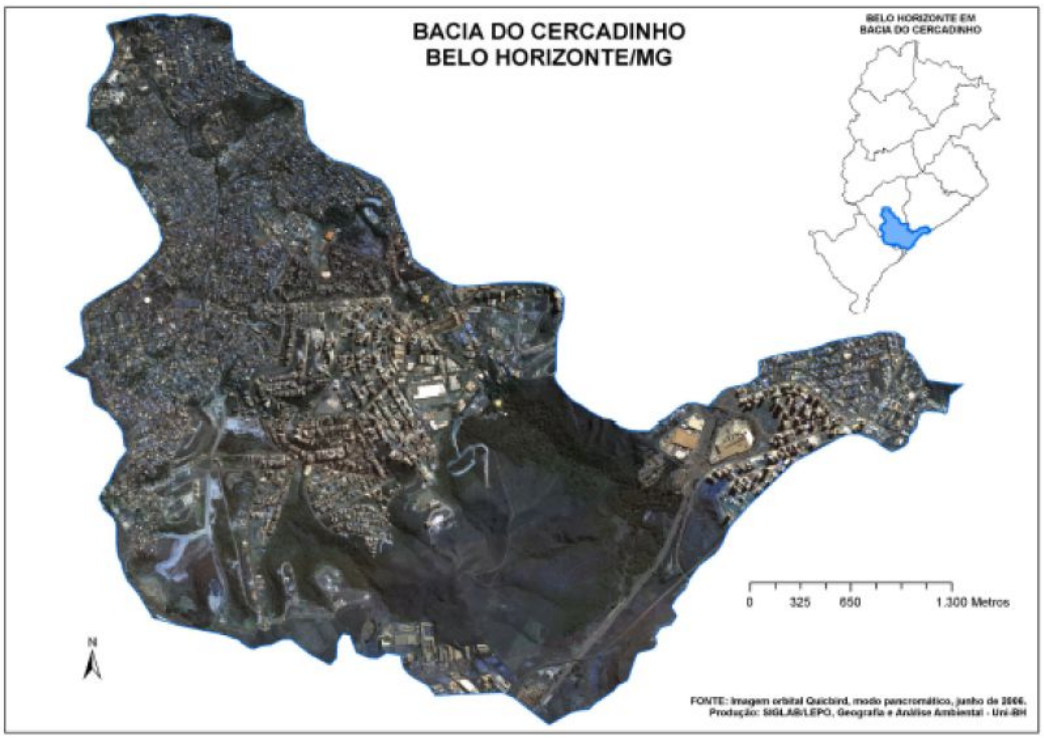


Figura 1- Imagem de satélite da delimitação da bacia hidrográfica do Córrego Cercadinho. Fonte: BARBOSA *et al*., s.d.

De grande importância patrimonial e natural, a Serra do Curral marca o limite sul de Belo Horizonte com os municípios de Nova Lima, Sabará e Brumadinho. Onde perfaz o limite norte do Quadrilátero Ferrífero, área de destaque no país em função do seu potencial mineral. O córrego Cercadinho nasce na Serra do Curral sob forte declividade topográfica e possui confluência com o ribeirão Arrudas onde está inserido o embasamento cristalino do Complexo Belo Horizonte, o que confere grande variação litológica e uma geomorfologia singular.

De acordo com estudos realizados por Gomes (2011), a vegetação na bacia do córrego Cercadinho apresenta a ocorrência de espécies de transição entre Mata Atlântica e Cerrado. A fauna se apresenta de forma diversificada, com presença de pequenos mamíferos, aves, anfíbios e insetos que indicam a boa qualidade ambiental das áreas preservadas nas unidades de conservação presentes na bacia.

Este estudo objetiva caracterizar as condições geoambientais da bacia, no intuito de promover a conscientização de seus habitantes sobre a importância da área para o município.

A relevância desse estudo se justifica pelas características geoambientais do entorno, agregando valores acadêmicos e sociais, uma vez que o córrego Cercadinho possui grande parte de seu leito não canalizado e preservado apesar de sofrer grande pressão antrópica.

MATERIAL E MÉTODOS

Levantamento de dados topográficos, geológicos, análise da declividade e hipsometria, para a interpretação geomorfológica da bacia hidrográfica do córrego em estudo. Estabelecendo uma compartimentação morfológica com base na proposta de Ab'Saber

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

(1969), que inclui observações relativas aos diferentes níveis topográficos encontrados e características das formas de relevo, dos quais apresentam uma importância direta no processo de ocupação. Visando identificar e diferenciar as características geoambientais foram associados ao processo de compartimentação os dados geológicos, a caracterização dos biomas e das Unidades de Conservação presentes na bacia, assim como a influência da ocupação humana, possibilitando assim uma compartimentação geoambiental da bacia.

O estudo se encerrou com a verificação *in situ* dos dados levantados por meio de trabalho de campo e registros fotográficos. Foi realizado o reconhecimento no decorrer do curso d'água e em seu entorno, averiguando as principais feições e seus componentes geoambientais. Dentre eles se destacam os aspectos gerais da bacia, tais como: fauna e flora, litologia, relevo, presença de equipamentos urbanos e ocupação humana.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa região apresenta forte declividade por estar situado sobre a Serra do Curral que possui relevo do tipo *Hogback* o qual é formado pelos restos de um sinclinal invertido (CPRM, 2005). Apresenta relevo predominante de linhas de cristas e encostas serranas e escarpadas em altitudes de 1000 a 1285 metros, desenvolvidas sobre itabiritos e os dolomitos do Grupo Itabira, e por quartzitos e filitos do Grupo Piracicaba; entre altitudes que variam entre 900 e 1000 m encontra-se em sua maioria, sobre filitos do Grupo Sabará que configuram morros alongados com topos aplainados; abaixo de 900m observa-se a Depressão de Belo Horizonte, constituída pelas colinas de topo plano a arqueado e encostas convexas sobre terrenos granitico-gnaissicos do Complexo Belo Horizonte onde o curso se encontra com o Ribeirão Arrudas.

A área em estudo embora seja fortemente urbanizada, apresenta diferentes tipos de Unidades de Conservação, sendo no total de quatro parques municipais (PBH, 2010). Uma Área de Proteção Especial, criada para a proteção de mananciais pertencente à Companhia de Saneamento de Minas Gerais – Copasa, desde 1973 (FERREIRA, 2003), uma Estação Ecológica, cuja área se sobrepõe, mas difere da Área de Proteção Especial criada em 2006, cuja administração compete ao Instituto Estadual de Florestas – IEF – em conjunto com a Copasa. Segundo a lei a Estação Ecológica "tem por finalidade proteger o manancial de abastecimento público do Cercadinho, bem como o aquífero, a flora, a fauna, o solo e a paisagem do local" (MINAS GERAIS, 2006). A área também faz parte da APA Sul RMBH, que abrange a porção norte do Quadrilátero Ferrífero na Serra do Curral.

De acordo com Gomes (2011) a bacia encontra-se sobre a transição do bioma Mata Atlântica, nas áreas de cabeceira, com o Cerrado. A estrutura da Mata Atlântica varia conforme os seus subtipos. Na bacia do Cercadinho é apresentada por floresta semidecídual. A vegetação desenvolvida por Floresta estacional semidecidual apresentando vegetação característica em funções de dois diferentes períodos climáticos (GOMES, 2011).

Em função das características geoambientais encontradas foi possível dividir a bacia em três compartimentos topográficos distintos: as escarpas e linhas de cristas de cimeira, onde predomina o campo rupestre; patamares e morros intermediários, onde prevalecem cerrados e matas ciliares e o compartimento das colinas sobre o embasamento cristalino, cuja alteração antrópica é mais intensa, descaracterizando a vegetação local.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AS ESCARPAS E LINHAS DE CRISTAS DE CIMEIRA - ALTO CURSO

O alto curso da bacia está sobre o Grupo Itabira composto essencialmente por rochas carbonáticas, itabiritos dolomíticos, itabiritos, filitos dolomíticos, filitos e dolomitos. Seguido pelo Grupo Piracicaba que apresentam rochas como filitos, xistos, quartzo-mica xistos, sericita xistos, xistos grafitosos, quartzitos, quartzitos ferruginosos e mármores dolomíticos onde o revelo ainda é muito íngreme e escarpado com vertentes que chegam a atingir 50º, dando origem as principais nascentes. Nessa porção é possível observar campos rupestres, os quais são formações herbáceo-arbustivas associadas a afloramentos rochosos por ser composta a partir da decomposição das rochas presentes (EITEN, 1983; CPRM, 2005).

Entre as linhas de cristas itabiríticas da Formação Cauê e das quartzíticas da Formação Cercadinho, sendo esta intercalada por patamares estruturais desenvolvidos sobre os filitos da Formação Batatal e os Dolomitos da Formação Gandarela, essa área se torna representativa nas proximidades do BH Shopping, onde se formou a Lagoa Seca. Constitui a principal área de recarga da bacia em análise, que destaca por ser fortemente urbanizada à montante da Estação Ecológica/ Área de Proteção Especial da Copasa.

A APE - Área de Proteção Especial Manancial Cercadinho/Estação Ecológica na COPASA apresenta vegetação característica do Cerrado, com ocorrência de espécies de transição entre Mata Atlântica e Cerrado (COPASA, 2015). Segundo Silva (2012), apresenta mata ciliar, com a presença de vegetação arbórea, estrato contínuo de gramíneas e espécies herbáceas. Neste estudo foram coletados 1219 indivíduos pertencentes a 45 espécies de borboletas frugívoras na Área de Proteção Especial Manancial Cercadinho, com destaque para as duas fitofisionomias estudadas compreendem formações totalmente diferentes, mata e campo. Dados da COPASA (2015) indicam que a área apresenta nove espécies de mamíferos e 6 espécies de aves. Entre as espécies encontradas destacam-se perdiz, bem-te-vi, curiango, alma-de-gato, coati, sagui, tapeti, preá, cuíca, gambá-de-orelha-branca.

A área já apresenta forte pressão urbana, embora nela se localizem algumas das principais Unidades de Conservação. Observa-se que a montante da Estação Ecológica da COPASA, ocorre forte urbanização nas adjacências do BH Shopping, onde localiza-se o Bairro Belvedere, caracterizado por grande presença de prédios e avenidas na principal área de recarga da bacia (Figuras 2 e 3).



Figuras 2 e 3 - Estação Ecológica/ APE Manancial Cercadinho e área de recarga da bacia no Bairro Belvedere em dia de chuva – Lagoa Seca. Fonte: Copasa (2015) e Jornal Hoje em Dia, 14/10/2006.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

PATAMARES E MORROS INTERMEDIÁRIOS - MÉDIO CURSO

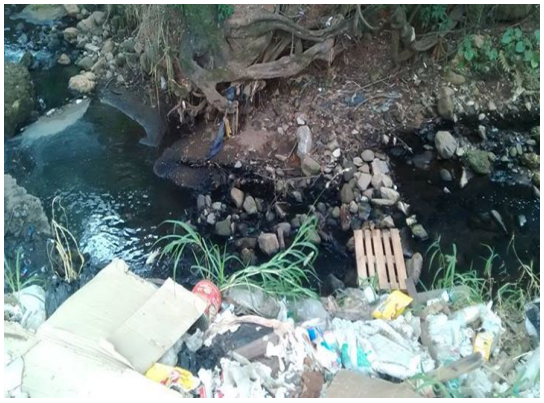
A bacia em seu médio curso encontra-se sobre o Grupo Sabará o qual é formado por clorita xistos, metatufos e metagrauvacas, quartzitos conglomerados, metacherts e algumas formações ferríferas sobre relevo de morros alongados com topos aplainados ou suavemente arredondados (CPRM, 2005), cujas vertentes se mostram com declividades acentuadas com declividades entre 20 e 30 graus.

O Cerrado predomina em toda porção a jusante. As principais espécies vegetais presentes no cerrado são: embaúba, pau d'óleo, cedro, entre outros (GOMES, 2011). A vegetação é constituída por gramíneas, arbustos e árvores esparsas, caracterizada por caules retorcidos e raízes longas. Apenas nas matas ciliares as árvores ultrapassam 25m e possuem normalmente folhas pequenas.

Para esta autora, quanto à fauna característica do bioma Cerrado, esta é constituída predominantemente por mamíferos de pequeno porte e aves, sendo as pricipais: Perdiz (*Rhynchotus rufescens*) Bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), Curiango (*Nyctidromus sp*), Alma de gato *(Piaya cayana*), Sagui (*Callithrix penicillata*), entre outros.

O Parque Municipal Aggeo Pio Sobrinho está inserido em uma região altamente urbanizada, em sua maior parte neste compartimento. Segundo Gurgel *et al* (2009), foram registradas seis espécies de anfíbios distribuídas em cinco famílias: Bufonidae - Sapo - Cururu (Rhinella pombali), Craugastoridae (*Haddadus binotatus*), Cycloramphidae (Perereca - *Odontophrynus cultripes*), Hylidae (Perereca - *Hypsiboas lundii e Scinax longilineus*) e Leptodactylidae (Rã assobiadora - *Leptodactylus fuscus*). Os autores ressaltam que a biodiversidade é inferior à encontrada em outras localidades urbanas, em função da forte urbanização.

Observa-se que embora haja forte pressão antrópica e urbanização em bairros como o Buritis, o Estrela Dalva (Figura 4) e o Havaí e a área apresenta certa representatividade de fauna e flora, a presença de unidades de conservação são importantes na manutenção biológica local (Figura 5). A presença de grande quantidade de lixo chama a atenção neste compartimento, se tornando um dos maiores problemas até a foz do Córrego Cercadinho.

Figuras 4 e 5 - Trecho do Córrego Cercadinho com leito preservado e grande quantidade de lixo, altura dos bairros Estrela Dalva e Havaí. Autor: Priscila Oliveira, 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DEPRESSÃO DE BELO HORIZONTE - BAIXO CURSO

No baixo curso é possível identificar o contato entre o Grupo Sabará e o Complexo Belo Horizonte composto por gnaisses e migmatitos em colinas policonvexas e observa-se que é onde ocorrem as menores declividades, inferiores a 15º. Ressalta-se que por ser uma rede de drenagem fortemente influenciada pela estrutura local as poucas e esparsas áreas de planície de inundação foram fortemente alteradas para a construção de vias e equipamentos públicos. Equivale à área da confluência entre os Córregos Ponte Queimada e Cercadinho em direção ao Ribeirão Arrudas. A área encontra-se totalmente alterada pelo processo de ocupação urbana (Figuras 6 e 7) sem registros de elementos naturais que possam qualificar o ambiente local.



Figura 6 e 7 – Córrego Cercadinho após a confluência com o Córrego Ponte Queimada e o ribeirão Arrudas no Bairro Salgado Filho. Autor: Marcelo Belotte, 2015.

CONCLUSÕES

Com base nos estudos realizados em campo foi possível perceber que a partir do processo de compartimentação proposto a bacia foi dividida em três partes de acordo com os aspectos geológicos e geomorfológicos nos quais buscou-se associar os remanescentes do quadro natural ainda conservados, assim como a pressão antrópica sofrida, uma vez que se trata de uma bacia totalmente inserida em área urbana. Dessa forma foram associados elementos como fauna e flora já pesquisada na bacia, especialmente em unidades de conservação.

Na parte alta da bacia, observa-se a presença de várias espécies bioindicadores que aferem a melhoria da qualidade ambiental local, a qual se justifica pela presença de Unidades de Conservação inseridas na mesma, com destaque para a Estação Ecológica da COPASA. Embora a água já chegue poluída, em função da área de recarga fortemente urbanizada, a presença de fauna e flora diversificada indicam uma certa resistência à pressão urbana local.

Nota-se que a qualidade geoambiental do médio para o baixo curso sofre uma maior pressão antrópica que é causada principalmente pelo súbito processo de verticalização na região central da bacia, assim como a ocupação mais antiga da porção inferior. A parte média ainda é beneficiada pela presença das unidades de conservação presentes no primeiro compartimento, que chegam a atingir altitudes próximas a 900 m e há também a presença de parques, conferindo ainda áreas com fauna e flora diversificada. Já a jusante, na parte inferior da bacia, os cursos d'água se tornam meros receptores de esgoto, se transformando em um grande problema para os moradores locais.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A recuperação da qualidade geoambiental da bacia deve passar necessariamente pela ampliação de unidades de conservação e por intervenções do poder público na pressão urbana local, assim como em programas de Educação Ambiental que envolva a comunidade acerca da deterioração da qualidade de vida ocorrida de montante para jusante e que, ao mesmo tempo, possibilitem a valorização da bacia.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A.A. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário**. Geomorfologia, S. Paulo, Igeog-USP (18), 1969.

BARBOSA, L. D.; FONSECA, D. F.; GOMES, C. A. S.; LOBO, C. F. F.; ASSIS, W. L. **Diagnóstico do risco ambiental da Bacia do Córrego do Cercadinho, Belo Horizonte/MG:Co-relação de seus aspectos físicos e demográficos**. Belo Horizonte: Centro Universitário de Belo Horizonte, s.d.

COPASA, **APE Manancial do Cercadinho**. Disponível em: <http://goo.gl/SAqp1G>. Acesso em: 01 Out. 2015.

CPRM, **Projeto APA Sul RMBH Estudos do Meio Físico**. Belo Horizonte, 2005. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/apa_sul_rmbh_geomorfologia_texto.pdf>. Acesso em: 05 Mai. 2015.

EITEN, G.A. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1983. 305p.

FERREIRA, M. B. **Proteção ao patrimônio natural urbano: estudo de caso da Serra do Curral - BH /MG**. Dissertação de Mestrado, Geografia- IGC-UFMG, 2003.

GIULIETTI, A. M.; MENEZES, N. L.; PIRANI, J. R.; MEGURO, M. & WANDERLEY, M. G. L. 1987. **Flora da Serra do Cipó: caracterização e lista de espécies. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo.** 9: 1-151. Disponível em: http://www.revistas.usp.br/bolbot/article/viewFile/46897/50642>. Acesso em: 05 mai. 2015

GOMES, Ângela Maria *et al*. **Planejamento e Gestão participativa da microbacia do Córrego do Cercadinho – Belo Horizonte/MG-** Trabalho final apresentado à disciplina História e Política Sócio-Ambiental do curso de pós graduação em Gestão Ambiental e Geoprocessamento. UNIBH, 2011.

GURGEL, A. E.; SILVA, A.C.F.; AFONSO, L. G. **Variação espacial e temporal de anfíbios anuros no Parque Municipal Aggeo Pio Sobrinho - Belo Horizonte, Minas Gerais.** Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/2009/resumos_ixceb/1279.pdf.> Acesso em: 05 mai. 2015.

MINAS GERAIS. LEI Nº 15.979, de 13 de janeiro de 2006. Publicação 14 de janeiro de 2006. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5299>. Acesso em: 01 jan. 2015.

SILVA, André Roberto Melo *et al*. **Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) de uma área urbana (Área de Proteção Especial Manancial Cercadinho) em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.** Biota Neotrop, Campinas, v. 12, n. 3, p. 292-297, Set. 2012 . Disponível em: <http://goo.gl/>. Acessado em: 08 Out. 2015.

TUCCI, Carlos E.M. (Org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2013. 943p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS GERADOS NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA UFLA

FERNANDO NERIS RODRIGUES[1], DIVINO ETERNO MARTINS DA COSTA[2], JULIA LIMA MENDES DE QUEIRÓZ [3], ROBERTA SOLANO MALLORQUIN CARLOS[4], DYEGO MARADONA ATAIDE DE FREITAS[5], RONALDO FIA[6]

[1]Engenheiro Ambiental e Sanitarista pelo Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG). Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Fone: (37) 9949-3212;

[2]Graduando Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA, divinoe_martins@hotmail.com;

[3]Graduanda Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA, jlmq@ig.com.br;

[4]Graduanda Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA, roberta.solano@hotmail.com

[5]Engenheiro Ambiental pela Universidade Estadual de São Paulo (UFERSA). Engenheiro Ambiental da UFLA, dyegofreitas@deg.ufla.br;

[6]Engenheiro Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal (UFV). Doutor em Engenharia Agrícola (Recursos Hídricos e Ambientais) pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor do Departamento de Engenharia da UFLA, ronaldofia@prg.ufla.br.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Com o aumento da população, mais água tem sido captada para os devidos processos de tratamento, sendo que nesses processos há geração de resíduo, o chamado lodo de Estação de Tratamento de Água (ETA), cuja destinação final, na maioria das vezes, é a devolução direta ao curso d'água, sem tratamento algum. Assim, o presente trabalho teve por objetivo realizar a caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos gerados na ETA da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Para estimar e quantificar os resíduos da ETA foi utilizado dois métodos. O primeiro método foi para estimar a quantidade de resíduo produzido na ETA por meio de equações empíricas propostas por, Kawamura (1991), Water Research Center (1979), Cornwell (1987), AWWA (1996), Ritcher (2001) e Libânio (2010). O segundo método foi para quantificar a produção de resíduos da ETA por meio de quantificação volumétrica dos processos de lavação dos filtros e decantador da ETA. Os resultados da estimativa de resíduos gerado na ETA utilizando as equações propostas por Kawamura (1991), Water Research Center (1979), Cornwell (1987), AWWA (1996), Ritcher (2001) e Libânio (2010) foram em média de 20,7;17,3; 20,7; 13,6; 25,1 e 25,5 $Kg.d^{-1}$ respectivamente. Já a quantificação in loco da geração de resíduos foi de 14,7; 13,4; 11,0; 12,0; 23,5 $Kg.d^{-1}$ nos meses monitorados. Conclui-se com o trabalho que a equação que mais se aproximou da estimativa de geração de resíduos da ETA, foi a proposta por AWWA (1996), subestimando em 9% a geração real de resíduos da ETA.

PALAVRAS–CHAVE: Lodo de ETA, resíduos sólidos, efluente.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF WASTE GENERATED IN THE DRINKING WATER TREATMENT PLANT OF UFLA

ABSTRACT: With increasing population, more water has been captured for appropriate treatment processes, and these processes for generation of waste, called sludge Drinking Water Treatment Plant (DWTP), whose final destination, in most cases, is the direct return to the stream without any treatment. This study aimed to carry out quantitative and qualitative characterization of the waste generated in the Drinking Water Treatment Plant (DWTP) at the Federal University of Lavras (UFLA). To estimate and quantify the waste generated by DWTP two methods were used. The first method was to estimate the amount of waste produced in the DWTP through empirical equations proposed by these authors, Kawamura (1991), Water Research Center (1979), Cornwell (1987), AWWA (1996), Richter (2001) and Libânio (2010). The second method was to quantify the production of DWTP waste volume by quantifying the washing processes of the filters and clarifier DWTP. For evaluation of the conduct daily monitoring was held for five months (May-September 2014) of the entire water treatment process, and the physical characterization of the raw water and effluent cleaning of filters and decanter. The results of the waste estimate generated in the DWTP May to September 2014 using the equations proposed by Kawamura (1991), Water Research Center (1979), Cornwell (1987), AWWA (1996), Richter (2001) and Libânio (2010) averaged 20.7, 17.3; 20.7; 13.6; 25.1 and 25.5 Kg.d-1 respectively. Already in situ quantification of waste generation was 14.7; 13.4; 11.0; 12.0; 23.5 Kg.d-1 in the monitored month. It concludes with the work that equation came closest to the estimated DWTP waste generation, was proposed by AWWA (1996), 9% in underestimating the actual waste generation of DWTP.
KEYWORDS: DWTP sludge, solid waste, wastewater

INTRODUÇÃO

As estações de tratamento de água (ETAs) representam uma necessidade básica para a população, visto que têm a finalidade de fornecer água potável, proporcionando, desta forma, melhores condições de saúde e higiene à população.

Nos últimos anos, um grande número de ETAs tem-se defrontado com o problema do tratamento e disposição final dos resíduos sólidos gerados durante o processo de tratamento de água. Embora não seja um problema recente, o efeito da disposição inadequada dos resíduos sólidos gerados em ETAs no meio ambiente tem-se mostrado ser extremamente danoso ao meio ambiente, especialmente nos grandes centros urbanos, seja pelo aumento da quantidade de sólidos e da turbidez em corpos d'água, como também no provável aumento da sua toxicidade que, por sua vez, pode comprometer a estabilidade da vida aquática.

Os lodos gerados podem ter características variadas, que dependerão das condições da água bruta (sólidos orgânicos e inorgânicos, incluindo metais pesados), e dosagens de produtos químicos (coagulantes, alcalinizantes, polímeros, etc.) (FONOLLOSA et al., 2015; OKUDA et al., 2014; ZHOU et al., 2015). A forma de remoção de lodo das ETAs pode ser considerada um dos principais problemas de gestão deste resíduo, pois influencia diretamente em sua quantidade e qualidade.

Para que se tenha um gerenciamento adequado de resíduo produzido na ETAs, é de fundamental importância o conhecimento da quantidade de resíduos que é gerado nas

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

estações. Para a estimativa das quantidades de resíduos gerados no tratamento de água foram desenvolvidas diversas fórmulas empíricas, baseadas nas características dos sólidos da água bruta, como turbidez e cor e, nas características dos coagulantes.

Neste contexto o presente trabalho teve por objetivo realizar a caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos gerados na ETA da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação de tratamento de água (ETA) da Universidade Federal de Lavras, sob responsabilidade da Diretoria de Meio Ambiente da UFLA, e nos Laboratórios de Análises de Água Residuária e de Geotécnica Ambiental do Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária do Departamento de Engenharia da UFLA, latitude 21°14'S, longitude 42°00'W, altitude média de 918 m e clima Cwa, segundo a classificação de Köppen, (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

Para estimar e quantificar a quantidade de resíduos sólidos (lodo) gerados pela ETA da UFLA foram utilizados dois métodos. Para condução da avaliação foi realizado o monitoramento diariamente por cinco meses (maio a setembro de 2014) de todo o processo de tratamento da água, além da caracterização física da água bruta e dos efluentes da limpeza dos filtros e decantador.

O primeiro método foi para estimar a quantidade de resíduo sólido produzido na ETA/UFLA por meio de equações empíricas (1 a 6), em que os dados de entrada nas equações foram as variáveis obtidas no monitoramento da ETA. As equações 1 a 6 foram propostas por Kawamura (1991), Water Research Center (1979 apud REALI, 1999), Cornwell (1987), AWWA (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, 1996), Ritcher (2001) e Libânio (2010).

$$P = 1{,}5\ T + kD \quad (1)$$

$$P = 1{,}2\ T + 0{,}07C + kD + A \quad (2)$$

$$P = kD + 1{,}5\ T + A \quad (3)$$

$$P = 3{,}5\ T^{0{,}66} \quad (4)$$

$$P = 0{,}2\ C + 1{,}3\ T + kD \quad (5)$$

$$P = 2{,}88\ D + SS + A \quad (6)$$

Em que:

a) P – Estimativa da produção de sólidos em matéria seca (g m^{-3} de água tratada);
b) T – Turbidez da água bruta (uT);
c) D – Dosagem do coagulante (mg L^{-1});
d) A – Outros aditivos, como carvão ativado em pó e polímero (mg L^{-1});
e) C – Cor da água bruta (uH);
f) K – Relação estequiométrica na formação do precipitado de hidróxido de sódio;
g) SS – Sólidos Suspensos (mg L^{-1}).

Os valores para a relação estequiométrica k variam de acordo com o tipo de coagulante, e de acordo com Reali (1999) os valores de k são:

a) k= 0,23 a 0,26, para o sulfato de alumínio;
b) k= 0,54, para sulfato férrico;

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

c) k = 0,66, para o cloreto férrico anidro;
d) k = 0,4, para o cloreto férrico hidratado.

Para padronizar os resultados de geração de resíduos gerados na ETA, foi utilizada a equação 7.

$$RT = \frac{P \times Q}{1000} \quad 7)$$

Em que:
a) RT – Produção total de resíduos na ETA (kg d^{-1});
b) P – Estimativa da produção de sólidos em matéria seca (g m^{-3} de água tratada);
c) Q – Vazão afluente a ETA (m^3 d^{-1}).

O segundo método foi para quantificar a produção de sólidos na ETA/UFLA, o procedimento se desenvolveu de acordo com a seguinte metodologia. A coleta do efluente de lavagem do filtro ocorreu da seguinte forma: o tempo lavação dos filtros é padronizado pela equipe de operadores da ETA/UFLA em 5 minutos; então, foram coletadas amostras de 0,5 L a cada 15 s, totalizando em uma amostra composta de 10 L de efluente. Para coleta do efluente do decantador, o tempo de lavagem padronizado pelos operadores da ETA/UFLA é de 30 min. Então, amostras de 0,25 L foram coletadas a cada 15 s, totalizando uma amostra composta de 30 L de efluente.

As variáveis monitoradas foram: vazão da água bruta, medida indiretamente na calha Parshall; dosagem de produtos químicos, por medição direta com auxílio de proveta e cronômetro (AZEVEDO NETTO, 1998); turbidez, pelo método nefelométrico; cor em espectrofotômetro; pH por potencometria; sólidos totais, (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos valores encontrados no monitoramento da ETA (tabela 1), estimou-se a quantidade de lodo gerada por meio das equações referenciadas na Tabela 2 e Figura 1. Na equação proposta por Libânio (2010), o autor afirma que existe uma correlação direta entre sólidos suspensos e turbidez (SS = b T), estes parâmetros sendo para águas naturais, b variam de 0,7 a 2,2, como no presente trabalho não foram caracterizados os sólidos suspensos da água bruta, o autor afirma que na ausência de dados pode se adotar b igual a 1,3.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1 Valores médios mensais das diferentes variáveis monitoradas na ETA/UFLA entre os meses de maio e setembro de 2014.

Mês/Ano	Dosagem de produtos químicos			Água Bruta					
	$FeCl_3$	Na_2CO_3	$Ca(ClO)_2$	Vazão	Volume Tratado	Turbidez	Cor	ST	pH
	mg L^{-1}			m^3 d^{-1}	m^3	UNT	UC	mg L^{-1}	
Maio/2014	6,44	2,22	1,18	487,87	1.5123,9	5,54	16,44	38,41	7,40
Junho/2014	5,80	1,81	0,99	471,24	1.4137,1	7,60	24,91	41,97	7,35
Julho/2014	7,10	3,18	1,07	564,04	1.7485,4	38,98	100,83	87,27	7,29
Agosto/2014	8,43	4,16	1,39	458,53	1.4214,6	43,62	121,58	88,57	7,48
Setembro/2014	8,61	4,23	1,22	515,77	1.5473,2	24,58	73,67	68,24	7,67
Média	7,28	3,12	1,17	499,49	1.5286,8	24,06	67,47	64,89	7,44

$FeCl_3$ – coreto férrico, Na_2CO_3 - carbonato de sódio, $Ca(ClO)_2$ – hipoclorito de cálcio, ST – sólidos totais.

Nos resultados obtidos na geração de resíduo utilizando as diferentes equações (tabela 2), verifica-se que todas tiveram a mesma tendência, maior geração de lodo a partir da maior concentração de ST, turbidez e cor.

Tabela 2 Estimativa de geração de resíduos na ETA/UFLA por meio da utilização de equações empíricas.

Mês/Ano	Kawamura (1991)	WRC (1979)	Cornwell (1987)	AWWA (1996)	Ritcher (2001)	Libânio (2010)
	Kg d^{-1}					
Maio/2014	6,1	5,4	6,1	5,3	7,2	12,6
Junho/2014	7,2	6,2	7,2	6,3	8,8	13,0
Julho/2014	35,6	29,4	35,6	22,1	42,6	34,7
Agosto/2014	32,6	26,9	32,6	19,4	39,7	39,5
Setembro/2014	21,9	18,4	21,9	14,9	27,0	27,7
Média	20,7	17,3	20,7	13,6	25,1	25,5

A estimativa de produção de resíduo pelas equações empíricas mostra que todas tiveram seus resultados influenciados pelas características físicas da água e pela dosagem dos produtos químicos, o que já se esperava, pois são variáveis de entrada das equações. Neste sentido Di Bernardo, Dantas e Voltan (2012) afirmam que a produção de resíduo em uma ETA convencional sofre influência de fatores como: turbidez e cor aparente da água que têm correspondência com as partículas presentes na água bruta; concentração e dosagem de produtos químicos adicionados ao tratamento; frequência e forma de limpeza dos decantadores e eficiência da sedimentação.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A produção de resíduos na ETA/UFLA foi quantificada pela caracterização dos efluentes da lavação do decantador e efluente da lavação dos filtros (Tabela 3).

Tabela 3 Características dos efluentes e quantidade de resíduos gerados no processo de limpeza dos filtros e do decantador

Mês	Efluente Filtro			Efluente Decantador			Total
	ST mg L^{-1}	Volume m^3	Resíduo kg d^{-1}	ST mg L^{-1}	Volume m^3	Resíduo kg d^{-1}	Resíduo kg d^{-1}
Maio/2014	425,9	294,8	4,0	3689,7	89,6	10,7	10,7
Junho/2014	244,7	221,7	1,8	2354,0	148,1	11,6	13,4
Julho/2014	226,2	267,2	1,9	2338,0	120,4	9,1	11
Agosto/2014	440,6	220,6	3,1	4637,5	59,4	8,9	12
Setembro/2014	478,7	334,5	5,3	4559,5	119,3	18,1	23,4
Média	363,2	267,8	3,3	3515,8	107,4	11,7	14,1

Somente no mês de setembro a geração de resíduos observados na ETA/UFLA (23,4 kg d^{-1}) foi similar ao valor médio estimado pelas equações (20,5 kg d^{-1}). Nos demais meses houve forte variação nos valores observados na geração de resíduos da ETA/UFLA, hora acima, hora abaixo do estimado pelas equações.

Analisando os valores acumulados médios das estimativas de geração dos resíduos pelas equações empíricas e o observado na ETA ao longo do período monitorado, nota-se que as equações propostas por Water Research Center (1979 apud Reali, 1999), Kawamura (1991), Cornwell (1987), Ritcher (2001) e Libânio (2010) superestimaram a determinada na ETA em 16, 39, 39, 68 e 71% respectivamente. A equação que mais se aproximou da observada na ETA foi a descrita por AWWA (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, 1996). No entanto, subestimou a geração de resíduo, em média, em 9%.

Diferentemente do observado no presente trabalho, Silva et al. (2009) ao estudarem a estimativa de geração de resíduos em uma ETA convencional em Ponta Grossa–PR utilizando as equações citadas neste trabalho, observaram que o método que mais se aproximou da quantidade acumulada real foi o proposto por Ritcher (2001), que superestimava de 8 a 10%. Os autores concluíram que nem todos os métodos estudados para estimar a quantidade de lodo de ETA convencional para a cidade de Ponta Grossa seriam adequados. Porém, a equação de Ritcher (2001) poderia ser utilizada para o sistema convencional somando-se 8 a 10% como erro e fator de segurança para um possível dimensionamento de uma operação de armazenamento ou deságue de lodo.

CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento do trabalho, pode-se concluir que a equação que mais se aproximou da estimativa de geração de resíduos da ETA/UFLA foi a proposta por AWWA. No entanto, subestimou a geração em 9% quando considerada a média dos cinco meses avaliados.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington: American Public Health Association, 2005. 14 p.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. **American society of civil engineers.** New York: American Society of Civil Engineers, 1996. 294 p.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Blucher, 1998. 680 p.

CORNWELL, D. A. **Handbook of pratice water treatment plant waste management**. Denver: American Water Works Association Resarch Foudation, 1987. 431 p.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. B.; VOLTAN, P. E. N. **Métodos e técnicas de tratamento e disposição dos resíduos gerados em estações de tratamento de água**. São Carlos: Ldibe, 2012. 540 p. DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

FONOLLOSA, E. et al. Presence of radionuclides in sludge from conventional drinking water treatment plants. **Journal of Environmental Radioactivity**, Oxford, v. 141, p. 24-31, Mar. 2015.

KAWAMURA, S. **Integrat design of water treatment facilities**. New York: John Wiley & Sons, 1991. 720 p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 3. ed. Campinas: Átomo, 2010. 496 p.

OKUDA, T. et al. Removal of coagulant aluminum from water treatment residuals by acid. **Water Research**, New York, v. 60, p. 75-81, Sept. 2014.

REALI, M. A. P. Principais características quantitativas e qualitativas do lodo de ETAs. In: REALI, M. A. P (Coord.). **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p. 21-39.

RICHTER, C. A. **Tratamento de lodos de estações de tratamento de água**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001. 112 p.

SILVA, M. R. **Incorporação de lodo de estações de tratamento de água (Etas) em tijolos de solo-cimento como forma de minimização de impactos ambientais**. 2009. 97 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Faculdade de Aracruz, Aracruz, 2009.

ZHOU, Z. et al. Characterization of drinking water treatment sludge after ultrasound. **Ultrasonics Sonochemistry**, Oxford, v. 24, p. 19-26, May 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL DOS USOS DO ENTORNO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS URBANOS EM LAVRAS-MG

LUCAS COELHO VICTÓRIA[1], VINÍCIUS DO COUTO CARVALHO[2], LETÍCIA BOTTREL CORREA[3], ELISA MOUSINHO GOMES CARVALHO SILVA[4], ANNA CAROLINA PEREIRA REZENDE COSTA[5], LUIS MARCELO TAVARES DE CARVALHO[6]

[1]Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras, (35) 9258-0050, lucas.c.victoria@gmail.com
[2] Doutorando em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, (35) 9176-5785, ecosdoturismo@gmail.com
[3] Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, (35) 9196-7383, bottrel.leticia@outlook.com
[4] Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, (35) 9951-7972, elisa.mousinho@gmail.com
[5] Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, (35) 9226-7773, annacarolina.prc@gmail.com
[6] Professor Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1699, passarinho@dcf.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Mesmo que reduzidos e geralmente isolados, os fragmentos florestais em áreas urbanas podem guardar uma riqueza considerável de espécies e processos ecológicos que precisam ser pesquisados e conservados, a fim de minimizar impactos recorrentes causados por empreendimentos ali inseridos. Desta forma, o presente estudo visou caracterizar a ocupação e usos do entorno de fragmentos florestais urbanos no município de Lavras-MG. A área de estudo foi composta por oito fragmentos florestais localizados em áreas sob forte pressão antrópica devido à expansão urbana. Para delimitação dos fragmentos utilizou-se o software ArcGis 10.3 e imagem RapidEye 2014, na qual gerou-se um buffer de 100 metros de raio que posteriormente foi exportado para imagens do Google Earth, dos anos de 2003, 2013 e 2014, onde caracterizamos as formas de uso e ocupação do solo e para aferir as informações realizou-se visita a campo. Os resultados demonstraram um aumento de loteamentos e supressão de vegetação nos fragmentos com o passar dos anos e *in locu* verificou-se impactos como lixo, degradação no interior dos fragmentos, e depredação das nascentes encontradas nos mesmos. Conclui-se que os fragmentos estão sendo suprimidos pela expansão urbana e está ocorrendo uma diminuição da área de recarga das nascentes ali existentes apontando a necessidade de instituição legal de uma unidade de conservação municipal na área, a fim de sua preservação.
PALAVRAS–CHAVE: áreas verdes urbanas, uso do solo, conservação

TEMPORAL CHARACTERIZATION OF LAND USE ON THE SURROUDING AREAS OF URBAN FOREST FRAGMENTS IN LAVRAS, BRAZIL

ABSTRACT: Urban forest fragments can keep a considerable range of species and ecological processes, even if located in isolated and restricted areas. They need to be researched and conserved, in order to minimize the impacts caused by the enterprises nearby. This current study objective was to classify the soil occupation and use on the surrounding areas of urban forest fragments in the city of Lavras-MG. The area studied consists of eight forest fragments; they are under strong anthropic pressure due the urban expansion in that region. A RapidEye image from 2014 and the software ArcGis 10.3 were used to delimitate the fragment areas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

We also created a buffer with 100 meters of radius, which was exported to Google Earth. Images from 2003, 2013, and 2014 were used to classify the soil occupation. Field trips were taken to assess the information obtained. The results demonstrated an increase in urban development, and vegetation suppression inside the fragment perimeters along the years. The analysis on site permitted us to confirm impacts as residue discard, degradation of the fragments, and the depredation of water springs located on the forests. The conclusion is that the fragments are being suppressed by the city growth, and a reduction of the watershed recharge areas are vanishing the water springs, indicating the necessity to stablish a municipal protected area for conservation.
KEYWORDS: urban green areas, land use, conservation

INTRODUÇÃO

Mesmo que reduzidos e geralmente isolados, os fragmentos florestais em áreas urbanas podem guardar uma riqueza considerável de espécies e processos ecológicos que precisam com urgência serem pesquisados e conservados, a fim de minimizar impactos recorrentes causados por empreendimentos ali inseridos. E não só isso, estas áreas podem ser ainda, facilitadoras para formação de cidadania, servindo como possibilidade de área para vivência, saúde e bem-estar, fomentando mudanças nas percepções de pessoas, com vistas à valoração, respeito e cuidado com os bens comuns.

A perda de área verde e a fragmentação de habitats são os principais impactos a fauna silvestre (COSTA et al., 2005). Ao fragmentar habitats para implantar pastos, cultivos, ruas, cidades, entre outros, são criadas bordas e barreiras que alteram as relações inter e intra espécies nos ecossistemas. O efeito de borda expõe o interior da floresta a alterações microclimáticas como insolação, aumento de temperatura, incidência de ventos e diminuição da umidade relativa do ar (LOVEJOY et al., 1986), sendo que quanto menor for o fragmento mais acentuado é o seu efeito de borda, devido a menor proporção entre a borda e o centro (KAPOS, 1989). Essas mudanças causadas pelo efeito de borda alteram micro habitats que são essenciais para muitas espécies de aves e pequenos mamíferos, que constituem presas importantes para espécies carnívoras.

Já, o efeito barreira, ocorre quando há uma interrupção do fluxo de indivíduos entre uma ou mais populações naturais. Muitas espécies são sensíveis a pequenas clareias e por isso não transpõem áreas de rodovias, cidades, cultivos agrícolas. Isso leva a um isolamento de indivíduos, dificultando o encontro de parceiros reprodutivos e recursos necessários à sobrevivência das populações (FORMAM & ALEXANDER, 1998). O isolamento a longo prazo altera ainda relações de competição e predação entre espécies e causa perda de variabilidade genética e aumento de endocruzamento, podendo levar a extinções de populações locais (SOULÉ & GILPIN, 1991; KORMAN, 2003).

Temos ainda a problemática ligada às nascentes em áreas urbanas, as quais cumprem papel indispensável no fornecimento de água para a manutenção da qualidade hídrica. No entanto, a expansão urbana e a supressão das vegetações naturais nos parcelamentos de solo e empreendimentos imobiliários acabaram gerando grande impacto sobre as nascentes inseridas no perímetro urbano. Tendo em vista a importância de nascentes urbanas e de seu papel em uma comunidade, é essencial que o poder público junto à sociedade contribua para a manutenção da área natural que compõe este elemento, a fim de preservar e garantir sua qualidade e perenidade.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

As alternativas para gestão e conservação de áreas naturais são conhecidas, como exemplo, as unidades de conservação têm se mostrado como medida mais eficaz de preservação ambiental. No Brasil a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, Lei Federal nº 9.985/00, é o instrumento que organiza e orienta as políticas públicas de gestão nos sistemas das unidades de conservação. O SNUC opera a nível federal e se divide no Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC) e no Sistema Municipal de Unidades de Conservação (SMUC), que devem atuar respeitando as diretrizes do SNUC.

No município de Lavras, no sul do estado de Minas Gerais, é notório o abandono das áreas verdes urbanas, encontrando estes locais por vezes, como ambientes impactados pela supressão de vegetação, deposição de lixo e concentração de violência e uso de drogas.

Os remanescentes naturais de Lavras e região são potenciais áreas de conectividade entre diferentes áreas florestais, como as grandes cadeias de montanhas da Serra da Mantiqueira que foi recentemente considerada área insubstituível para a conservação da biodiversidade no mundo (LE SAOUT et al., 2013). As suas nascentes urbanas agregam valor econômico e social, pois, além de serem frequentadas pelos moradores como uma área de lazer, também são utilizadas como fonte de água para consumo humano e de animais.

Desta forma, o presente estudo teve por objetivo caracterizar a ocupação e os usos do entorno de fragmentos florestais urbanos no município de Lavras, a fim de verificar as pressões existentes nos mesmos e propor alternativas de gestão e manejo adequado.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo foi composta por 08 (oito) fragmentos florestais localizados em 09 (nove) bairros no município de Lavras-MG, sendo estes: Jardim Glória, Campestre I, II e III, Morada do Sol I, II e III, Vilas São Vicente e Joaquim Sales. Atualmente estas áreas sofrem forte pressão antrópica, uma vez que se encontram rodeadas pela área urbana da cidade, loteamentos, propriedades rurais, empresa mineradora e ruas que separam os fragmentos florestais e dificultam ou até inviabilizam a troca genética entre as espécies da fauna e da flora local.

Os fragmentos florestais selecionados são de propriedade da Prefeitura Municipal de Lavras e correspondem juntas a uma área total de 40 ha, como ilustrado na figura 1.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

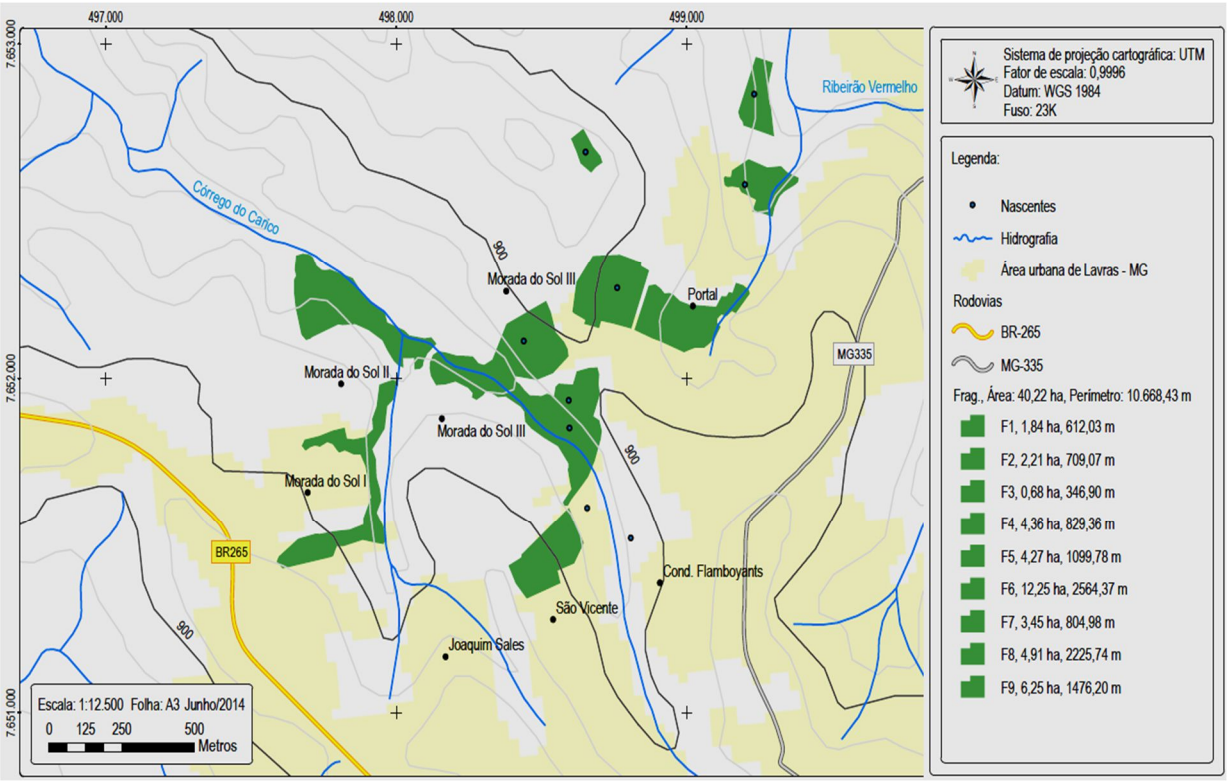


Figura 1 - Fragmentos florestais selecionados para estudo, exceto o F3. Adaptado de Prefeitura Municipal de Lavras.

Para o desenvolvimento do estudo, a delimitação dos fragmentos refere-se a áreas anteriormente mapeadas pela Prefeitura Municipal de Lavras, as quais foram exportadas para o software ArcGis 10.3 e sobrepostos uma imagem RapidEye 2014 para a verificação de seus limites. Depois todos os fragmentos foram unidos em arquivo único para o cálculo da área e geração de buffer de 100m em seus entornos. Após o estabelecimento dessa área adjacente, os fragmentos e o buffer foram convertidos em formato passível de leitura pelo software Google Earth Pro, onde a cobertura do solo foi classificada para as imagens captadas durante os anos de 2003, 2013 e 2014.

As áreas que cercam os fragmentos foram diferenciadas em duas classes, regiões de uso urbano consolidado, sendo constituídas por arruamentos, loteamentos em construção, e bairros já instalados; e regiões de uso não consolidado sendo representadas por áreas com vegetação em diferentes níveis (gramíneas, arbustivas e/ou arbóreas).

A fim de aferir as informações e diagnosticar as reais situações locais, realizou-se 03 (três) visitas a campo, percorrendo toda área do buffer e o interior dos fragmentos florestais estudados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram uma maior concentração populacional nas áreas estudadas com o passar dos anos. As pessoas, geralmente, têm buscado viver em comunidades (por exemplo, cidades) de forma confortável, prática e segura. Essa urbanização é o processo

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

pelo qual a população urbana cresce em proporção superior à população rural. Não se trata de mero crescimento das cidades, mas de um fenômeno de concentração urbana (GUIMARÃES, 2004).

Esta concentração de pessoas modificaram o ambiente natural, causando diversos impactos, e o entorno dos fragmentos florestais estudados no município de Lavras vem se tornando cada vez mais urbanos em razão do desenvolvimento econômico, gerando pressão sobre o ambiente ocupado pela urbanização.

Pôde-se notar na área de estudo, o aumento de áreas com construções, abertura de novos loteamentos e supressão de vegetação nos fragmentos com o passar dos anos, onde de 99,3 ha, se tinha como área de uso consolidado 38,8 ha em 2003 passando para 68,4 ha em 2013 e posteriormente para 72,4 ha em 2014 (Tabela1).

Tabela 1 – Extensão das áreas de uso consolidado e não consolidado ao redor dos fragmentos nos três anos analisados.

ÁREA	2004		2013		2014	
	Hectares	%	Hectares	%	Hectares	%
Consolidada	38,8	39,1	68,4	68,8	72,4	72,9
Não consolidada	60,5	60,9	30,9	31,2	26,9	27,1
Total	99,3		99,3		99,3	

Além dos serviços ambientais que a área dos fragmentos florestais presta, como a regulação microclimática, que reduz os extremos de temperatura; a proteção do solo contra erosão, facilitando a infiltração das águas de chuva. Essas áreas verdes também contribuem para a saúde física e mental dos frequentadores, que pode ser melhorada com a prática de atividades físicas ao ar livre, ou simplesmente por se habitar em um ambiente mais harmonioso, como pôde ser constatado no uso com estas finalidades por moradores dos bairros presentes no entorno das áreas e ainda sendo comprovado por pesquisas nos EUA acerca da redução da violência doméstica graças ao "fortalecimento dos laços comunitários" proporcionados pelas áreas arborizadas em conjuntos habitacionais populares (MEUNIER, 2008).

Verificou-se durante as visitas a campo (áreas dos fragmentos e seu entorno), a presença de 10 (dez) nascentes no interior dos fragmentos, sendo que todas apresentavam pelo menos um fator de degradação. Dentre esses fatores, os principais foram: concentração populacional, a perda da vegetação nativa, o pastoreio, o esgotamento doméstico, resíduos sólidos lançados em locais inapropriados, e assoreamento.

Apesar de visualmente os fragmentos florestais apresentarem bom estado de conservação, suas áreas encontram-se comprometidas pela não existência de conectividade entre as mesmas e necessitam de maiores estudos científicos quanto a sua estrutura e dinâmica, com foco na minimização de impactos e pressões antrópicas, pois apresentam em seu entorno áreas de pastagens e agricultura, áreas degradadas, voçorocas e intenções de abertura de novos empreendimentos imobiliários.

Outra constatação foi a função que alguns destes fragmentos florestais apresentam por servir como área tampão, para proteção dos moradores dos bairros que hoje sofrem com poeira e fragmentos de rocha que advém da empresa mineradora instalada nas proximidades da área.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A escassez de áreas verdes associada à instabilidade climática e à poluição (atmosférica, hídrica, sonora e visual) afeta a qualidade de vida das pessoas, provocando distúrbios biológicos e psicológicos (MAZZAROTTO et al., 2011). Por exemplo, as variações de temperatura podem chegar a 10°C entre as áreas periféricas e o centro principalmente com a presença de inversões térmicas, calmarias, umidade relativa baixa e névoa seca (ROSSETTI et al., 2010).

Observou-se que as áreas estudadas necessitam de ordenação e implantação de políticas públicas para maior proteção das mesmas, pois a expansão urbana se faz recorrente, como pôde ser notado com o passar dos anos (Figura 2).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

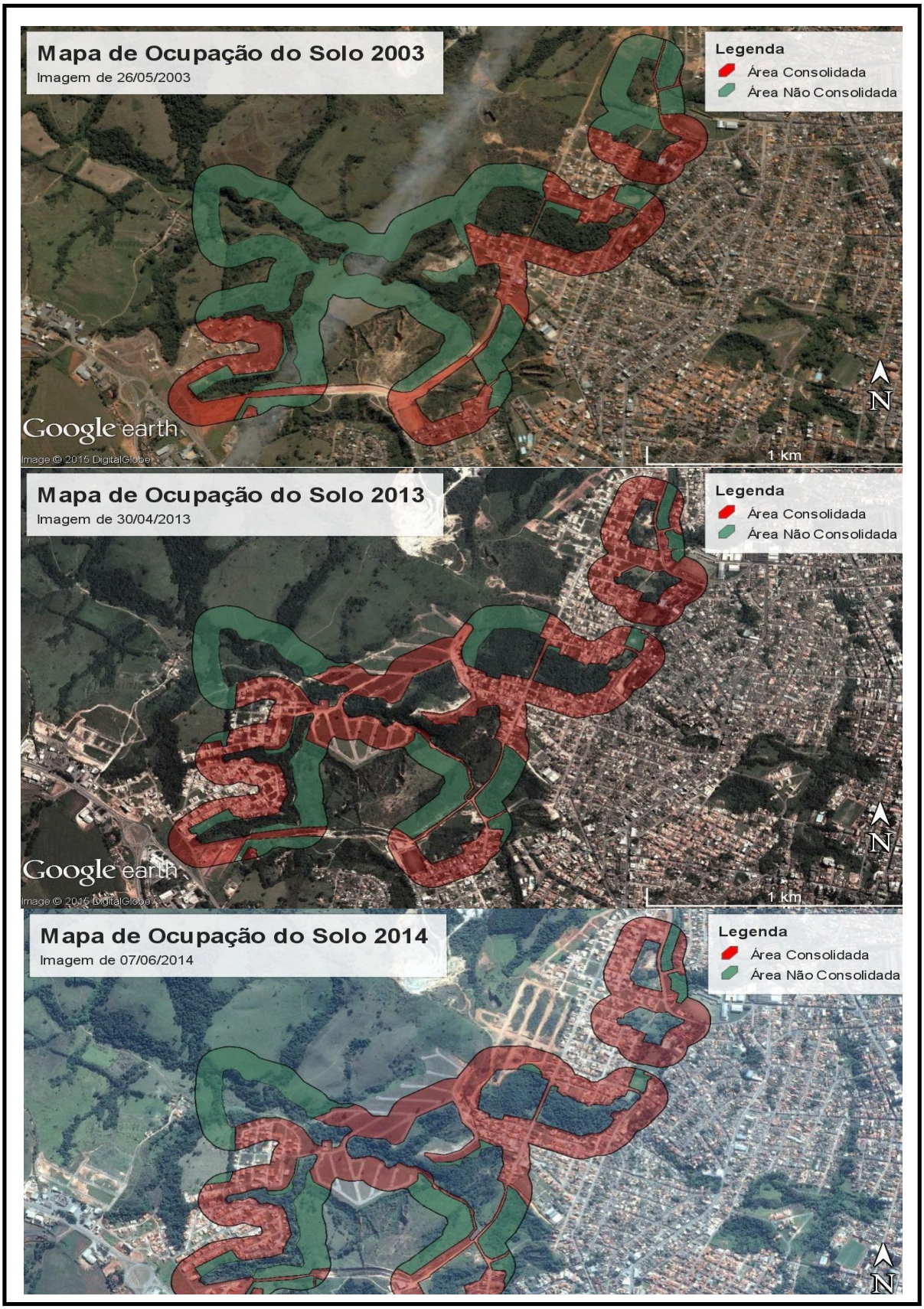


Figura 2 - Mapas de ocupação do solo nos três anos analisados.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Por ser ainda, área de propriedade da Prefeitura Municipal de Lavras, é notório que o ente municipal está obrigado a zelar pelas áreas, as quais são bens de uso comum do povo, e de fundamental importância à qualidade de vida, sendo classificados como bens ambientais (RANGEL, 2011).

CONCLUSÕES

Conclui-se que os fragmentos florestais dos bairros Jardim Glória, Campestre I, II e III, Morada do Sol I, II e III, Vilas São Vicente e Joaquim Sales, estão sendo suprimidos pela expansão urbana e está ocorrendo uma diminuição da área de recarga das nascentes ali existentes apontando a necessidade de instituição legal de uma unidade de conservação municipal na área, a fim de sua preservação e geração subsídio para o desenvolvimento de pesquisas científicas, práticas de educação ambiental, atividades de lazer e ecoturismo.

REFERÊNCIAS

COSTA, L. P. et al. Conservação de mamíferos no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p.:103-112, 2005.

FORMAN, R.T.T.; ALEXANDER, L.E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 29, p. 207-231, 1998.

GUIMARÃES, N. A. O direito urbanístico e a disciplina da propriedade. ***Jus* Navigandi**, Teresina-PI, v. 8, n. 235, 2004.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology,** v. 5, n. 2, p.173-185, 1989.

KORMAN, V. Proposta de integração das glebas do Parque Estadual de Vassununga (Santa Rita do Passa Quatro, SP). **Dissertação** (Mestrado em Ecologia de Agrossistemas) - Escola Superior de Agricultura " Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003

LE SAOUT, S. et al. Protected areas and effective biodiversity conservation. **Science,** p. 342: 803, 2013.

LOVEJOY,T.E. et al. Edge and other effects os isolation on amazon forest fragments. In: Soulé, M.E. (Ed.).**Conservation Biology:** the science of scarcity and diversity. Sunderland: Ginauer Associates Inc.Publishers, 1986.

MAZZAROTTO, A. DE S. CUBAS, S.; MARANHÃO, L. T. Florestas urbanas: método de avaliação para gestão das áreas verdes. **Floresta**, Curitiba-PR,v. 41, p. 501-518, 2011.

MEUNIER, I. Por que as áreas verdes são tão importantes para uma cidade? **Artigo digital**. UFRPE, 2008. Disponível em: http://ww4.ufrpe.br/artigo_ver.php?idConteudo=1259. Acessado em 01/06/2015.

RANGEL, H. M. V. Algumas reflexões sobre bens ambientais, áreas verdes e o parcelamento do solo urbano. **Orbis**, Campina Grande-PB, v. 2, n. 1, p. 71-98, 2011.

ROSSETTI, A. I. N. PELLEGRINO, P. R. M. ;; TAVARES, A. R.. As árvores e suas interfaces no ambiente urbano. **REVSBAU**, Piracicaba-SP, v. 5, p. 1-24, 2010.

SOULÉ, M.E., GILPIN, M.E. The theory of wildlife corridor capability.In: Saunders, D.A., Hobbs, R.J. (Ed). **Nature conservation 2**: the role of corridors. Chipping Norton NSW: Surrey Beatty e Sons, 1991.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CLASSIFICAÇÃO NÃO SUPERVISIONADA DE IMAGEM LANDSAT-5 POR MEIO DE DIFERENTES ITERAÇÕES ENTRE CLASSES NO MAPEAMENTO DE USO DO SOLO EM SEROPÉDICA - RJ

STHÉFANY AIRANE DOS SANTOS[1];JOÃO LUIZ JACINTHO[2];GABRIEL ARAÚJO ESILVA FERRAZ[3];AMANDA PEREIRA ASSIS GOMES[4]; PATRICIA FERREIRA PONCIANO FERRAZ[5]

[1] Eng. Agrícola, Graduanda, UFLA, Lavras – MG,Fone (35) 3826-1516, sthefanyairane@engagricola.ufla.br
[2] Eng. Agrimensor, Mestrando do Pgeaamg, UFRRJ, Seropédica-RJ, jacinthojl@ufrrj.br
[3] Eng. Agrícola, Prof. Adjunto, UFLA, Lavras – MG, gabriel.ferraz@deg.ufla.br
[4] Eng. Agrícola, Graduanda, UFLA, Lavras – MG, 201310932@engagricola.ufla.br
[5]Zootecnista, Prof. Adjunta, UFLA, Lavras – MG, patricia.ponciano@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Diversas regiões do mundo são constantemente afetadas por mudanças em sua cobertura do solo e estudos que predizem estas mudanças têm sido altamente utilizados. O imageamento orbital utilizado no sensoriamento remoto é uma grande ferramenta para observação frequente e consistente de imagens que emitem reflectância espectral e emissão da radiação da superfície terrestre. O objetivo deste trabalho foi efetuar a classificação não supervisionada de uma imagem do sensor TM (*Thematic Mapper)* do satélite Landsat-5. Esta classificação não supervisionada foi realizada por meio do algoritmo ISODATA (*Interative Self- Organizing Data Analysis Technique*) utilizando uma imagem da área anexa à estrada RJ-099, localizada no município de Seropédica- RJ. Foram avaliados os parâmetros de iterações *Maximum Interations* (5,10 e 15) e *Covergence Threshold* (0,950,0850 e 0,700). Baseado na metodologia utilizada, foi possível identificar as classes geradas (água, vegetação densa, vegetação, grama e solo exposto) de maneira detalhada. A classificação não supervisionada é uma ferramenta valiosa para o sensoriamento remoto e possibilita a interpretação de dados em grande escala.
PALAVRAS–CHAVE: sensoriamento remoto,satélite, algoritmo

UNSUPERVISED CLASSIFICATION OF LANDSAT-5 IMAGE BY INTERACTIONS BETWEEN DIFFERENT CLASSES TO MAPPING THE SOIL USAGE IN SEROPÉDICA - RJ

ABSTRACT:Many regions around the world are always affect by changes in their ground cover and studies that predict these changes are widely used. The orbital image used in remote sensing is a great tool to constant observation and consistent of image emitting spectral reflectance emission of radiation of the earth's surface. The aim of this work was making the unsupervised classification of the sensor image TM (*Thematic Mapper)*of satellite Landsat-5. This unsupervised classification was performed through algorithm ISODATA (*Interative Self-Organizing Data Analysis Technique*) using an image of the area annex to the RJ-099 road, in the municipality of Seropédica- RJ. Went reviews the parameters Maximum Interations (5,10,15) and Covergence Threshold (0,950,0,850,0,700). Based on the methodology used,

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

was possible identify the generated classes (water, dense vegetation, vegetation grass and exposed ground) with details. Generating nine land cover maps noted that was not observed changes in the use of the indices 0.850 and 0.700. The variation occurs only when we used the index 0.950. The unsupervised classification is a useful tool to remote sensing and enables the interpretation of large-scale data.
KEYWORDS: remote sensing, satellite, algorithm.

INTRODUÇÃO

Diversas regiões do mundo são constantemente afetadas por mudanças significativas em suas características de cobertura de solo. De acordo com FOLEY (1999), nos últimos três séculos, com o crescimento exponencial da população mundial e consequentemente dos recursos naturais disponíveis, a composição da biosfera e da atmosfera terrestre tem sofrido modificações drásticas. O desmatamento de florestas tropicais tem atraído a atenção de pesquisadores por seu potencial em influenciar na erosão, aumento de produção de CO_2, mudanças climáticas e diminuição da biodiversidade da região (MAS, 1999).

As atividades humanas têm afetado profundamente os ecossistemas, de maneira que detectar e predizer mudanças se faz extremamente necessário (PETTORELLI et al., 2005). Dados obtidos em campo são geralmente mais difíceis de utilizar para predição regional e global de mudanças, visto que são tradicionalmente coletados em pequenas escalas espaciais e temporais além de variar em forma e confiabilidade. Alternativamente, esses dados podem ser obtidos indiretamente através de produtos do Sensoriamento Remoto - SR. Segundo NOVO (1989) os produtos de SR tem por objetivo utilizar sensores e plataformas para estudar as interações da radiação eletromagnética com alvos na superfície terrestre.

Segundo LU E WENG (2007), classificação de imagens é um processo complexo que pode ser afetado dos diversos fatores, como a complexidade da região de estudo, escolha dos dados de sensores remotos, processamento das imagens e metodologia da classificação. Monitorar operacionalmente a cobertura vegetal terrestre envolve a utilização de índices espectrais de vegetação a partir da medição radiométrica precisa das características espaciais e temporais das atividades fotossintéticas da vegetação (HUETE et al., 1997). Segundo FOODY(2002), a classificação de imagens é a base para a produção de mapas temáticos de uso do solo, sendo elaborada de forma visual ou por analise computacional.

O objetivo deste trabalho foi efetuar a classificação não supervisionada de uma imagem do sensor TM (*Thematic Mapper*) do satélite Landsat-5 com diferentes iterações entre classes.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em uma área anexa à estrada RJ-099. Esta área está localizada no município de Seropédica (RJ), de coordenas 22º 48’ S e 43º41’ W de Greenwich, na região oeste da Baixa Fluminense, com uma altitude de 26 metros. Segundo a classificação de Köppen o clima da região é classificado como Aw, com chuvas concentradas de novembro a março, precipitação anual média de 1.213 mm e temperatura média anual de 24,5ºC (BARROS et al., 2009).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Utilizou-se uma imagem do Satélite Landsat-5 TM (*Thematic Mapper*), projetada no sistema UTM (Universal Transversa de Mercator), *datum* WGS 84 e na zona 23 S, adquirida através do sítio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e datada de 30/05/1984.

Utilizando um *software* de Processamento Digital de Imagem - PDI realizou-se uma classificação não supervisionada utilizando o algoritmo ISODATA (*Iterative Self-Organizing Data AnalysisTechnique*), que executa de forma repetitiva uma classificação por inteiro e recalcula a estatística. O método de agrupamento usa a fórmula de distância mínima espectral para formar aglomerados. Foram avaliados os parâmetros *Maximum Interations* (5, 10 e 15) e *Convergence Threshold* (0,950, 0,850 e 0,700). O primeiro evita que o algoritmo seja executado por muito tempo ou de ficar preso em um ciclo sem atingir o limiar de convergência. O segundo é o percentual de pixels que podem mudar de classes durante as interações, impedindo que o ISODATA funcione indefinidamente.

A interpretação visual da imagem foi necessária para identificar a diferença das classes do uso do solo de acordo com forma, tamanho, estrutura, textura, sombreamento e entre a associação entre estes, na combinação das bandas 4, 3 e 2 (RGB).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da classificação não supervisionada possibilitaram a identificação das classes geradas através do algoritmo ISODATA (*Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique*): água, vegetação densa, vegetação, grama e solo exposto.

Através da variação de iterações (*Maximum Interations*) e do percentual de pixels que poderiam mudar de classes durante as iterações (*Convergence Threshold*), identificamos uma sutil diferença visual no detalhamento da classificação.Foram gerados nove mapas de cobertura do solo de acordo com as variações destes parâmetros (Figuras 1, 2 e 3).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

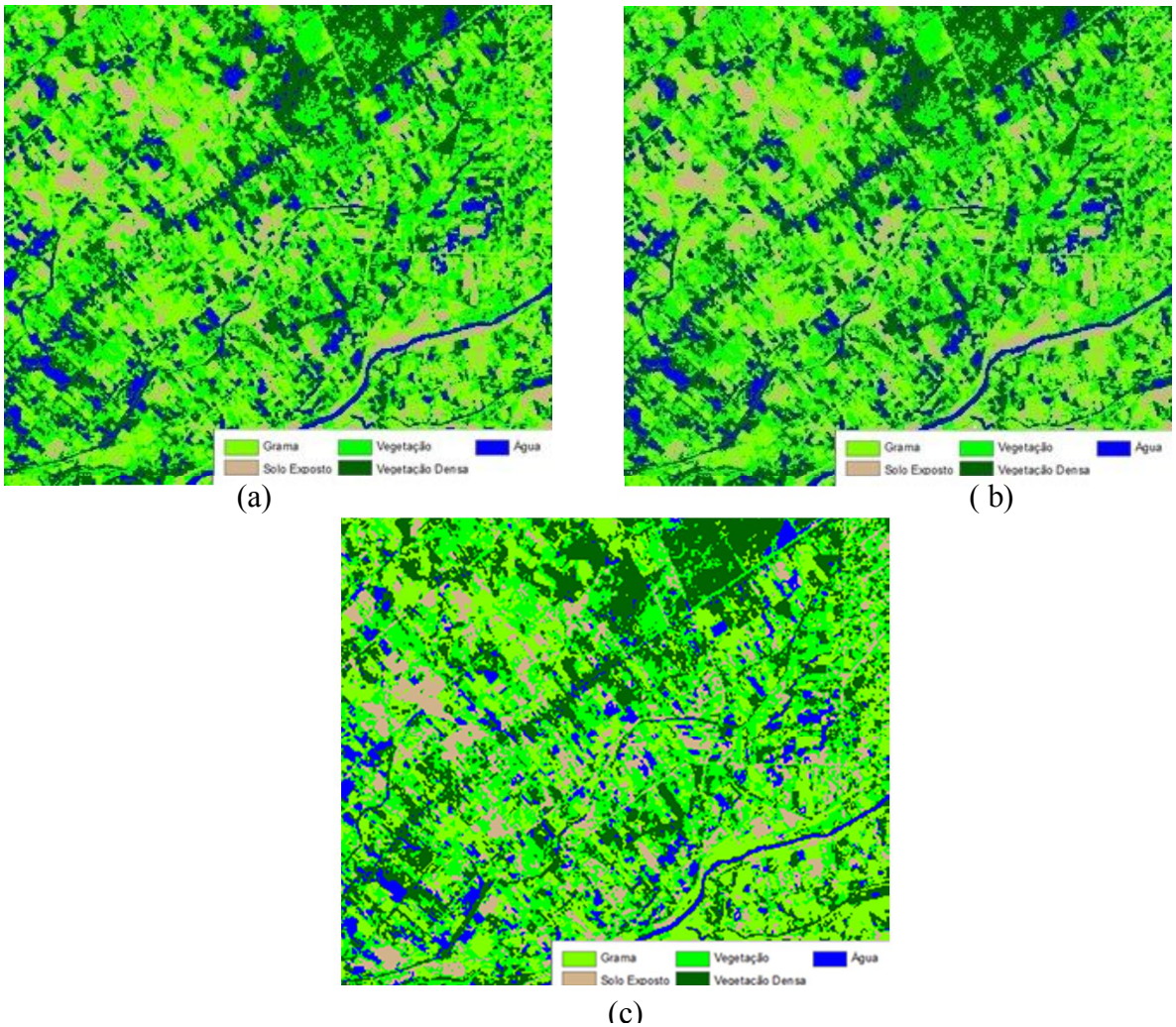


Figura 1.Classificação não supervisionada da área anexa à RJ-099, localizada no município de Seropédica – RJ [Maximum Interations: 5; Convergence Threshold 0,700 (a), 0,850 (b) e 0,950 (c)].

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

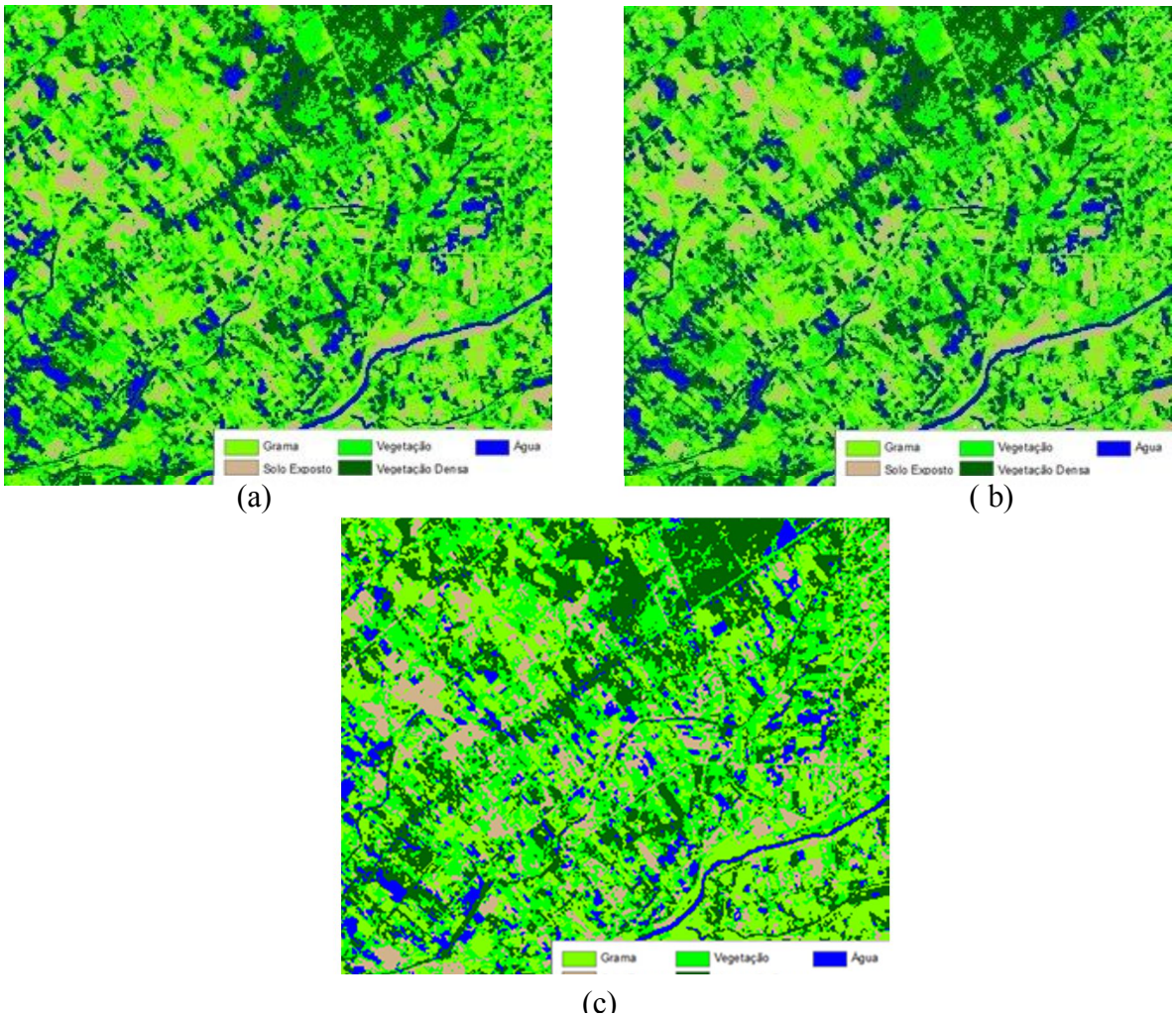


Figura 2.Classificação não supervisionada da área anexa à RJ-099, localizada no município de Seropédica – RJ [Maximum Interations: 10; Convergence Threshold 0,700 (a), 0,850 (b) e 0,950 (c)].

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

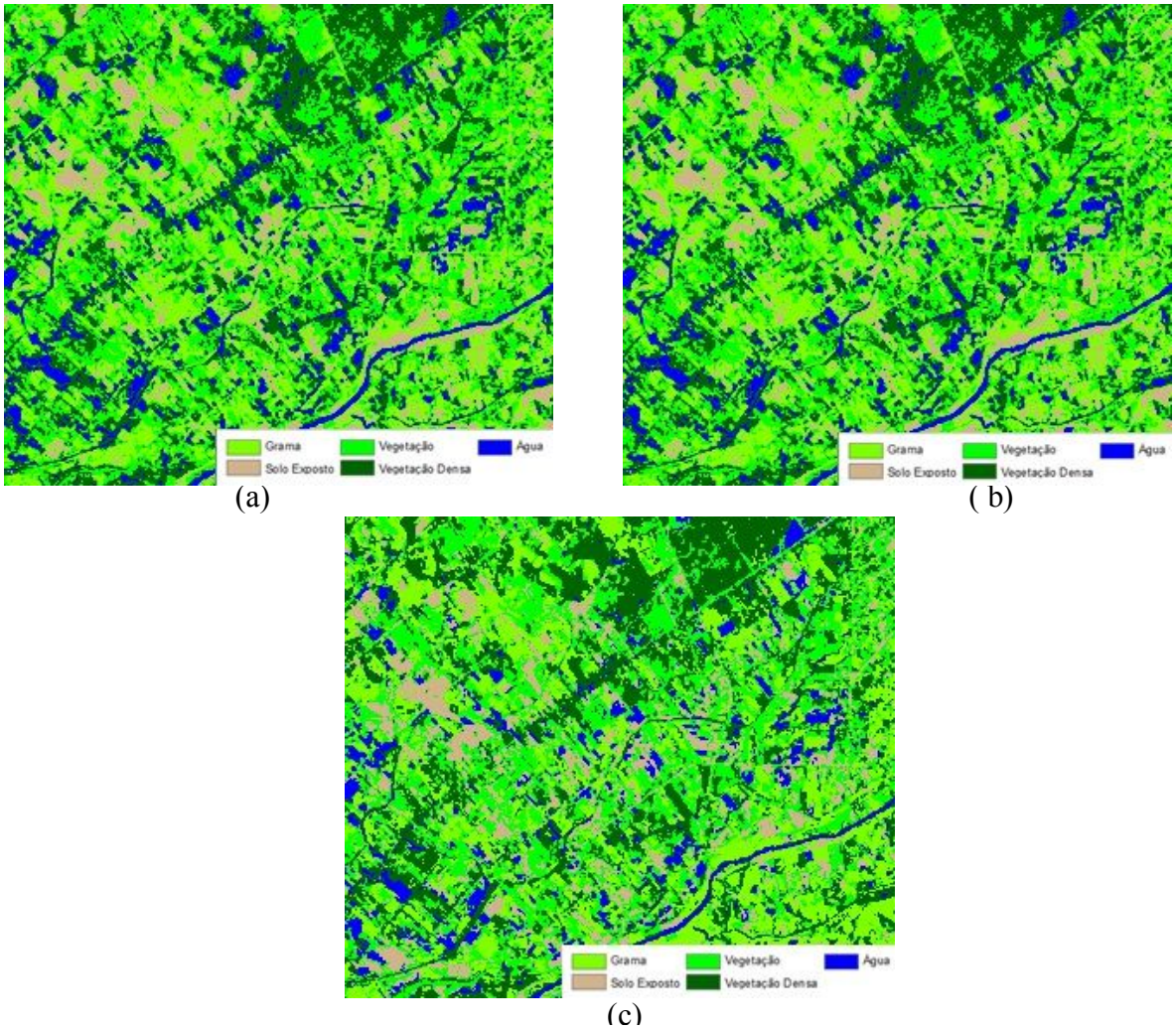


Figura 3.Classificação não supervisionada da área anexa à RJ-099, localizada no município de Seropédica – RJ [Maximum Interations: 15; Convergence Threshold 0,700 (a), 0,850 (b) e 0,950 (c)].

Em cada uma das iterações, observou-se que não ouve qualquer variação entre a utilização dos índices 0,700 e 0,850, variando apenas quando utilizado o índice de 0,950.

Utilizando o cálculo de área do software, foi possível identificar a distribuição espacial de cada classe. Observou-se, por meio da Tabela 1, que as áreas foram idênticas quando utilizou-se os índices de 0,700 e 0,850 de *Convergence Threshold*, havendo variações sempre que o índice 0,950 foi utilizado, ou seja, quando se diminuía percentual de pixels que poderiam mudar de classes durante as iterações. Apenas no teste com cinco iterações foi possível encontrar uma diferença, que demonstrou aumento das classes já predominantes.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

TABELA 1. Área das classes em hectare (ha) de acordo 5, 10 e 15 iterações e suas variações de *Convergence Threshold*.

CLASSES	5 iterações			10 iterações			15 iterações		
	0,700	0,850	0,950	0,700	0,850	0,950	0,700	0,850	0,950
Água	628,02	628,02	566,1	628,02	628,02	580,41	628,02	628,02	580,41
Vegetação Densa	2.016,00	2.016,00	2.023,65	2.016,00	2.016,00	2.048,67	2.016,00	2.016,00	2.048,67
Vegetação	2.510,73	2.510,73	2.373,39	2.510,73	2.510,73	2.426,49	2.510,73	2.510,73	2.426,49
Grama	2.131,47	2.131,47	2.080,08	2.131,47	2.131,47	1.992,06	2.131,47	2.131,47	1.992,06
Solo Exposto	777,78	777,78	1.020,78	777,78	777,78	1.016,37	777,78	777,78	1.016,37

A área de estudo possui 8.064 ha distribuídos em maior parte entre áreas rurais e zonas de exploração de minérios. Territórios de vegetação densa possuem grande importância como fator de manutenção da sustentabilidade e na área de estudo ocupou em média 25,10% da região estudada. Árvores menores e arbustos representaram em média 30,71% do território, se distribuindo principalmente à margem da estrada e dos córregos da região. O total de gramíneas (pastagem) representa 25,98% da área de estudo. As lagoas de extração mineral e córregos representaram 7,57% da região estudada e classificou-se apenas 10,64% de solo exposto em toda a área estudada.

Cabe ressaltar que a ocupação urbana não foi utilizada como parâmetro, uma vez que a região estudada apresenta forte potencial rural e mineral. Dessa forma é possível identificar pequenos locais de aglomeração nas regiões onde predomina a classe de solo exposto.

CONCLUSÕES

Foi possível identificar as classes geradas através da metodologia e observar a variação de detalhes através dos parâmetros testados. O classificador demonstrou de maneira clara a feição e disposição espacial das lagoas, do solo exposto e da vegetação.

A classificação não supervisionada é uma ferramenta valiosa para o Sensoriamento Remoto e possibilita a interpretação de dados em escala.

REFERÊNCIAS

BARROS, V. R. *et al.* Evapotranspiração de referência na região de Seropédica- RJ, utilizando lisímetro de pesagem e modelos matemáticos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 4, n. 2, p. 198–203, 2009.

BASTIAANSSEN, W. G. M. *et al.* A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL): 1. Formulation. **Journal of Hydrology**, v. 212-213, p. 198–212, 1998.

FOLEY, A. Estimating historical changes in global land cover : Croplands historical have converted areas. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 13, n. 4, p. 997–1027, 1999.

FOODY, G. M. Status of land cover classification accuracy assessment. **Remote Sensing of Environment**, v. 80, p. 185–201, 2002.

HUETE, A. R. *et al.* A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. **Remote Sensing of Environment**, v. 59, n. Table 1, p. 440–451, 1997.
LU, D.; WENG, Q. **A survey of image classification methods and techniques for improving classification performanceInternational Journal of Remote Sensing**, 2007.
MAS, J.-F. Monitoring land-cover changes: A comparison of change detection techniques. **International Journal of Remote Sensing**, v. 20, n. 1, p. 139–152, 1999.
NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. São José dos Campos: Edgard Blücher, 1989.
PETTORELLI, N. et al.Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental changeTrends in Ecology and Evolution, 2005.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

COMPARAÇÃO DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DE ÁGUA E CONTAMINAÇÃO POR TÓXICOS NO RIO VERDE, A JUSANTE DE SOLEDADE DE MINAS – MG

ANDRÉ FERREIRA RODRIGUES[1], UILSON RICARDO VENÂNCIO AIRES[2], GUSTAVO ALVES PEREIRA[3], ROSÂNGELA FRANCISCA DE PAULA VITOR MARQUES[4], JOSE DE OLIVEIRA MELO NETO[5], CARLOS ROGÉRIO DE MELLO[6]

[1]Graduando Eng. Ambiental e Sanitária, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG, (35)9828-5332, afrodrigues09@gmail.com
[2] Graduando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[3] Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[4]Pós doutoranda em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, UFLA, Lavras-MG
[5] Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, UFLA, Lavras-MG
[6] Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A qualidade de água é afetada por ações antrópicas como, lançamentos domésticos e industriais, podendo apresentar riscos à saúde humana, principalmente por altas concentrações de metais pesados no curso d'água. Neste sentido, objetivou-se neste trabalho avaliar os índices de contaminação por tóxicos (CT) e o índice de qualidade de água em uma série de dados de monitoramento da qualidade de água, para uma estação no Rio Verde à jusante do município de Soledade de Minas Gerais – MG. Os dados foram obtidos junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, com período de monitoramento de 1997 a 2012 e os índices determinados conforme metodologia proposta pelo IGAM. Foram comparados os limites dos parâmetros do índice de contaminação por tóxico com a Deliberação Normativa COPAM-CERH 01/2008. Observou-se que os metais que apresentaram concentração acima dos limites estabelecidos pela legislação foram o chumbo total e cromo total, no início do período de monitoramento, sendo classificado como de alta e média contaminação, o qual decresceu significativamente ao longo do período. Quanto ao índice de qualidade de água este, obteve classificação Média, em quase todo período de monitoramento apresentando como de classificação ruim em apenas cinco campanhas, independente do índice por contaminação por tóxicos. Apesar da classificação do IQA, este apresenta limitações, devendo ser considerado o índice de contaminação por tóxico, pois o mesmo apresenta riscos à saúde humana.
PALAVRAS–CHAVE: Qualidade de água, metais pesados, água superficial.

COMPARISON OF WATER QUALIADE INDICES AND TOXIC CONTAMINATION IN THE GREEN RIVER , IN THE OF SOLEDADE DE MINAS DOWNSTREAM - MG

ABSTRACT: Water quality is affected by human activities such as domestic and industrial releases, which may pose risks to human health, mainly by high concentrations of heavy metals in the stream. In this sense, the aim of this study was to evaluate the toxic

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

contamination indices (CT) and the water quality index in a series of monitoring data of water quality, to a station in the Rio Verde downstream of the Soledad municipality of Minas Gerais - MG. The data were obtained from the Mining Institute of management of IGAM waters, with 1997 monitoring period to 2012 and the rates determined according to the methodology proposed by IGAM. The limits of toxic contamination index parameters were compared with Normative Deliberation COPAM-CERH 01/2008. It was observed that the metals that showed concentrations above the limits established by law have the total lead and total chromium at the beginning of the monitoring period is classified as high and medium contamination, which decreased significantly over the period. As for the water quality index this, got rating average in almost all monitoring period presenting as bad rating in five campaigns, regardless of the content contamination by toxic. Despite the classification of the IQA, this has limitations and should be considered toxic contamination index because it presents risks to human health.
KEYWORDS: Water quality, heavy metals, surface water.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das atividades antrópicas sem um planejamento adequado tem proporcionado, à escala global, a degradação da qualidade das águas, através do lançamento de efluentes sem tratamento prévio e planejamento inadequado do uso do solo, comprometendo a utilização das águas (Lopes et. al.,2008). E ainda, podem apresentar riscos á saúde humana, principalmente por altas concentrações de metais pesados no curso d'água

Afim de monitorar os efeitos das atividades humanas na qualidade das águas dos rios utilizam-se de índices práticos e objetivos que permitem a avaliações periódicas dos parâmetros que determinam tal qualidade. *"O Índice de Qualidade das Águas (IQA) retrata através de um índice único global , a qualidade das águas em um determinado ponto de monitoramento"* (Von Sperling 2014). *"O IQA não considera a presença de substâncias tóxicas. Um índice frequentemente utilizado para representar o potencial de toxicidade de uma água é o denominado Índice de Contaminação por Tóxicos (CT)"* (Von Sperling ,2014). O índice CT é complementar ao IQA , uma vez que a mensuração dos componentes tóxicos é de grande importância para a saúde humana e dos ecossistemas.

Neste contexto, verifica-se a importância de se avaliar os índices de contaminação por tóxicos (CT) e o índice de qualidade de água em uma série de dados de monitoramento da qualidade de água, para uma estação no Rio Verde à jusante do município de Soledade de Minas Gerais – MG.

MATERIAIS E MÉTODOS

Séries históricas de qualidade de água foram obtidas junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM para a estação BG028 localizada no Rio Verde, a jusante da cidade de Soledade de Minas, com período de monitoramento de 1997 a 2012 (Figura 1).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 1- Localização da estação de monitoramento de qualidade de água (BG028) no Rio Verde – Soledade de Minas

O município de Soledade de Minas se localiza no extremo sul de Minas Gerais, na bacia do Rio Verde, possuindo temperatura média anual de 19,1°C com clima tipo Cwb segundo classificação de Köppen caracterizado por uma estação seca entre abril e setembro e uma estação chuvosa de outubro a março.

O presente trabalho utilizou da metodologia proposta pelo IGAM para a definição do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e de Contaminação por Tóxicos (CT).

Para a determinação do IQA (eq. 1) foram considerados um conjunto de nove parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade de água e seus respectivos pesos de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA: oxigênio dissolvido (OD) 0,17; coliformes fecais (CF) 0,15; potencial hidrogenionico (pH) 0,12; demanda bioquímica de oxigênio (DBO) 0,10; fosfato total (FOS) 0,10; temperatura da água (TEMP) 0,10; nitratos (NIT) 0,10; turbidez (TUR) 0,08 e sólidos totais (ST) 0,08(PNMAII, 2006). Existem dois métodos para o cálculo, o multiplicativo e o aditivo , no qual o primeiro é utilizado por este órgão gestor. Após o cálculo, o nível de qualidade da água é definido de acordo com a Tabela1.

A equação 1 define o IQA :

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} qi^{wi} \quad (1)$$

Em que qi é a qualidade do parâmetro i obtido através da curva característica de qualidade e wi é o peso atribuído ao parâmetro i, em função da sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

Obs.:Os valores de qi e wi são adimensionais.

Tabela 1: Classificação do Índice de Qualidade das Águas – IQA

Nível de qualidade	Faixa	Significado
Excelente	90 <IQA≤100	Águas apropriadas para tratamento
Ótimo	70 <IQA≤90	convencional visando o abastecimento público.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Médio	50 <IQA≤70	
Ruim	25 <IQA≤50	Águas impróprias para tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados.
Muito Ruim	0 ≤IQA≤25	

Fonte : IGAM (2015)

Para caracterização da contaminação por tóxicos (CT) tomou-se como base a Tabela 2. Foram comparados os valores analisados com os limites definidos nas classes de enquadramento do cursos d'água, adotou-se os limites para a classe 2, pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008. A CT é classificada como alta, média ou baixa em função das concentrações dos seus respectivos parâmetros.

É considerado de contaminação baixa o parâmetro que exceda em até 20% o limite do enquadramento, média o que se enquadra entre 20-100% e alta os superiores a 100%. A tabela 2 define tal classificação:

Tabela 2 – Classificação da Contaminação por Tóxicos – CT

Contaminação	Concentração em relação à classe de enquadramento
Baixa	Concentração ≤1,2*P
Média	1,2* P < concentração ≤ 2*P
Alta	concentração ≥2*P

Fonte : IGAM (2015)

.

Onde :

P = Limite de Classe definido na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008.

A pior situação encontrada no conjunto total de resultados das campanhas de amostragem , para qualquer parâmetro tóxico , define a faixa de contaminação do período analisado (IGAM, 2004). Portanto, se apenas um dos parâmetros tóxicos em uma dada estação de amostragem apresentar-se duas vezes acima de sua concentração limite, em pelo menos duas das campanhas do ano em análise, a contaminação por tóxicos de curso d'água monitorado naquela estação de amostragem será considerada alta. (PNMA II, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Índice de Qualidade da Água calculado para o Rio Verde utilizando a metodologia aplicada pelo IGAM apresentou classificação Média em quase todo o período de análise (Figura 2) , obtendo classificação Ruim em apenas cinco campanhas (09/12/1999 ; 29/11/2002 ; 08/12/2006; 31/10/2008 e 04/11/2012), podendo estar associados a maior quantidade de coliformes termotolerantes e turbidez. Observa-se ainda que as classificações ruins se deu no período chuvoso, que, muito possivelmente contribuiu para o arraste de sólidos e fezes de animais para o Rio Verde, porém tais valores independem das Contaminações por Tóxicos, onde as piores classificações se deram em períodos diferentes.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

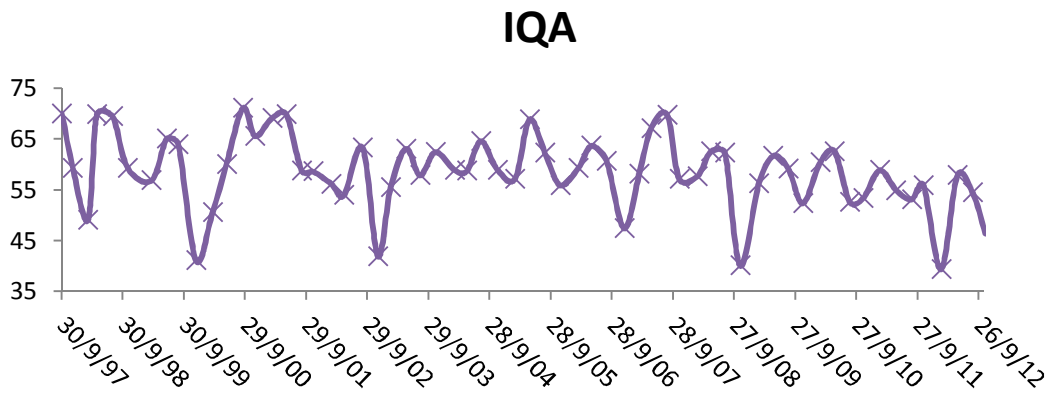


Figura 2 – Índices de Qualidade da Água do Rio Verde no período de 1997 a 2012.

Nas Figuras 3 e 4 é possível observar que a contaminação por tóxico superou o limite estabelecido para a classe 2 da DN COPAM_CERH 01/2008.No início do período de monitoramento em apenas dois parâmetros , chumbo total e cromo total , sendo classificados como de alta e média contaminação, respectivamente. Sendo ainda que a contaminação por esses dois parâmetros foram em períodos coincidentes, sugerindo algum tipo de contaminação por despejos industriais. Ao decorrer o período de monitoramento, houve expressiva redução das concentrações de ambos e a manutenção abaixo do limite, possivelmente podendo ser relacionado com a legislação ambiental e maior intensificação na fiscalização.

O chumbo total decresceu a partir de 1998 atingindo certa estabilidade abaixo do limite preferido pela legislação, ocorrendo nova proximidade ao limite no ano 2000, mas posterior regressão à estabilidade (FIGURA 3).

O cromo total decresceu de seu ápice em 1998 atingindo no mesmo ano o limite estabelecido pela legislação, no entanto este foi mantido até o ano 2000 a partir do qual regrediu e adquiriu certa estabilidade abaixo do limite preferido (FIGURA 4).

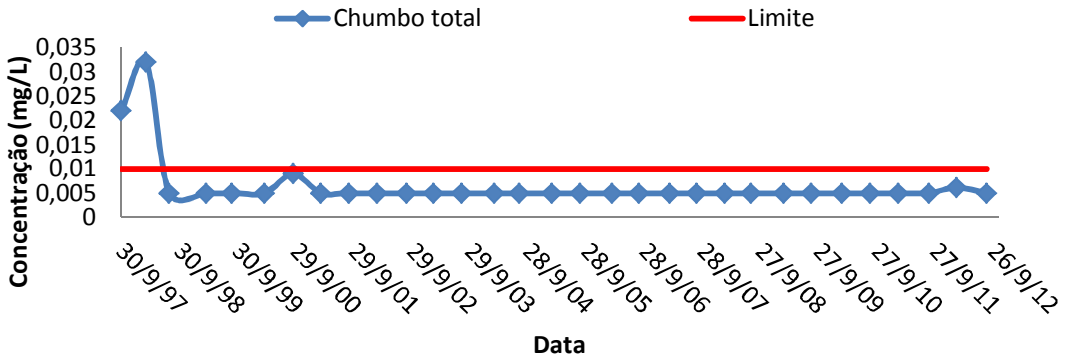


Figura 3 – Concentração de chumbo total no período de 1997 a 2012.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

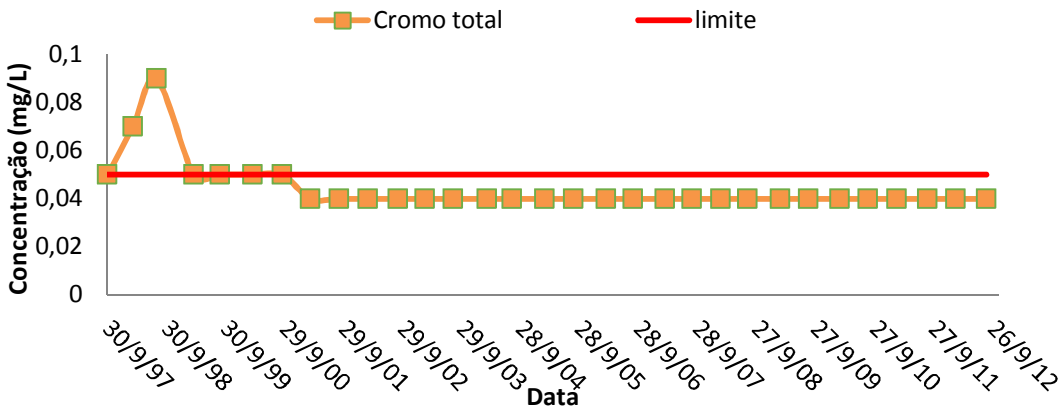


Figura 4 – Concentração de cromo total no período de 1997 a 2012.

CONCLUSÃO

A Estação BG028, no Rio Verde apresentou Contaminação por Tóxicos (CT) alta início da campanha de amostragem, na qual o chumbo total e o cromo total excederam os limites pré-estabelecidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008. No entanto, no decorrer das amostragens houve significativa diminuição destes metais.

O Índice de Qualidade da Água (IQA) obteve classificação Média durante praticamente, todo o período de análise, no qual apenas cinco atingiram a classificação Ruim, no período chuvoso, sendo os parâmetros coliformes termotolerantes e turbidez os responsáveis por essa classificação. Isso define que a água poderia ser utilizada para consumo humano após tratamento convencional , exceto nas cinco campanhas períodos que deveriam ter passado , na época , por um tratamento avançado antes do consumo.

Apesar da classificação do IQA, este apresenta limitações, sendo necessário o estudo conjunto da Contaminação por Tóxicos , uma vez que este último interfere diretamente na saúde humana e na dinâmica do ecossistema aquático.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Relatório de monitoramento das águas superficiais na Bacia do Rio Doce. 231p. Belo Horizonte: 2004.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUA. Monitoramento da água superficial. 2015. Disponível em:< http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas/monitoramento/agua-superficial> . Acesso em: 07 out. 2015.

LOPES, F. W.A., MAGALHÃES Jr, A. P., PEREIRA, J. A.A.. Avaliação da Qualidade das Águas e Condições de Balneabilidade na Bacia do Ribeirão de Carrancas-MG. RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 13 n.4 Out/Dez 2008, 111-120

MINAS GERAIS. Deliberação normativa conjunta COPAM/CERH-MG, n°01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes,

e dá outras providências. Disponível em: < http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma =8151>. Acesso em: 20 Ago. 2015.

PROGRMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE PNMA II. Aperfeiçoamento do Monitoramento da qualidade das águas da Bacia do Alto Curso do Rio das Velhas: Avaliação dos resultados 2002 a 2004/ Programa Nacional do Meio Ambiente, Belo Horizonte, 2006. 212 p.

VON SPERLING, MARCOS. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG ,2014. 512 p.: il. – (Princípios de tratamento de águas residuárias, v. 7).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

COMPARATIVO ENTRE AS LAJES MACIÇAS E LAJES TRELIÇADAS UNIDIRECIONAIS

LEILA MESQUITA NASCIMENTO[1], RODRIGO PEREIRA PERES[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO NETO[4]

[1] Graduanda em Eng. de Produção, FUPAC, (32)99496781, leilamesquitanascimento@hotmail.com
[2] Graduado em Engenharia Civil, FUPAC, coordenacaoengenhariacivil@ubafupac.com.br
[3] Mestre em Engenharia Civil, Universidade federal de Viçosa, israeliasbikcivil@gmail.com
[4] Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamato@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A laje tem um papel importante nas edificações. É a primeira estrutura a receber as cargas geradas pelas pessoas, móveis e toda carga vertical, e transmiti-las às vigas e aos pilares que, consequentemente descarregam na fundação. Este trabalho tem como objetivo verificar através de revisões bibliográficas as vantagens e desvantagens das lajes maciça e pré-fabricada treliçada unidirecional, e fazer comparação de cálculo estrutural de duas edificações de quatro pavimentos com as mesmas projeções, onde a primeira é executada utilizando a laje tradicional maciça e a segunda a laje pré-fabricada treliçada unidirecional com elemento de enchimento em poliestireno expandido, e verificando qual laje será mais eficiente e econômica. A laje maciça tem boa utilização quando os vãos são de pequenas dimensões, e inviável quando são maiores devido ao seu alto peso e encarecimento da obra por ser uma estrutura montada in loco com grande quantidade de formas e escoramento. As lajes treliçadas mostraram-se mais eficientes ao comparados à rapidez na montagem devido à eliminação de formas. Economicamente são mais eficientes para atender altas cargas e vencer grandes vãos; apresenta facilidade nos cálculos das vigotas pelo fato de ser unidirecional e ter o mesmo cálculo utilizado na viga T. Os cálculos das edificações mostraram uma redução de concreto e aço de todos os pavimentos que utilizaram a laje treliçada, tornando-a mais vantajosa à medida que aumenta a quantidade de pavimento, trazendo uma maior economia nos pilares da garagem e na fundação.
PALAVRAS–CHAVE: Laje pré-moldada, Laje maciça, Comparativo de cálculo.

COMPARISON BETWEEN SLABS AND MASSIVE ONE-WAY SLABS LATTICE

ABSTRACT: The slab has an important role in the buildings. It is the first structure to receive the loads generated by the people, and all vertical load, and transmit them to the beams and pillars that subsequently discharge at the Foundation. This work aims to verify through bibliographical reviews the advantages and disadvantages of solid slabs and lattice precast one-way, and make comparison of structural calculation of two four-storey buildings with the same projections, where the first is carried out using the traditional massive slab and the second the prefabricated slab one-way filling element lattice in expanded polystyrene , and checking which slab will be more efficient and economical. The massive slab has good

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

use when the openings are small and impractical when are larger due to its high weight and prices of the work for being a structure mounted on the spot with great amount of forms and shoring. Truss slabs showed more efficient when compared to the speed in the Assembly due to the Elimination of molds. Economically are more efficient to meet high loads and win large spans; features ease in the calculations of the beams is unidirectional and have the same calculation used in beam t. calculations of buildings showed a reduction of concrete and steel from all the floors that used the lattice slab, making it more advantageous as it increases the amount of pavement, bringing greater economy in the garage and pillars in the Foundation.
KEYWORDS: Slab-Precast, Massive Slab, Comparative calculation.

INTRODUÇÃO

Lajes são elementos estruturais de concreto armado com a função de receber as cargas de utilização das edificações, aplicadas nos pisos e transmiti-las às vigas. As vigas por sua vez transmitirão às cargas recebidas aos pilares que irão transmitir todo esse carregamento para as fundações. Esse é o modelo básico de um edifício de concreto armado.

Uma estrutura de concreto armado é uma ligação solidária, fundida de concreto com uma estrutura resistente à tração, o aço. Normalmente, a peça é constituída só de concreto na parte comprimida e de aço na parte tracionada. Para um bom funcionamento do concreto armado, o aço deve ser envolvido completamente pelo concreto, de forma que sejam trabalhados e deformados juntos, ou seja, quanto maior o atrito entre ambos, melhor seu desempenho. Dimensionar uma estrutura de concreto armado é determinar a seção de concreto e de aço, tal que, a estrutura não entre em colapso. A estrutura de concreto armado deve ser econômica, durável, apresentar boa proteção à armadura, impedindo sua corrosão, o que levaria a ruína da peça (BOTELHO; MARCHETTI, 2010).

Os pisos que irão receber as cargas de utilização das edificações podem ser executados com diversos tipos de lajes como as maciças, diversos tipos de lajes pré-fabricadas, lajes nervuradas, lajes cogumelo, lajes mistas (nervurada e cogumelo). A definição pelo tipo de laje que será executada dependerá de questões econômicas e de segurança, ou seja, caberá uma análise no momento do projeto para identificar a laje recomendada para a edificação a ser construída.

As lajes treliçadas têm um grande destaque na moderna construção civil, devido à alta resistência, qualidade, segurança e capacidade de vencer grandes vãos e suportar altas cargas. Além de atender bem no quesito de segurança, a laje com armadura em forma de treliça traz uma considerável redução no uso de formas e escoramento *in loco* comprovando assim sua economia e racionalidade. É por esses motivos que esse tipo de laje tem grande ascensão nas grandes cidades pela qualidade e melhor relação custo/benefício sobre as demais lajes.

Segundo Cichinelli, (2012) uma recente pesquisa feita pela Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto, apresentou que, quando se fala em pré-moldado logo vem à mente dos construtores a otimização de mão de obra, redução de prazo, de resíduos e melhor qualidade na estrutura e acabamento.

De acordo com Porto (2012, p.63) “nos últimos anos a aceitação do pré-moldado tem crescido. Temos de difundir a tecnologia. Hoje, o discurso é mais fácil, pois o mercado está demandando racionalização e eco eficiência”.

O objetivo do trabalho é verificar através de revisões bibliográficas as vantagens e

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

desvantagens da laje maciça e da laje pré-fabricada treliçada unidirecional com enchimento em Poliestireno expandido (EPS) e desenvolver um comparativo entre duas edificações idênticas de quatro pavimentos onde a primeira edificação será utilizada lajes maciças e na segunda será utilizada a laje pré-fabricada treliçada utilizando elemento de enchimento em EPS. Pretende-se verificar qual laje será mais eficiente e econômica em relação a concreto e aço.

REFERENCIAL TEÓRICO

Lajes são as estruturas que primeiro recebem as sobrecargas oriundas dos esforços externos, são na maioria das vezes retangulares e de espessura relativamente pequena, as lajes têm a função de receber as cargas acidentais e junto com seu peso próprio distribuir para as vigas. (BOTELHO; MARCHETTI, 2010).

As lajes são áreas planas limitando andares e suportando o revestimento de pisos das quais são atribuídas às funções; resistência, térmica e acústica. As lajes podem ser empregadas tanto em residência quanto em indústrias, a parte da resistência deve ser atendida nos dois casos, já a parte térmica e acústica em casos específicos, geralmente mais indicados em residências. (GERRIM; LAVAUR, 2002b)

De acordo com Guerrim e Lavaur (2002a) o cálculo das lajes deve visar os cálculos dos momentos e suas deformações e também as reações nas vigas de apoio.

Podem-se distinguir duas grandes classes de lajes: a moldada *in loco*, conhecida como laje tradicional e a laje pré-moldada, podendo a fabricação ser total ou parcial.

De acordo com a NBR14859-1 (ABNT, 2002), lajes pré-fabricadas unidirecional são lajes nervuradas constituídas por nervuras dispostas em uma única direção executada industrialmente, ou mesmo em canteiro de obras sob rigoroso controle de fabricação, complementadas por elemento de enchimento e uma capa de concreto lançada no local da obra.

Inicialmente, as lajes apresentavam o aspecto tradicional, maciça em concreto armado, tendo como características seu enorme peso e um alto consumo de formas e escoramento.

Logo após, surge a laje nervurada que possibilita vencer grandes vãos, apresenta consumo de concreto reduzido, diminuindo assim a sobrecarga que irá para a fundação. A desvantagem desse tipo de laje é o alto custo das formas. Surge a laje pré-moldada tradicional onde se tem economia de concreto, reduzindo, assim a sobrecarga que chega até as fundações, e uma enorme economia em relação às formas. Apresenta como desvantagem a pequena capacidade de carga e aparecimento de fissura. Surge então a laje treliçada que tem a mesma vantagem da laje tradicional, mas com muito menor risco de fissuras e maior capacidade de cargas (BOTELHO; MARCHETTI, 2011).

De acordo com a Associação Brasileira do Poliestireno Expandido (ABRAPEX) 2006, a partir de 1970 as lajes começaram cada vez mais exigirem vãos grandes e a receber as alvenarias diretamente sobre elas. Com isso, as lajes nervuradas mostraram-se uma melhor alternativa e as técnicas de pré-fabricação passaram a ganhar espaço na execução das estruturas. A execução de métodos com elementos pré-fabricados foi o caminho encontrado pela engenharia civil para reduzir os custos das edificações. Hoje, é possível vencer vãos de até 14 metros utilizando vigotas treliçadas pré-fabricadas com blocos leves de EPS.

“As lajes maciças correspondem a cerca de 50% do consumo de concreto numa

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

construção convencional de prédios, e, portanto, a 50% do peso próprio que vai pra fundação" (BOTELHO; MARCHETT, 2011, p. 104).

As lajes maciças consideradas como lajes tradicionais são montadas em cruz ou unidirecional que formam juntamente com as vigas e pilares uma estrutura monolítica, e sua execução encarece a obra pelo fato de ser uma estrutura montada in loco onde traz um gasto elevado devido a grandes quantidades de fôrmas e escoramento (ADÃO; EMERLY, 2010).

As lajes maciças mostram-se muito eficientes, desde que não precisem vencer grandes vãos e suportar altas cargas. Nestes casos, há um aumento em sua espessura e consequentemente um aumento em seu peso próprio inviabilizando sua utilização (GASPAR, 1997).

Conforme a ABRAPEX (2006), adoção de métodos de construção com elementos pré-fabricados foi o caminho encontrado pela engenharia civil para a redução de custos das edificações.

O dimensionamento das lajes maciças de concreto armado mostra que as tensões de compressão nas mesmas são muito baixas, e que a seção resistente de concreto armado solicitado à flexão estava em boa parte submetida a tensões de tração, resistida pelas armaduras, sem qualquer colaboração da maior parte do concreto.

A ideia era a eliminação do concreto tracionado, pois o mesmo tem pouca capacidade de resistir à tração e manter o concreto comprimido do outro lado da seção. Para poder eliminar o concreto na área tracionada eram colocados materiais inertes de enchimento, mas essa eliminação não poderia ser total, então retiraram apenas uma parte do concreto tracionado e deixaram a outra parte para que pudesse alojar a armadura de tração e ter a ligação com o concreto comprimido, mantido na forma de uma capa superior da laje, formando assim, as nervuras resistentes a flexão. Essa foi à ideia que levou as lajes nervuradas.

A laje treliçada trata-se de um pré-moldado unidirecional (armada em uma direção) fabricado, em centrais de fornecimento. É composto por treliça metálica espacial, base de concreto e elemento de enchimento que pode ser lajota, bloco de concreto ou EPS (BOTELHO; MARCHETTI, 2011).

Após a montagem da laje treliçada no local, coloca-se um concreto preparado na obra ou em usina que é chamado de capa de concreto. De acordo com o projeto da laje, pode ser adicionado, armadura positiva para resistir a grandes cargas e grandes vãos, armadura negativa nos apoios para diminuir as fissuras e uma armadura transversal de distribuição.

No que se refere ao processo de economia, "As lajes pré-fabricadas surgiram para ficar. Realmente, a economia se faz com a dispensa de fôrmas em toda a extensão de uma laje, além de poder diminuir o escoramento, justifica seu uso" (ADÃO, HEMERLY, 2010, p.72). Isso mostra que a preferência por lajes pré-fabricadas pode trazer grandes vantagens quando comparada com as lajes montadas *in loco.*

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram analisadas através de cálculo estrutural duas edificações idênticas, sendo uma em laje maciça e a outra com laje treliçada (FIGURA 1).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

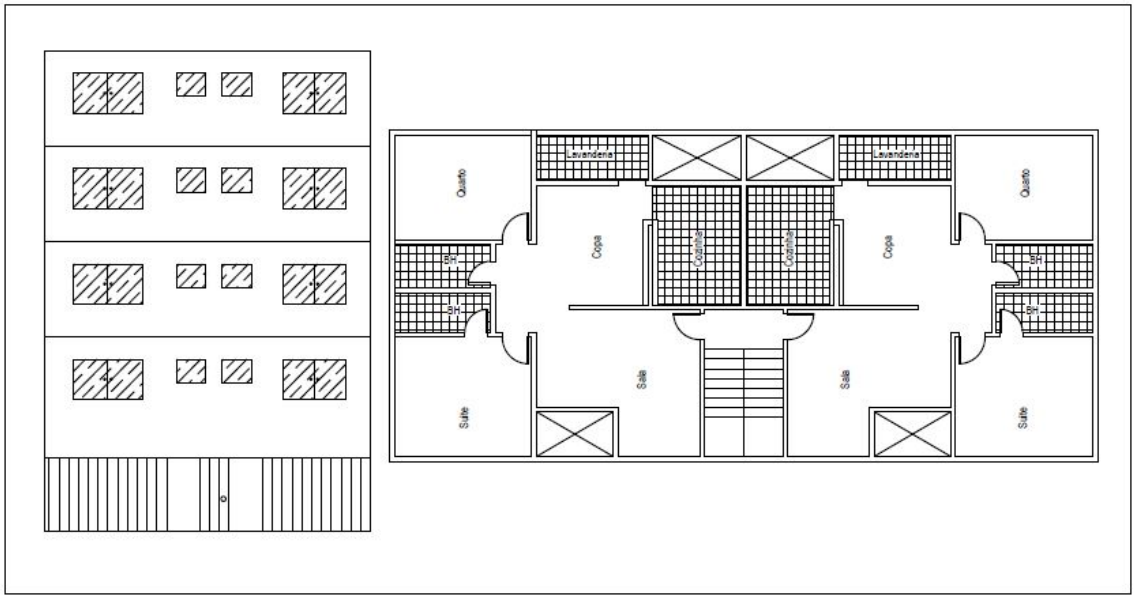


FIGURA 1 – Projeto da fachada e da planta da edificação em estudo

Os cálculos das edificações foram baseados na literatura de Concreto Armado Eu Te Amo volume I, 2010 e para fins de desenho foi utilizado o software Auto CAD 2007 F. Para facilitar os cálculos, utilizou-se a Microsoft Excel, e para a identificação dos momentos fletores nas vigas foi utilizado o software ftool.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente é apresentada a disposição de cada laje na edificação em análise, o sentido da ferragem e os diâmetros de cada aço a serem distribuídos no local (FIGURA 2) e o sentido das vigotas treliçadas seguido do EPS que serão distribuídos na obra (FIGURA 3).

De acordo com a comparação das lajes nota-se que a execução da laje maciça é mais trabalhosa, pelo fato da utilização de fôrmas e a distribuição do aço com os espaçamentos necessários.

A FIGURA 4 mostra a posição das vigas, a FIGURA 5 e FIGURA 6 mostram o projeto de distribuição de aço nas vigas das duas edificações em análise.

A viga 1 é representada com seção de 15 cm na direção do eixo x, 30 cm na direção do eixo y, 2 aços na bitola (diâmetro) de 10mm na parte superior, 2 aços na bitola de 10mm na parte inferior (FIGURA 5).

Verificou-se que as vigas do projeto executado com a laje treliçada mostraram uma economia de 5,4% de aço.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

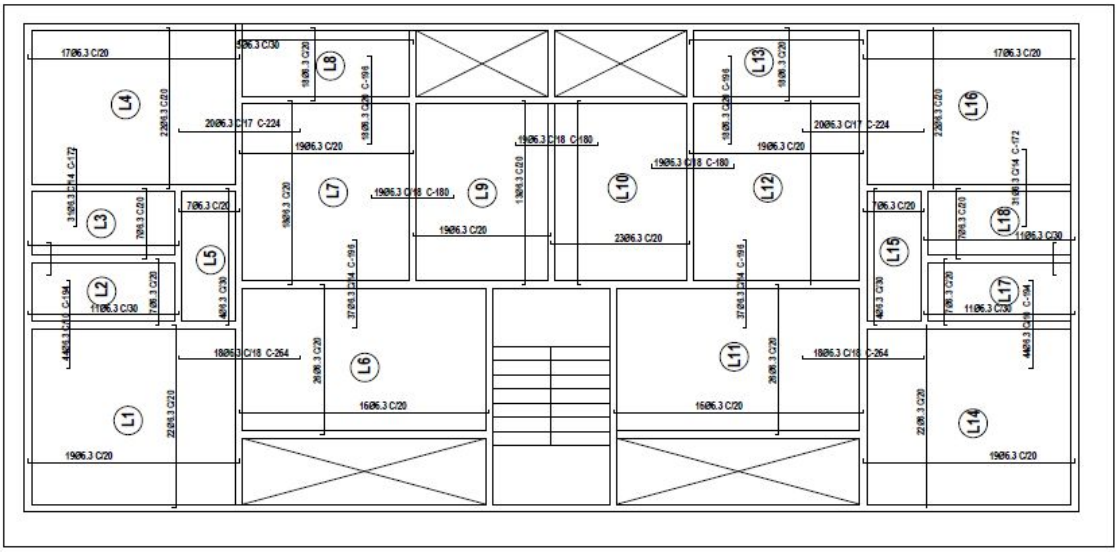


FIGURA 2 – Projeto da laje Maciça

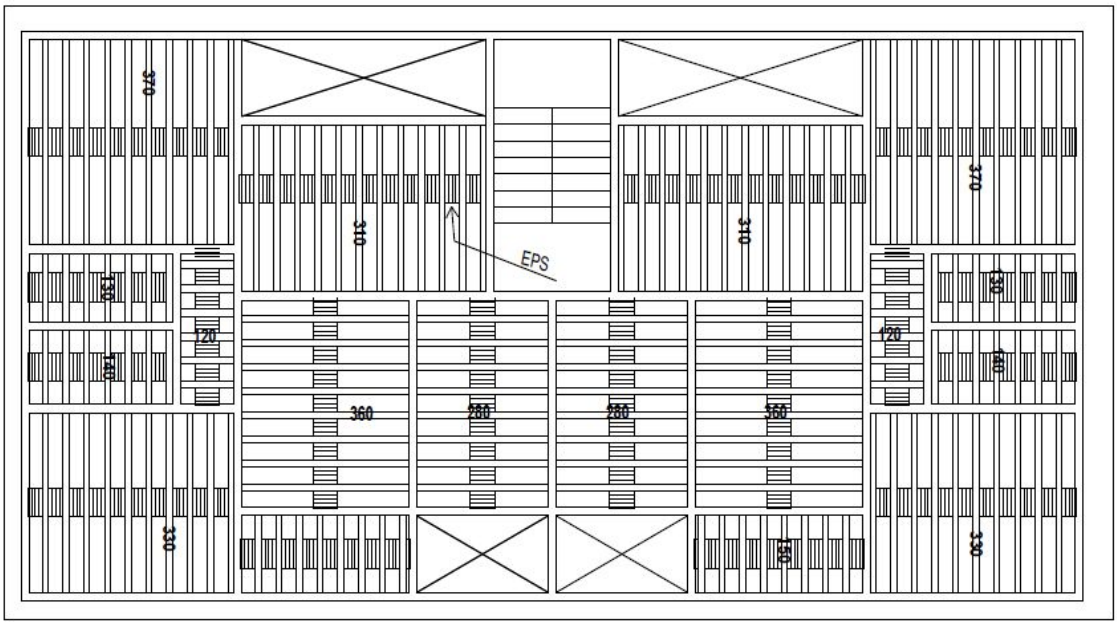


FIGURA 3 – Projeto da laje Treliçada

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

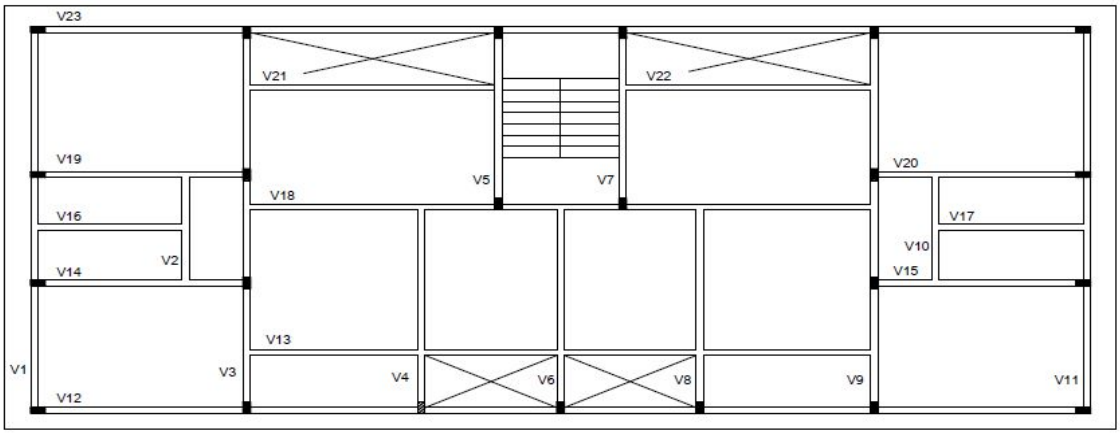


FIGURA 4 - Posição das vigas das duas edificações

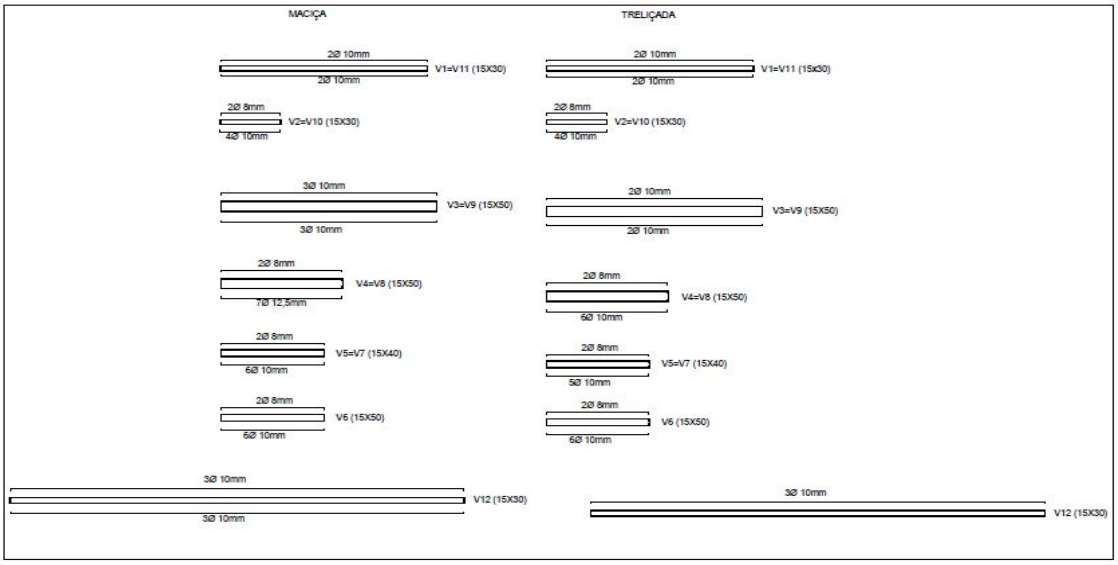


FIGURA 5 – Detalhamento de vigas

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

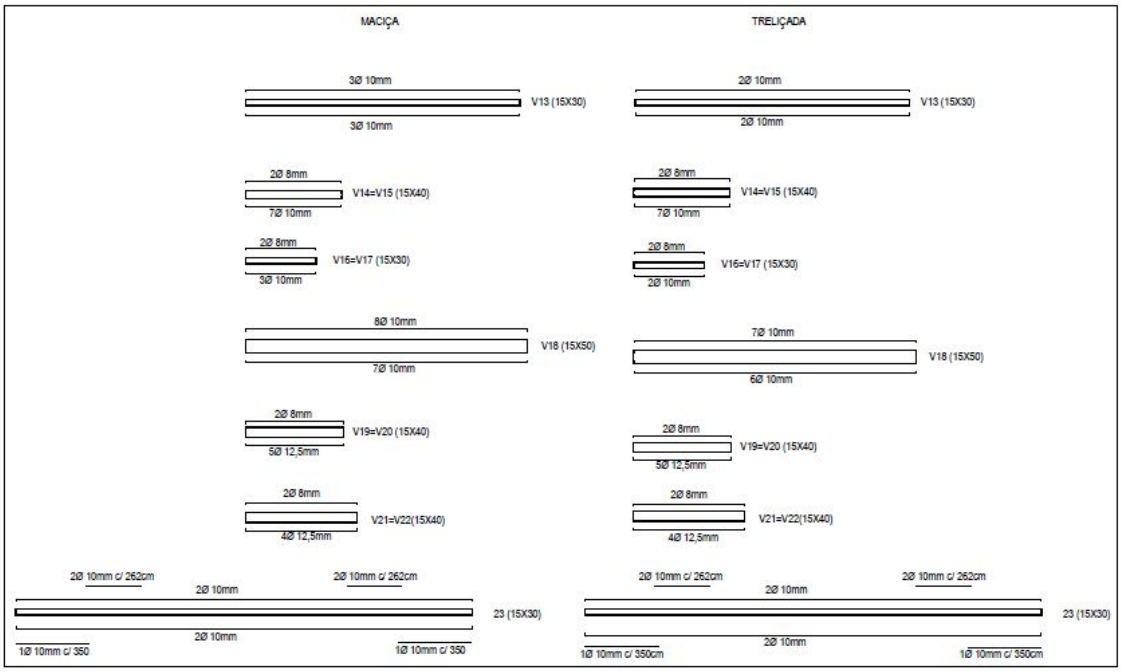


FIGURA 6 – Detalhamento de vigas

Em relação aos pilares do quarto pavimento, verificou-se que o projeto feito com a laje treliçada manteve o mesmo consumo em relação ao concreto e uma redução de 3,5% no consumo de aço em relação ao projeto executado com a laje maciça. No terceiro pavimento, uma redução no projeto executado com a laje treliçada de 5,3% no consumo de concreto e 3% no consumo de aço. No segundo pavimento, o projeto da laje treliçada apresentou uma redução no consumo de concreto de 2,5% e 10,3% em relação ao aço. No primeiro pavimento, o projeto executado com a laje treliça apresentou mais economia trazendo uma redução de 8,5% em relação ao concreto e 13,75% em relação ao aço. Na garagem, verificou-se uma redução em relação ao aço de 21% no pilar onde se utilizou a laje treliçada.

A FIGURA 7 apresenta a localização das sapatas em planta e a FIGURA 8, o resultado dos cálculos das sapatas das duas edificações.

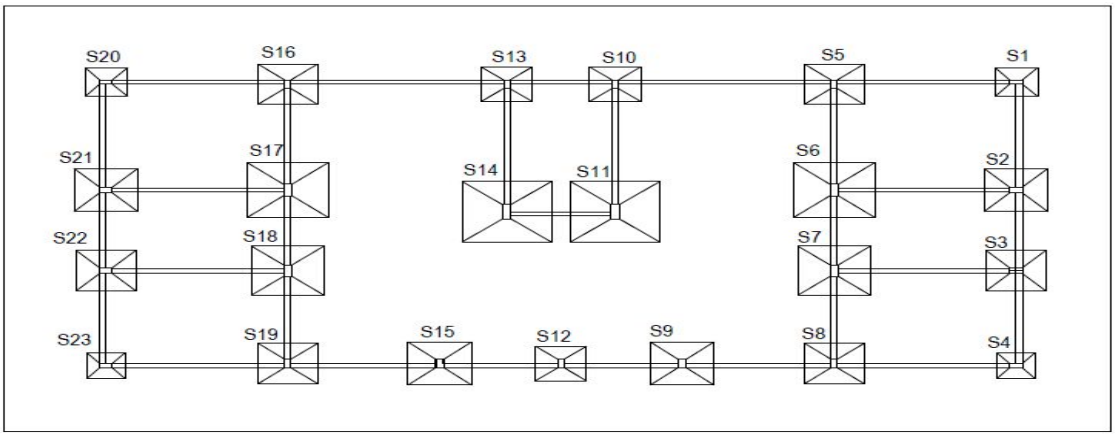


FIGURA 7 – Sapatas das duas edificações

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MACIÇA			TRELIÇADA		
DIMENSÂO (cm)	X	Y	DIMENSÂO (cm)	X	Y
S1=S20 (100x100)	4Ø10mm c/ 25	4Ø10mm c/ 25	S1=S20(90x90)	4Ø10mm c/ 25	4Ø10mm c/ 25
S2=S21 (150x150)	10Ø10mm c/ 15	11Ø10mm c/ 14	S2=S21 (140x140)	8Ø10mm c/ 15	9Ø10mm c/ 16
S3=S22 (140x140)	8Ø10mm c/ 18	9Ø10mm c/ 16	S3=S22 (140x140)	7Ø10mm c/ 19	8Ø10mm c/ 17
S4=S23 (90x90)	4Ø10mm c/ 25	4Ø10mm c/ 25	S4=S23 (90x90)	4Ø10mm c/ 25	4Ø10mm c/ 25
S5=S16 (140x140)	9Ø10mm c/ 16	7Ø10mm c/ 19	S5=S16 (130x130)	7Ø10mm c/ 18	6Ø10mm c/ 21
S6=S17 (190x190)	27Ø10mm c/ 7	19Ø10mm c/10	S6=S17 (140x140)	19Ø10mm c/ 9	13Ø10mm c/13
S7=S18 (170x170)	17Ø10mm c/10	13Ø10mm c/ 13	S7=S18 (160x160)	15Ø10mm c/11	11Ø10mm c/ 15
S8=S19 (140x140)	12Ø10mm c/ 21	6Ø10mm c/ 25	S8=S19 (130x130)	5Ø10mm c/ 24	5Ø10mm c/ 25
S9=S15 (150x150)	12Ø10mm c/ 13	10Ø10mm c/ 15	S9=S15 (140x140)	9Ø10mm c/ 16	8Ø10mm c/ 18
S10=S13 (120x120)	5Ø10mm c/ 23	5Ø10mm c/ 25	S10=S13 (110x110)	5Ø10mm c/ 24	4Ø10mm c/ 25
S11=S14(210x210)	26Ø10mm c/ 8	21Ø10mm c/ 10	S11=S14 (200x200)	29Ø10mm c/ 7	22Ø10mm c/ 9
S12 (120x120)	5Ø10mm c/ 23	5Ø10mm c/ 25	S12 (120x120)	5Ø10mm c/ 22	5Ø10mm c/25

FIGURA 8 – Detalhamento das sapatas das duas edificações

De acordo com a FIGURA 8, a sapata 1 da obra calculada com a laje maciça é representada na dimensão de 100 cm no eixo x, com 4 aços na bitola de 10 mm a cada 25 cm de espaçamento entre elas e 100 cm no eixo y, com 4 aços na bitola de 10 mm espaçada a cada 25 cm.

Através dos cálculos verificou-se que a edificação calculada com a laje treliçada, houve uma redução na sapata de 6,2% em relação ao consumo de concreto e 18% de redução em relação ao consumo de aço.

CONCLUSÕES

De acordo com os objetivos propostos, na comparação feita observa-se que a edificação projetada com a laje treliçada apresenta rapidez em sua montagem, devido à ausência de fôrmas, gerando redução de tempo e mão de obra. Apresenta, também, a vantagem de ser economicamente viável para vencer grandes vãos e suportar altas cargas.

Verificou-se que a edificação feita com a laje treliçada, apresentou economia em concreto e aço nos pilares e vigas, de todos os pavimentos dimensionados, melhorando as vantagens nos pilares à medida que aumenta o número de pavimentos. Em relação à fundação, a carga gerada para o solo foi menor que a carga gerada pela edificação da laje maciça.

Pode trazer benefícios também na parte estética da obra, pelo fato de terem pilares com seções menores que a edificação feita com a laje maciça. Verificou-se, comprovando que a proposta da utilização da laje treliçada unidirecional se mostrou eficaz, considerando o desempenho estrutural, o processo de execução e a viabilidade econômica na edificação em estudo.

Devido aos avanços na construção civil, a busca é cada vez maior por novos métodos construtivos que tragam rapidez e economia. Cabe aos profissionais da área, engenheiros e construtores, especializarem-se em novos métodos para que possam proporcionar aos clientes o tipo de estrutura mais adequada para edificação a ser construída, e não optar sempre pelos processos construtivos tradicionais.

REFERÊNCIAS

ADÃO, F. X.; HEMERLY, A. C.. **Concreto armado:** novo milênio: cálculo prático e econômico. 2.ed. Rio de Janeiro: Interferência, 2010. 224p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14859**. Lajes pré-fabricadas – Requisitos – Parte 1: Lajes Unidirecionais. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **NBR 14860**. Laje pré-fabricada - Pré-laje – Requisitos - Parte 1: Lajes unidirecionais. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **NBR 14862.** Armadura eletrossoldada - Requisitos. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **NBR 6118.** Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 6120.** Cargas para o Cálculo de Estruturas. Rio de Janeiro, 1980.

Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. **Manual de utilização EPS na construção civil**. São Paulo: Pini, 2006. 124p.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O.. **Concreto armado eu te amo,** v.1. 6.ed. São Paulo: Blucher, 2010. 507p.

_____. **Concreto armado eu te amo,** v.2. 3.ed. São Paulo: Blucher, 2011. 333p.

Cichinelli, G. C.. Racionalização industrial. **Construção Mercado.** São Paulo, n.128, Mar. 2012.

Gerdau aços longos S.A. – Consigua. **Certificado de qualidade**, Rio de Janeiro, 2013.

GASPAR, R. **Analise da segurança estrutural das lajes pré-fabricadas na fase de construção.** 1997. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia das Estruturas) - Departamento de Engenharia de Estrutura e Fundação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

GUERRIM, A.; LAVOUR, R. C.; **Tratado de concreto armado:** cálculo do concreto armado**.** V.1. Brasil: Hemus S.A., 2002. 363p.

_____. **Tratado de concreto armado:** estruturas de residências e indústrias, lajes, escadas, balanços e construções diversas. V.3. Brasil: Hemus S.A., 2002. 398p.

GROSSI, R. M. (Inst.). **Curso de Lajes Maciças e Nervuradas.** Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Engenharia Civil, 2013. Apostila

PORTO, S.. Racionalização industrial. **Construção Mercado.** São Paulo, n.128, Mar.2012. Mesa Redonda.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCRETO PROTENDIDO

IORRANA VASCONCELOS[1], BRUNO RODRIGUES[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO NETO[4]

[1] Graduanda em Engenharia da produção, Fundação Presidente Antônio Carlos, iorranavasconcelos@hotmail.com
[2] Graduado em Engenharia da Produção, Fundação presidente Antônio Carlos,
[3] Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, israeliasbik@gmail.com
[4] Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamatoneto@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O seguinte trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica sobre o concreto protendido. A abordagem inclui sua origem, conceitos, composição, tipos de protensão e respectivas aplicabilidades, além dos processos construtivos. Será feita análise comparativa com outros materiais como o concreto convencional, com destaque para a solução de patologias como a fissuração, vantagens e desafios. A superioridade do material em resistência mecânica, a relação custo/aumento da resistência nas diversas estruturas, e a possibilidade da execução de projetos mais ousados, inviáveis com a utilização do concreto convencional também serão apresentados.
PALAVRAS–CHAVE: Concreto, concreto protendido, protensão.

PRESTRESSED CONCRETE

ABSTRACT: The following work aims to present a literature review on the prestressed concrete. The approach includes its origins, concepts, composition, types of prestressing and their applications, in addition to the construction processes. Comparative analysis will be made with other materials such as conventional concrete, with emphasis on the solution of pathologies such as cracking, advantages and challenges. The superiority of material in mechanical strength, the cost/increased resistance in the various structures, and the possibility of executing most daring projects, unviable with the use of conventional concrete. will also be presented.
KEYWORDS: Concrete, prestressed concrete, prestressing.

INTRODUÇÃO

"A protensão pode ser definida como o artifício de introduzir, numa estrutura, um estado prévio de tensões, de modo a melhorar sua resistência ou seu comportamento, sob ação de diversas solicitações" (PFEIL, 1984, p. 1). O concreto tem resistência à tração várias vezes inferior à compressão, sendo necessário medidas para se evitar ou controlar a fissuração. A protensão pode ser empregada como um meio de se criar tensões de compressão prévias nas regiões onde o concreto seria tracionado, podendo também ser empregada como meio de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

solidarização de partes menores de concreto armado, para compor componentes e sistemas estruturais (HANAI, 2005).

Historicamente a ideia de protensão surgiu quase simultaneamente à ideia do concreto armado. Algumas patentes de 1886 e de 1888 foram requeridas por Jackson (Califórnia-USA) e Dohering (Alemanha). Koenem (Berlim-Alemanha), em 1906 aplicou a protensão para reduzir a fissuração de elementos de piso em argamassa. As primeiras tentativas não conseguiram garantir tensões de compressão permanentes no concreto e os efeitos da retração e da deformação lenta do concreto acabavam por anular o efeito do estiramento prévio da armadura. Após os estudos e ensaios feitos por Eugene Freyssinet, a partir de 1928, é que foi possível entender a necessidade do uso de aços que permitissem grandes deformações de estiramento. Eugene verificou que mesmo com a perda do estiramento ao longo do tempo, os esforços de compressão eram transferidos ao concreto (CARVALHO, 2012 *apud* FREYSSINET, 1948).

Objetivo:

O objetivo consiste em definir o que é concreto protendido, bem como as formas de se obter a protensão. São abordadas também as etapas construtivas de peças em concreto protendido, sua utilização nas diversas estruturas e as vantagens e desvantagens sobre os demais materiais similares.

Justificativa:

A escolha do tema foi baseada nas diversas vantagens que o concreto protendido possui sobre outros materiais, e na necessidade de se conhecer suas possibilidades para que seja analisado quando sua escolha é melhor na execução do projeto.

REFERENCIAL TEÓRICO

Conceito de concreto protendido:

O concreto possui diferentes propriedades quanto à compressão e à tração. Esse comportamento pode ser melhorado com a aplicação de uma compressão prévia nas regiões onde as solicitações produzem tensões de tração. Numa viga de concreto armado convencional, sujeita a momento fletor solicitante M (FIG.1), os esforços de compressão são absorvidos pelo concreto (tensões σC), e as armaduras de aço resistem aos esforços de tração (tensões σs) (PFEIL, 1984).

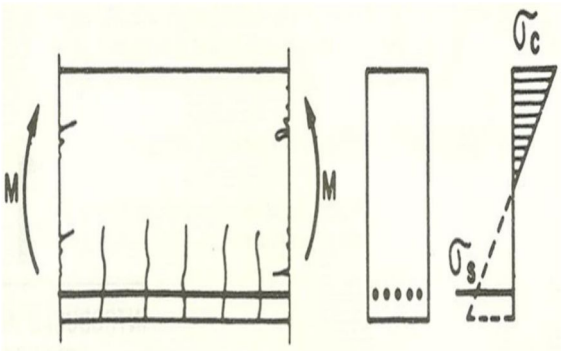


FIGURA 1 – Viga de concreto armado convencional, sujeita a uma solicitação de flexão simples, em serviço.
Fonte: (PFEIL, 1984, p. 2)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Na FIG. 1, a parte superior da seção de concreto é comprimida (σC) e a parte inferior da seção de concreto é tracionada (σs) e há um detalhe de fissuração para efeito de análise. O grande problema na utilização de aços de alta resistência, como nas armaduras de concreto armado é a limitação ocorrida pelas fissuras no concreto. Com o aparecimento das fissuras, a proteção das armaduras contra corrosão é reduzida, e o resultado estético, indesejável.

Definições da Norma Brasileira para os diversos tipos de protensão:

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na norma NBR 6118:2007, a definição dos tipos de protensão quanto à aderência são:

· Concreto com armadura ativa pré-tracionada (protensão com aderência inicial): Concreto protendido em que o pré-alongamento da armadura ativa é feito utilizando-se apoios independentes do elemento estrutural, antes do lançamento do concreto, sendo a ligação da armadura de protensão com os referidos apoios desfeita após o endurecimento do concreto; a ancoragem no concreto realiza-se só por aderência;

· Concreto com armadura ativa pós-tracionada (protensão com aderência posterior): Concreto protendido em que o pré-alongamento da armadura (ativa de protensão) é realizado após o endurecimento do concreto, utilizando-se, como apoios, partes do próprio elemento estrutural, criando-se posteriormente aderência com o concreto de modo permanente, através da injeção das bainhas;

· Concreto com armadura ativa pós-tracionada sem aderência (protensão sem aderência): Concreto em que o pré-alongamento da armadura ativa é realizado após o endurecimento do concreto, sendo utilizado como apoios partes do próprio elemento estrutural, mas não sendo criada aderência com o concreto, ficando a armadura ligada ao concreto apenas em pontos localizados (ABNT, 2007).

Tipos de concreto protendido quanto à intensidade de protensão:

Segundo a ABNT, na norma NBR 6118:2007, os tipos de protensão quanto à sua intensidade tem relação com a durabilidade e a maneira de se evitar a corrosão da armadura. O risco de corrosão é maior na armadura ativa do que nas armaduras passivas e os cuidados a serem tomamos referentes à fissuração no concreto protendido são maiores que em peças de concreto armado.

A norma define os tipos de protensão em: protensão completa, protensão limitada e protensão parcial. A escolha do tipo de protensão depende do tipo de construção e da agressividade do meio ambiente. Elementos com aderência posterior são recomendados para ambiente com fraca e moderada agressividade com o uso de protensão parcial. Para ambientes com agressividade fortes e muito fortes, é recomendada a protensão limitada. A protensão com aderência inicial é recomendada para ambiente com fraca agressividade com protensão parcial. A protensão limitada é recomendada para ambiente com moderada agressividade. A protensão completa é recomendada para ambientes com agressividade forte e muito forte.

Com a definição do tipo de protensão empregada, o uso de concreto com uma resistência à compressão mínima e cobrimentos devem ser atendidos. Tais informações são encontradas nos itens 7.4.2 e 7.4.6A da NBR 6118:2007.

A antiga norma de concreto protendido (NBR 7197), acrescentava às exigências anteriores que, em estruturas de pontes ferroviárias ou vigas de ponte rolantes, só seria admitida protensão com aderência. A protensão sem aderência, segundo a NBR 7197, só poderia ser empregado em casos especiais e sempre com protensão completa (ABNT, 2007).

Materiais utilizados em concreto protendido:

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Os principais materiais utilizados em concreto protendido são:

· Concreto;
· Armaduras não protendidas;
· Armaduras protendidas.

Aplicações do concreto protendido:

- Estacas pré-moldadas protendidas: Indicadas para quando se deseja executar fundações profundas com necessidade de atravessar lençóis freáticos.

Possuem duas situações críticas: o manuseio da estaca até o seu posicionamento e durante a cravação. Uma protensão com aderência inicial permite evitar fissuras e resistir melhor às ações da cravação se comparadas ao concreto armado.

- Radiers: As fundações em radier são lajes apoiadas no solo que sustentam uma estrutura. O uso do concreto protendido constituiu uma boa solução com o uso de cabos de cordoalhas engraxadas.

- Reforço de blocos de fundação de grande dimensão: Utilizados para resolver problemas como erro de execução ou deterioração prematura da armadura de blocos de fundação, os cabos de protensão externos são muito comuns. Também são usados em blocos de grandes dimensões e esforços já no projeto de armadura de protensão (CARVALHO, 2012).

- Pavimentos sobre o solo: Podem ser feitos com fibras, telas, barras ou serem protendidos com barras ou cordoalhas em situações de grande concentração de cargas, como trens de pouso de aviões nas pistas de aeroportos, ou cargas concentradas em pavimentos de indústrias ou rodovias.

- Lajes: Há dois tipos de lajes protendidas: as moldadas no local e as pré-moldadas. As lajes moldadas no local podem ser executadas com protensão aderente ou não aderente (cordoalha engraxada). As lajes pré-moldadas se dividem em três tipos: pré-moldada com trilhos protendidos, laje com painel alveolar e laje em duplo tê.

- Vigas: No Brasil as vigas protendidas são mais usadas em construções pré-moldada. As peças são executadas em fábricas, transportadas até o local, içadas e colocadas na posição final.

- Elementos de cobertura: As coberturas de prédio pré-moldados, principalmente aqueles com grandes vãos (até 25 metros), podem ser executadas com elementos de cobertura como as “telhas” tipo W.

- Reforços em vigas: O reforço em vigas é feito com o uso de cabos externos não aderentes que se apoiam em desviadores e na extremidade da viga.

- Painéis de fechamento: Em estruturas pré-fabricadas, o uso de painéis que resistem ao seu peso, ações horizontais, coberturas e lajes é muito comum. Esses painéis são construídos em concreto protendido.

- Pontes, viadutos e passarelas: A maior aplicação do concreto protendido se dá atualmente nas pontes rodoviárias e ferroviárias. O concreto protendido apresenta, devido às suas características, uma alternativa mais barata e com pequeno custo de conservação.

- Silos e reservatórios: Reservatórios de seção circular são projetados com protensão radial para que se melhore a fissuração das paredes. Podem ser usados cabos verticais e na cobertura.

- Cortinas atirantadas: Na estabilização de taludes são construídas cortinas de concreto ancoradas em rocha ou maciço de terra, por meio de tirantes. Os tirantes são protendidos e permitem a funcionalidade da estrutura.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

- Monumentos: Os monumentos modernos em concreto são feitos em concreto protendido, por esse material apresentar-se mais leves, durável e com pouca deformação.

Vantagens e desvantagens do concreto protendido:

Em diversas situações as estruturas em concreto são mais econômicas que as executadas com outros materiais. Comparadas às estruturas de madeira e aço têm como vantagem manutenção mais simples e mais barata. Comparadas às estruturas de concreto armado, têm a fissuração impedida ou mais controlada na região tracionada nas partes que sofrem flexão.

No quesito economia das estruturas em concreto protendido, pode-se usar um estudo do custo do aço estrutural. Com base neste estudo serão comparados os aços CA25, CA50, CA60, CP175 e CP190 (os três primeiros usados em peças de concreto armado e os dois últimos, em peças de concreto protendido). Levando em consideração somente o custo do aço por quilo, chega-se ao gráfico apresentado na FIG. 2, que pode levar à uma conclusão enganosa. Nele o aço que tem preço menor por quilo é o mais barato.

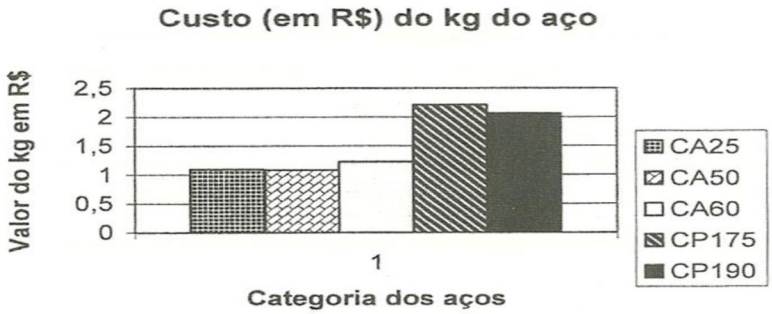


FIGURA 2 – Gráfico com custos das diversas categorias do aço.
Fonte: (CARVALHO, 2012, p. 25)

No gráfico da FIG. 2, as siglas CA e CP significam, respectivamente, aço para concreto armado e aço para concreto protendido. O número junto às siglas representa sua tensão de tração dada em kgf/mm². Assim, um aço CA25, por exemplo, indica que o aço é usado em concreto armado e que possui resistência de 25 kgf em cada mm².

Uma análise mais correta é aquela em que se calcula o custo da força desenvolvida em cada um. Assim, 1 kg de CA25 será capaz de desenvolver uma força proporcional a sua tensão de escoamento (no caso 1,25x25=31,25kN). Na divisão do custo do kg do aço pela tensão, chega-se ao preço necessário para desenvolver a força em questão ou a tensão.

Para uma tensão de 240 N/cm², o valor de cada N/cm² é de R$ 0,44 e para uma tensão de 1900 N/cm², o valor de cada N/cm² é de R$ 0,11, ou seja, quanto maior a tensão do concreto protendido, menor seu custo em cada unidade de tensão.

Existem outras vantagens da protensão, como a diminuição da fissuração, que não é encontrada em estruturas de concreto armado.

O concreto protendido apresenta custo mais baixo que estruturas similares, sendo que as principais vantagens que acabam contribuindo para isto são estruturas:

· mais leves quando comparadas às estruturas em concreto armado por possuir menos concreto em sua composição;
· com grande durabilidade, com pequenos custos de manutenção;
· com boa resistência ao fogo;
· adequada ao uso de pré-moldagens por permitir a execução de vãos maiores com maior resistência pra o armazenamento e transporte;

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

· que apresentam menores deformações que as estruturas similares por serem mais resistentes;
· que fazem parte de uma tecnologia bastante conhecida nos grandes centros do país, necessitando apenas ter uma equipe de montagem de cabos, unidade de protensão e execução de protensão para complementar os trabalhos das equipes de confecção de estruturas de concreto, que existem em todo o país.

As desvantagens dos sistemas em concreto protendido são as mesmas que existem nas estruturas de concreto armado, mas com intensidade menor:
· peso final relativamente alto quando comparado às estruturas metálicas e de madeira;
· necessidade de escoramento e tempo de cura para peças moldadas no local;
· condutibilidade alta de calor e de som;
· dificuldade, em algumas situações, para execução de reformas;
· necessidade de colocação de elementos específicos: bainhas, cabos etc. (CARVALHO, 2012).

CONCLUSÃO

Inúmeras diferenças foram apontadas tanto quanto aos processos construtivos, quanto às várias aplicações do concreto protendido. O mesmo se mostra superior em diversos aspectos quando comparado a outros materiais, como manutenção mais simples e mais barata e redução da fissuração nas regiões tracionadas.

Uma análise entre a tensão suportada e o custo da estrutura deve sempre ser feita já que o mesmo se mostra mais econômico em diversas situações por suportar carregamentos superiores. O sentido econômico do concreto protendido consiste no fato de que os aumentos percentuais de preço são muito inferiores aos acréscimos de resistência utilizáveis, tanto para o concreto como para o aço de protensão.

O concreto protendido traz consigo inovações arquitetônicas, possibilitando a produção de projetos mais ousados antes impossíveis pelas limitações do concreto convencional. As vantagens da protensão são inúmeras e justificam seu emprego mundialmente para a execução de projetos arquitetônicos convencionais e arrojados de pequeno, médio e grande porte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**. Projeto e execução de obras de concreto armado: Projeto de obras. Rio de Janeiro, 2007. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7197**. Projeto de estruturas em concreto protendido. Rio de Janeiro, 1978.

BAUER, L. A. Falcão (Coord.). **Materiais de Construção**. Revisão técnica de João Fernando Dias. VOL 1. 5. ed. rev. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 2008. 471 p.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo**. Vol 1. 7. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2013. 525 p.

CARVALHO, R. C. **Estruturas em concreto protendido**. São Paulo: Pini, 2012. 431 p.

HANAI, J. B. **Fundamentos do concreto protendido**. 2005. 110 p. Disponível em: <http://www.set.eesc.usp.br>. Acesso em: 20 nov. 2014.

PFEIL, Walter. **Concreto protendido**: Introdução. VOL 1. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1984. 200 p.

PFEIL, Walter. **Concreto protendido**: Processos Construtivos, Perdas de protensão. VOL 2. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1984. 200 p.

PFEIL, Walter. **Concreto protendido**: Dimensionamento à Flexão. VOL 3. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1984. 236 p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONFORTO E SUSTENTABILIDADE: análise da eficiência energética em edificação da Universidade Federal de São João del-Rei

DIEGO NOGUEIRA DIAS[1], TERESA CRISTINA BESSA NOGUEIRA ASSUNÇÃO[2]

[1] Graduando em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de São João del-Rei, (31) 9163-8305, diegofletcher@hotmail.com
[2] Doutora em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de São João del-Rei, (32) 3379-2518, bessa@ufsj.edu.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Na última década as Universidades Federais do Brasil passaram por uma grande expansão, com a criação de novos cursos e aprimoramento de sua infraestrutura. A Universidade Federal de São João del-Rei que em 2007 possuía 3900 alunos, triplicou o número de vagas, chegando a 12000 alunos matriculados em 2014. O prédio do Curso de Ciência da Computação, localizado no Campus Tancredo Neves em São João del-Rei, surgiu dessa demanda. Com 1800 m² de área construída, a obra concluída em 2015, possui salas de aula e de serviços. Este artigo busca analisar a envoltória desta edificação, que de acordo com a norma NBR 15220 - que dispõe sobre o desempenho térmico em edificações -, é a área composta pelos planos externos da edificação que realizam trocas termo-energéticas com o meio exterior. Tal análise permite identificar pontos críticos relacionados ao conforto ambiental do edifício, relacionando materiais, cores e sua implantação no terreno, possibilitando, assim, um melhor entendimento das necessidades de adaptação do espaço, com a consequente melhoria do desempenho. Partindo da demanda da obrigatoriedade de os edifícios públicos apresentarem, a partir de 2014, a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), que os classificam quanto ao consumo de energia, busca-se mostrar, com este estudo de caso, como a análise e implementação das diretrizes de eficiência energética podem contribuir para a melhor qualidade e sustentabilidade das edificações, além de prever falhas ainda em fase de projeto.
PALAVRAS–CHAVE: avaliação de desempenho, edificações institucionais, NBR 15220.

COMFORT AND SUSTAINABILITY: analysis of energy efficiency in building at the Federal University of São João del-Rei

ABSTRACT: In the last decade in the Federal Universities in Brazil there was a major expansion with new courses and improving its infrastructure. The Federal University of São João del-Rei in 2007 had 3900 students, tripled the number of vacancies, reaching 12000 students registered in 2014. The building of the Computer Science Course, located in the Campus Tancredo Neves in São João del-Rei emerged this demand. With 1800 square meters of built area, the work finished in 2015, has classrooms and service rooms. In this article is analyzed the building envelope, which is according to the NBR 15220 standard and it provides for buildings thermal performance. The area analyzed is composed of the building outer planes and that perform thermal energy exchange with the external environment. Such

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

analysis identifies critical points related to comfort environmental building, distinguish materials, colors and its implementation on the place, enabling a better understanding of the space adaptation, with consequent improvement of its performance. Since 2014, there is on obligation of the National Energy Conservation Label (ENCE) for the public buildings. In this paper is showed with a case study how an analysis and implementation of energy efficiency policies can contribute to better quality and sustainability of buildings, and to predict failures in design.
KEYWORDS: performance evaluation, institutional buildings, NBR 15220.

INTRODUÇÃO

O setor energético brasileiro vem passando por profundas reformas desde meados dos anos noventa. Uma considerável parte das distribuidoras de energia elétrica e gás natural e uma parte crescente da geração foram privatizadas. Iniciou-se então, a transição para um novo marco institucional, abrindo a geração e a comercialização da eletricidade por outras empresas, com a criação de novas agências reguladoras e outras medidas deliberativas que mudaram a dinâmica do mercado energético. Com estas mudanças, a eficiência energética acabou ficando em segundo plano. No entanto, acreditamos que a eficiência energética hoje é mais importante do que nunca como elemento da política energética no Brasil. A prioridade já era urgente, mesmo antes da crise energética do início de 2001 e a que atualmente enfrentamos.

A conservação de energia busca reduzir o consumo, sem que ocorra a diminuição ou corte dos serviços prestados, através de ações que devem ser permanentes e que atinjam seus objetivos em médio e longo prazo, ou seja, um o uso racional dos recursos energéticos. Segundo Geller (1994), é mais barato economizar energia do que fornecê-la, pois se reduz a necessidade de gastos com o setor público, passando a responsabilidade aos fabricantes de equipamentos e aos consumidores.

Atualmente, os projetistas (arquitetos e engenheiros) estão em constantes buscas de soluções que tornem as edificações eficazes energeticamente, ou seja, hoje a arquitetura é vista como um elemento que precisa ter eficiência energética (GONÇALVES E DUARTE, 2006). Segundo Lamberts e outros (LAMBERTS et al, 1997), um edifício é mais eficiente energeticamente do que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia. Para ser energeticamente eficiente, a edificação deve proporcionar equilíbrio entre a iluminação natural e os ganhos térmicos dos ambientes internos (CARLO et al, 2003). O uso da iluminação natural, quando substitui a artificial ou é complementada pela mesma, torna a instalação mais eficiente, pois, reduz a demanda de energia elétrica.

Em 2009, foi dado um grande avanço rumo à eficiência energética de edifícios, com a aprovação da Portaria nº 163 do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO, 2009), que trata do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) (BRASIL, 2010). Esse regulamento tem como objetivo criar condições para a etiquetagem do nível de eficiência energética dos edifícios e, para isto, especifica os requisitos técnicos e os métodos para classificação dos edifícios comerciais, de serviços e públicos. A classificação tornou-se obrigatória em reformas e projetos de novas edificações públicas. Sua aplicação é voltada

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

para edifícios com área total útil mínima de 500 m² e/ou com tensão de alimentação superior ou igual a 2,3 kV (subgrupos de tarifação de energia elétrica A1, A2, A3, A3a, A4 e AS), incluindo edifícios condicionados, parcialmente condicionados e não condicionados.

Para a classificação geral do edifício são atribuídos pesos: para envoltória 30%; iluminação 30%; e condicionamento de ar 40%. O nível de classificação de cada requisito equivale a um número de pontos correspondentes, e cada pontuação, a um nível de eficiência. Assim como no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE/INMETRO), que atribui a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) a condicionadores de ar, lâmpadas fluorescentes compactas, eletrodomésticos, veículos leves e outros equipamentos, a classificação é feita em cinco níveis: A (mais eficiente), B, C, D e E (menos eficiente) (BRASIL, 2010).

Para estabelecer regras igualitárias e de conhecimento público para a etiquetagem dos edifícios e para a concessão da ENCE, a Portaria Inmetro nº 185, de 22 de junho de 2009 (INMETRO, 2009), instituiu o Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de serviços e públicos (RTQ-C), que determina os mecanismos de avaliação da conformidade aplicáveis, que são a etiquetagem e a inspeção.

O presente trabalho analisa a obrigatoriedade da etiquetagem para edificações públicas, através do estudo, primeiramente, da envoltória do prédio do curso de Ciência da Computação no Campus Tancredo Neves (CTAN) da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), anterior a essa lei, explicitando pontos críticos de projeto que poderiam ter sido corrigidos se a etiquetagem já estivesse sendo aplicada, melhorando o desempenho energético da edificação, e, consequentemente, proporcionando maior qualidade do ambiente e conforto aos usuários.

MATERIAL E MÉTODOS

De acordo com Tavares (2011, p.24), a primeira metodologia para avaliação ambiental dos edifícios surgiu no Reino Unido, em meados da década de 1980. Hoje, das muitas existentes, no Brasil as mais utilizadas são o AQUA (Alta Qualidade Ambiental), criado originalmente na França, e o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), criado nos Estados Unidos. Utilizada em 143 países, a certificação LEED avalia sete dimensões nas edificações. São elas espaço sustentável, eficiência do uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação e processos e créditos de prioridade regional (GBC BRASIL, 2014). Através de minuciosa análise de todos os quesitos citados, cada um recebe uma pontuação, cuja soma classifica o edifício com um determinado nível de eficiência.

Já o RTQ-C foi desenvolvido pela Secretaria Técnica de Edificações, pertencente ao Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País, juntamente com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) em 2009 (TAVARES, 2011). Em sua classificação, ele considera três eixos principais: envoltória, sistemas de iluminação e condicionamento de ar. A análise é feita através de uma equação, cujo resultado pode ser adicionado os pontos-bônus equivalentes devido a racionalização do uso da água e uso de energia renovável. Para aplicação do RTQ-C, segundo Tavares (TAVARES, 2011), os edifícios devem primeiramente atender a no mínimo um de dois requisitos: área mínima de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

500m² e tensão de abastecimento igual ou superior a 2,3 kV. São empregados dois métodos para análise da eficiência dos edifícios: o prescritivo e a simulação. Segundo Tavares (2011, p.28) "O método prescritivo pode ser aplicado em qualquer cidade do país a partir da definição da zona bioclimática [definida na NBR 15220-3 (ABNT, 2005)] a qual pertence. O método simulação necessita de um programa com características específicas de simulação termoenergética [...]".

O INMETRO (2010) descreve a envoltória como "os planos que separam o ambiente interno do externo". Para sua análise é necessária a classificação de toda a edificação. A análise da iluminação ou do ar condicionado pode ser feita em um pavimento da edificação ou apenas em um conjunto de salas. O estudo de caso que será apresentado neste artigo será focado na análise da envoltória, com avaliação de aspectos pertinentes ao projeto arquitetônico, como a implantação do edifício, sua forma e altura, uso de elementos para proteção solar e o percentual de aberturas na fachada, assim como os fechamentos, tanto os transparentes e translúcidos (vidros, etc.) quanto os opacos (paredes e cobertura).

Análise do prédio do curso de Ciência da Computação da UFSJ

Com um clima variado de ameno a frio e estações bem definidas, a cidade de São João del-Rei, em Minas Gerais, de acordo com a NBR 15220-3 (ABNT, 2005), insere-se na Zona Bioclimática 2. Para tal zona, a respectiva Norma estabelece critérios a serem aplicados na etapa de projeto, para melhor eficiência e conforto da edificação. O curso de Ciência da Computação teve seu prédio próprio (Figura 1) finalizado em 2015, com instalações para salas de aula, de reuniões e de serviços. A análise da envoltória dessa edificação permite avaliar o projeto em todas as suas fases, desde o estudo de implantação no terreno até os materiais de acabamento, para então, avaliá-lo de acordo com a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), para edificações comerciais, de serviço e públicas, podendo assim propor melhorias.



Figura 1 – Prédio de Ciência da Computação da UFSJ, Campus CTAN.

Para o cálculo geral da envoltória são necessários os cálculos de pré-requisitos - transmitância térmica das paredes (U par), transmitância térmica da cobertura (U cob), absortância das paredes (α par), absortância da cobertura (α cob) e percentual de abertura zenital (PAZ) -, cálculos das variáveis - área de projeção do edifício (APE), área de projeção da cobertura (APCob), área total do piso (ATot), área da envoltória (Aenv), volume total (Vtot), ângulo vertical de sombreamento (AVS), ângulo horizontal de sombreamento (AHS), fator solar (FS), percentual de abertura na fachada (PAF), fator de forma (FF) e fator de altura (FA) - e os índices de consumo - mínimo (ICmin), máximo (ICmax) e da envoltória.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

No cálculo dos pré-requisitos, a transmitância térmica está relacionada diretamente com a Zona Bioclimática e com o condicionamento do edifício. Neste estudo está sendo considerada a transmitância para espaços sem condicionamento artificial para a zona bioclimática 2. Quando não é possível obter os valores de absortância pelo fabricante do material, pode-se utilizar a cor para definir o valor. Dessa forma, foi considerada a cor dos fechamentos de acordo com o memorial descritivo do projeto. A cobertura é composta em sua maioria por telhas cerâmicas e por isso considerou-se no cálculo da absortância da cobertura apenas a cor do telhado de fibrocimento. A partir dos cálculos das áreas de cobertura, tijolo + argamassa, aberturas, pilares e vigas, foram encontrados os resultados referentes aos pré-requisitos e apresentados na Tabela 1, na Tabela 2, na Tabela 3, na Tabela 4 e na Tabela 5.

Tabela 1 – Resultados do pré-requisito Upar.

	Material	Espessura (m²)	U	Área (m²)	Área total	U por área	Upar
Upar	tijolo + argamassa	0,15	2,24	1344,469	1689,356	1,783	1,845
	Estrutura viga	0,15	0,255	109,982		0,017	
		0,4	0,398	82,162		0,019	
	Estrutura pilar	0,2	0,284	147,023		0,025	
		0,3	0,341	5,72		0,001	

Tabela 2 - Resultados do pré-requisito Ucob.

	Material	U	Área (m²)	Área total	U por área	Utotal
Ucob	fibrocimento	1,52	249,1031	883,7934	0,4284	1,52
	telha cerâmica	1,52	634,6903		1,0916	

Tabela 3 - Resultados do pré-requisito αpar.

	Cor	α	Área (m²)	Área total	A por área	A total
αpar	pêssego	0,395	1344,469	1689,3588	0,314359625	1,783
	cinza	0,716	344,8862		0,314359625	0,017

Tabela 4 - Resultados do pré-requisito αcob.

	Cor	α	Área (m²)
αcob	Cinza	0,5	249,1031

Tabela 5 - Resultados do pré-requisito PAZ.

	Área total	Abertura zeital
PAZ	1105,9	65,1
	Total	5,89%

Na Tabela 6 e na Tabela 7 são apresentados os resultados das variáveis.

Tabela 6 - Resultados da variável FF.

Fator de forma (FF)	**Área da envoltória**	**2795,2515**
	volume total	13458,7507
	FF = Aenv/Vtot	0,2076

Tabela 7 - Resultados da variável FA.

Fator de altura (FA)	**Área de projeção da cobertura**	**1105,8957**

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

	área total	3204,2111	Apcob/Atot
	FA =	0,3451	

Para o cálculo das aberturas foram contabilizadas as janelas do edifício para o cálculo da área de vidro de cada janela. Como o PAFt é maior que o PAFo, este foi considerado para o cálculo da etiquetagem. Na Tabela 8 são apresentados os cálculos do PAFt e PAFo.

Tabela 8 - Resultados dos PATt e PAFo.

Percentual de abertura na fachada	**Área total de aberturas (m²)**	**N**	**100,964**
		S	94,475
		L	98,164
		O	125,466
		total	419,069
	área total de fachadas (m²)		1689,3558
	PAFt = Aaber/Atot		0,2480
	PAFo = Aabertoeste/Atot		0,1872
	PAFt + 20%		0,2976

Os cálculos dos ângulos de sombreamento foram feitos a partir da extração do ângulo horizontal e vertical de cada abertura, obtendo um total de 24,12 para ângulo horizontal de sombreamento e 9,35 para ângulo vertical de sombreamento, e apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Resultados do Ape.

Área de projeção do edifício	**área de piso do 1º pavimento (m²)**	**1097,534**
	área de piso do 2º pavimento (m²)	1053,339
	área de piso do 3º pavimento (m²)	1053,339
	número de pavimentos	3
	Ape = soma área/nº pav	1068,070

Para o cálculo do Fator Solar, como não foi encontrado seu valor para o vidro temperado de 10 milímetros das portas, sendo que elas possuem área muito pequena, no PAFt foi considerado o FS de vidro simples de 0,86. Para os vidros com película considerou-se o fator solar de 0,26. Na Tabela 10 são apresentadas as áreas das janelas com película e na Tabela 11 o FS solar da área com película acrescido da área sem película.

Tabela 10 - Área das janelas com película.

Janela	Área (m²)	Quant.	Atot
J5	6,425	6	181,999
J7	3,796	6	
J8	3,748	2	
J10	2,625	21	
J12	5,666	6	
J13	4,011	6	

Tabela 11 - FS na área com e sem película.

Tipo	Área (m²)	FS	Atot	FS
Vidro incolor simples (4mm)	181,999	0,26	419,069	0,113
Vidro incolor simples (4mm)	237,070	0,88		0,498

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

com película Llmar DR-15 SR CDF	**Total**	0,611

Já para os índices de consumo os resultados são apresentados nas tabelas 13 e 14, a partir dos resultados gerais das variáveis expostos na tabela 12.

Tabela 12 - Resultados gerais das variáveis.

Variáveis	**FA**	**0,345**
	FF	0,216
	PAFt	0,187
	FS	0,611
	AVS	11,841
	AHS	32,838

Tabela 13 - Resultados do ICmin.

ICmin	**PAFt**	**0,05**
	FS	0,87
	AVS	0
	AHS	0

Tabela 14 - Resultados do ICmax.

ICmax	**PAFt**	**0,6**
	FS	0,61
	AVS	0
	AHS	0

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Com todos os dados calculados, pode-se simular a etiquetagem que o edifício receberia através do Web Prescritivo, uma ferramenta de avaliação de eficiência energética de edificações comerciais pelo método prescritivo do RTQ-C, do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), obtendo a seguinte classificação, como mostrado na Figura 2.

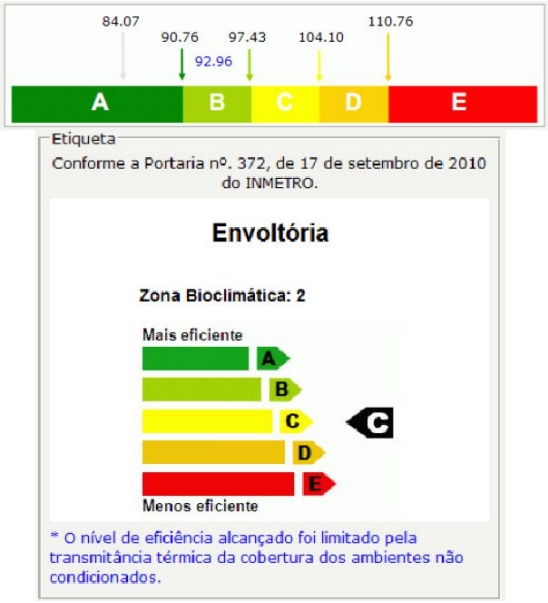


Figura 2 – Etiqueta do prédio analisado pela Calculadora Web Prescritivo. (LabEEE UFSC, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise do edifício do curso de Ciência da Computação da UFSJ foi utilizado o método prescritivo do RTQ-C. Sendo tal método bastante limitado para comprovar a eficiência de outras técnicas que geram o conforto ambiental, foram analisadas apenas as seguintes alternativas, referentes às estratégias para a Zona Bioclimática 2, a qual São João del-Rei pertence: aberturas médias para ventilação (15 – 25% da área de piso) com sombreamento que permita a incidência solar durante o inverno; paredes externas leves (U ≤ 3,00 / atraso térmico ≤ 4,3horas / fator solar ≤5) e cobertura leve e isolada (U ≤ 2,00 / atraso térmico ≤ 3,3horas / fator solar ≤ 6,5). As estratégias para condicionamento térmico passivo são ventilação cruzada durante o verão e aquecimento solar da edificação + vedações internas pesadas (inércia térmica) para o inverno e sua eficácia só pode ser comprovada pelo método de simulação.

Ao escolher as variáveis, o índice de consumo obtido na edificação foi de -92,96, e com isso a ENCE seria nível "B". Porém, ao analisar os pré-requisitos a etiqueta caiu para "C" devido a dois fatores: o pré-requisito de transmitância da cobertura, que no edifício possui valor de 1,52 W/m²K, sendo maior que o valor permitido para a etiqueta A (≤1,0 W/m²K) e B (≤1,5 W/m²K), e o PAZ que é maior que 5% e não atende aos níveis A e B.

Para obter a etiqueta máxima, de classificação "A", seriam necessárias algumas alterações no projeto, como por exemplo aumentar o sombreamento utilizando brises e marquises, de maneira que ainda permita a entrada de sol durante o inverno, e a troca dos materiais construtivos de acordo com os pré-requisitos da etiqueta A. A área de aberturas deve ser aumentada já que o valor encontrado não está dentro do intervalo recomendado pela norma para a ZB02, (15 – 25% da área de piso),

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

sendo a área total de piso presente no edifício é de 3204,212m² e a área de aberturas 419,0689m², o que corresponde a 13%. A troca da orientação de implantação do projeto para que as maiores fachadas ficassem voltadas para norte e sul também ajudaria na diminuição dos ganhos térmicos.

Entretanto, tendo em vista que o projeto já se encontra em fase final de acabamento, a única alternativa viável para obter melhor desempenho energético seria a colocação de proteções solares nas aberturas. Mesmo assim, no método prescritivo a etiqueta permaneceria C e então seria necessário a analise pelo método da simulação para comprovar sua eficácia.

CONCLUSÕES

O resultado da análise do prédio da Ciência da Computação da UFSJ é consequência da não adequação do projeto às recomendações gerais da ABNT NBR 15220, além da má implantação do edifício no terreno, que faz com que as fachadas maiores do prédio recebam insolação na maior parte do dia. As aberturas devem permitir a entrada do sol durante o inverno, mas não há nenhuma barreira que controle a sua entrada nas demais estações do ano. Logo, observa-se que o prédio tinha potencial para uma possível etiqueta B, mas por não seguir alguns pré-requisitos acabou sendo prejudicado na etiquetagem, tendo seu resultado limitado para a etiqueta C. Isso mostra que, além de aplicar a metodologia de etiquetagem o mais importante é analisar a zona bioclimática, suas as peculiaridades e a situação em que o edifício está inserido, para o melhor desempenho do projeto, elevando assim a classificação da etiquetagem de eficiência energética, propiciando conforto térmico e ambiental aos usuários e qualidade no interior do edifício.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do PIBIC/UFSJ, na concessão da bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático e Estratégias de Condicionamento Térmico Passivo para Habitações de Interesse Social. Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME), Manual para aplicação dos regulamentos: RTQ-C e RAC-C, 2010. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/antigo/eletrobras/etiquetagem/arquivos/4_Manual_V2010-2.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2015.

CARLO, J. C., GHISI, E., LAMBERTS, R. The use of computer simulation to establish energy efficiency parameters for a building code of a city in Brazil. EIGHTH INTERNATIONAL IBPSA CONFERENCE, Proceedings… Eindhoven: IBPSA. 2003. pgs. 131-138.

GBC BRASIL. Certificação LEED. Green Building Council Brasil, 2014. Disponível em: <http://gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php>. Acesso em: 29 set. 2015.

GELLER, H. S. O uso eficiente da eletricidade: uma estratégia de desenvolvimento para o Brasil. Rio de Janeiro: INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética, 1994.

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. "Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino". In: Ambiente

Construído, Porto Alegre, v.6, n.4, p.305-317, out./dez. 2006. Disponível em: <www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/3720/2071>. Acesso em: 08 set. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). Regulamentos técnicos metrológicos e de avaliação da conformidade. 2009. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/ consulta.asp?seq_classe=1>. Acesso em: 08 set. 2015.

LABEEE/UFSC/PROCEL EDIFICA/ELETROBRÁS/INMETRO. Ferramenta de avaliação de eficiência energética de edificações comerciais pelo método prescritivo do RTQ-C. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/webprescritivo/index.html>. Acesso em: 20 set. 2015.

_____. Volume 4: Manual para aplicação dos Regulamentos: RTQ-C e RAC-C, 2010. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/defaut/files/projetos/etiquetagem/Volume_4 _Manual_V2010-2.pdf>. Acesso em: 29 set. 2015.

LAMBERTS, R., DUTRA, L., e PEREIRA, F.O.R. Eficiência Energética na Arquitetura. São Paulo: PW, 1997, 192p.

TAVARES, Laura Resende. Eficiência energética em edificações: aplicação do RTQ-C – Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – na cidade de Uberlândia-MG. Brasília, 2011. 192 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, 2011.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONSTRUÇÃO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO VISANDO AGRICULTURA DE PRECISÃO

PEDRO RODOLFO BIANCHIM DE OLIVEIRA[1], PAULO ROGÉRIO RIBEIRO PEREIRA[2], HENRIQUE FIDENDIO[3], LUCAS AMBROSANO[4], PEDRO CASTRO NETO[5], ANTONIO CARLOS FRAGA[6]

[1] Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras, pedro.bianchimo1994@gmail.com
[2] Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, paulo.rpereira@yahoo.com.br
[3] Graduando em Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Lavras, henriquefidencio@engautomacao.ufla.br
[4] Doutor, Universidade Federal de Lavras, lucasambrosano@gmail.com
[5] Professor titular do departamento de engenharia, Universidade Federal de Lavras, oleo@ufla.br
[6] Professor titular do departamento de agricultura, Universidade Federal de Lavras, fraga@ufla.gov

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O interesse em veículos aéreos não tripulados (VANTs) está crescendo em todo o mundo, e vários esforços estão em andamento visando integrar as operações de VANT em agricultura de precisão. O trabalho teve como objetivo projetar e construir um VANT visando agricultura de precisão. O projeto foi desenvolvido no Laboratório de Óleos, Gordura e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras. O projeto de construção do VANT foi elaborado de forma a construir um equipamento de asas fixas com 110cm de envergadura e fuselagem com 85cm de comprimento; para a propulsão um motor elétrico 1100kv, 11.1 volts, energizado por uma bateria de 2200mAh3s, 4 micros servos, HxT 900 9g/1,6kg/0,12s, com autonomia de vôo de 20 a 25 minutos. O acionamento e controle de vôo são realizados por um sistema de radio emissor de 6 canais, com o sistema receptor de sinais instalados na aeronave, com função para acionamento do acelerador, aileron, leme, profundor. Para os primeiros testes e obtenção de dados necessários à aferição do sistema, utilizou-se uma microcâmera digital RGB com massa de 20g e sensibilidade espectral na faixa de comprimento de onda visível. A construção deste primeiro VANT servirá de base para o desenvolvimento e construção de protótipo de maior capacidade de carga, comportando equipamentos para vôos autônomos por pontos georreferenciados pré-estabelecidos e fotográficos múltiplos de alta resolução.
PALAVRAS–CHAVE: VANT, agricultura de precisão, protótipo.

CONSTRUCTION OF AN UNMENNED AERIAL VEHICLE (UAV) AIMING PRECISION AGRICULTURE

ABSTRACT: Interest in Unmanned Aerial Vehicle (UAV), is growing worldwide, and several efforts is underway to integrate UVA operation routinely and safely into precision agriculture. The study aimed to design and build an unmanned aerial vehicle for use in precision agriculture. The project was developed in the Laboratory of oils, fat and Biodiesel's Federal University of Lavras. The UAV construction project was elaborated in order to build a device with fixed-wing 110cm wingspan and fuselage length 85cm, to propel an electric motor 1100kv, 11.1 volts, powered by a battery 2200mAh3s, 4 micro servos, HXT 900 9g / 1.6kg / 0.12 s, with flight range of 20 to 25

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

minutes. The drive and flight control are performed by a transmitter 6-channel radio system with the signal receiver system installed in the aircraft, with function to drive the throttle, aileron, rudder, elevator. For the first tests and obtaining information necessary for system calibration, we used a digital RGB micro camera with mass 20g, with spectral sensitivity in the wavelength range visible. The construction of this first UAV will be the basis for the development and construction of higher load capacity prototype behaving equipment for autonomous flights a pre-established georeferenced points and photographic multiple high resolution.
KEYWORDS: UAV, precision agriculture, prototype

INTRODUÇÃO

A agricultura de precisão esta diretamente relacionada com ao avanço da tecnologia, que cresce em todo o país à medida que informações sobre conceitos e técnicas são aprimoradas e são disponibilizadas aos agricultores. As tecnologias utilizadas em agricultura de precisão têm como objetivo detectar, monitorar e orientar os produtores rurais na gestão da sua propriedade, com intuito de aumentar a produtividade, diminuindo custos e melhorando a preservação do meio ambiente. A agricultura de precisão teve inicio com a adoção de tecnologias com receptores GPS em máquinas e a geração de mapas de produtividade. Avançou, e hoje vai além dos equipamentos, podem ser usadas em todas as cadeias produtivas do setor agropecuário, com medidas de gestão adaptadas às necessidades de cada produtor.

Atualmente as imagens aéreas estão sendo muito utilizadas na agricultura de precisão, com o monitoramento de safras a partir de imagens possibilitando a aquisição de dados sobre a área cultivada, desde a fase do plantio até a fase da colheita. Tais informações se tornam de grande importância para a tomada de decisões no manejo de safras, bem como na gestão e logística da produção, que irão propiciar aumento de produtividade, diminuição de investimentos e consequentemente aumento dos lucros. Muitos instrumentos são utilizados para a obtenção dessas imagens como os satélites, fotogrametria tradicional, ou nos veículos aéreos não tripulados (VANTS).

Os VANTS são pequenos aeromodelos que não necessitam de pilotos embarcados para serem erguidos e sem qualquer tipo de contato físico direto para que seja mantida em vôo, e se equipados com equipamentos de transmissões de dados, são capazes de transmitir, em tempo real os dados recolhidos. A vantagem dos VANTS sobre os outros métodos de fotogrametria é que eles podem voar mais baixo que os aviões usados para aerofotogrametria, com navegação autônoma ou através de controle remoto, usando receptores GPS para o posicionamento da aeronave e apoio em solo. Após o pouso, o sensor dos VANT está carregado de arquivos digitais que são processados para gerar o produto final, que pode ser um mosaico de imagens de uma propriedade rural, um modelo de relevo da região ou um mapa temático.

Este trabalho tem como objetivo principal a construção de um veículo aéreo não tripulado usado para captar imagens inicialmente na faixa da radiação visível, viando agricultura de precisão.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido no laboratório de óleos, gorduras e biodiesel da Universidade Federal de Lavras, no primeiro semestre de 2015. A metodologia do projeto do VANT baseia na construção de um aeromodelo não tripulado para uso em agricultura de precisão, que foi dividido

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

em 6 etapas: (1) escolha da planta e construção da fuselagem, (2) construção da asa, (3) montagem do leme e profundor, (4) construção do trem de pouso, (5) entelagem e adesivamento, (6) montagem do sistema eletrônico.

A primeira etapa constou da escolha de uma planta, em escala do avião cessna, devido ser um aeromodelo conhecido como "treinador" de asa alta, de baixo preço e mais facilidade de pilotagem, após a escolha da planta foi iniciada a construção das partes da fuselagem do VANT, utilizando depron com espessura de 4mm. A planta foi recortada em um plano mais denso (cartolina), para possibilitar ter um manuseio mais facilitado para o corte das peças do aero. O depron foi colocado em cima da cartolina de acordo com o molde das peças e cortadas com um estilete. Após o corte das peças, essas foram coladas com isocola para se dar o molde ao aeromodelo. Após a secagem da isocola (24 horas de espera), foi realizada a construção com os encaixes para o leme, profundor e asa. A fuselagem do leme e do profundor foram feitos utilizando mesma metodologia da fuselagem do aeromodelo.

A asa, já na segunda etapa, foi moldada e construída de isopor de densidade P3, com envergadura de 110 cm e 18 cm de largura. Para o corte do isopor foi construída uma ferramenta baseado em uma resistência elétrica conectada a uma fonte de energia 12v, com o objetivo de esquentar a modo que o arame da resistência possa derreter o isopor de acordo com o molde proposto, como mostrado na figura 1.



Figura1 : Ferramenta usada para cortar o isopor p3.

Para a asa ter uma maior resistência foram utilizados reforços de vareta de fibra de vidro colocada na parte mais grossa da asa, uma na parte superior e outra na parte inferior. Foram acoplado às asas os ailerons, peça que serve para virar o aeromodelo, construído por duas tiras de depron de 46x4 cm com corte em "45°" para que se permita a movimentação na posição fixado à asa, fixação essa efetuada com fita adesiva tipo "silver-tape". A figura 2 mostra a asa completa com o aileron já embutido.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 2: Parte da asa esquerda com aileron.

A terceira etapa teve como objetivo montar o leme e o profundor de acordo com o modelo mostrado na planta. O leme foi cortado de acordo com a marcação da planta, passando o estilete levemente ate o depron se soltar. Foi feito um corte em "v" na parte móvel e passada a fita ligando as duas partes. Para se construir o profundor foram cortadas as linhas pontilhadas existentes na planta separando o profundor do estabilizador e posteriormente colocada uma vareta de fibra como reforço na linha continua. Depois de recortado e colocado a vareta o estabilizador foi cortado em "v" a exemplo do aileron para oferecer mais mobilidade ao profundor e para finalizar foi acoplado novamente ao estabilizador com uma fita "silver-tape". A figura 3 mostra o leme e profundor já acoplados ao estabilizador e a fuselagem do avião.



Figura 3: Leme e profundor acoplados ao aeromodelo.

A quarta etapa foi a construção das rodas e o trem de pouso. As rodas foram construídas com EVA de 5 mm. Foram traçados os círculos com compasso nos diâmetros desejados, e cortados, com o auxilio de um estilete aproximando o máximo possível da forma circular e posteriormente colados com cola fórmica. Na posição central marcada pelo compasso, foi inserido um rebite de alumínio contendo uma arruela de cada lado e efetuada ação com o alicate de arrebitar de forma a prender o conjunto sem eliminar os pinos do rebite que foi utilizado para fixar o conjunto no mandril de uma furadeira de bancada . Com acionamento da furadeira, foi usado uma lima para se dar a forma arredondada e tirar as imperfeições existentes. O trem de pouso foi construído utilizando um raio de bicicleta, com diâmetro de 2mm, que encaixe de forma adequada no rebite da

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

roda e na ponta do raio utilizado uma emenda de fio de luz fixando o eixo nas duas rodas. Foi utilizado também um quadrado de madeira com 3 furos onde foram anexados os parafusos à fuselagem do avião e dois palitos de madeira colados na madeira e no corpo do mesmo, objetivando-se evitar danos ao trem de pouso e a fuselagem durante o pouso. O arco do trem de pouso é feito de cano 100 (PVC) material escolhido por sua grande resistência.

Para entelagem e adesivamento, na quinta etapa, foi utilizado vinil das cores branca, laranja e preta. O aero teve sua fuselagem todo revertido por vinil branco sendo a janela e os detalhes em vinil laranja e preto.

A sexta etapa, ultima e, se deve à montagem do avião e seu sistema eletrônico. O leme e o profundor foram acoplados ao corpo do avião por uma cola (araldite) em seus respectivos lugares (de acordo com a planta). Um buraco foi feito na frente do avião para que fosse possível fixar a hélice ao motor. O motor foi fixado dentro do aeromodelo em uma parede corta fogo feita de madeira. Já o sistema eletrônico desse VANT é construído basicamente por um motor elétrico 1100kv, um ESC de 30A, uma bateria xt60, um receptor e 4 micro servos. Após a fixação do motor na parede corta fogo, este é conectado ao ESC que por sua vez é conectado a bateria e ao receptor. A conexão utilizada para se conectar o aileron, leme, e o profundor foi através dos micros servos, que foi conectado ao receptor, em seus devidos canais, e conectado aos horns que estão acoplados nos ailerons, leme e profundor. A ligação entre os horns e os servos, foi feita por meio de varetas de fibras e de arames. A figura 4 mostra a ligação entre o micro servos e seu horn acoplado no aileron da asa esquerda do aeromodelo.

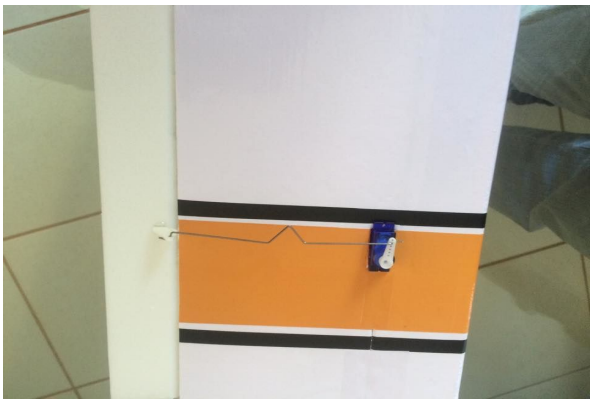


Figura 4: Micro servo da asa conectado ao horn do aileron por arame de aço.

Após a montagem do sistema eletrônico, este foi configurado ao seu controle remoto, para que seus comandos estejam de acordo com suas devidas funções efetuando-se também a "trimagem" dos elementos moveis . Ao terminar todas essas etapas a asa foi fixada em seu devido lugar. Para finalizar a construção, a câmera para obtenção de imagem foi fixada, após alguns testes, a fim de determinar a melhor posição para obtenção de uma imagem mais nítida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo central do trabalho foi a construção de um aeromodelo para ser aplicado em agricultura de precisão. A tabela 1 mostra alguns resultados obtidos mediante a construção do aeromodelo.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1: Características do VANT

Tamanho da asa	110 cm
Tamanho do aero	85 cm
Autonomia de vôo	20 a 25 min
Potencia do motor	1100 kV
Leme	15 cm
Aileron	46 cm
Profundor	32 cm

Os resultados obtidos irão possibilitar o desenvolvimento de propostas para promover um processo de melhoria nos processos já existentes e ainda, a adoção de novos processos em busca de uma maior capacidade de carga, pra gerar imagens mais precisas em um maior intervalo de tempo. A figura 6 mostra o VANT já construído.



Figura6 : VANT construído.

A construção deste primeiro VANT servirá de base para o desenvolvimento de conhecimentos necessários à construção de protótipo de maior capacidade de carga, comportando equipamentos para vôos autônomos por pontos georreferenciados pré-estabelecidos e equipamentos fotográficos múltiplos de alta resolução, para obtencao de imagens nas faixas da radiação visível (RGB), infravermelho próximo (NIR) e infravermelho termal (TIR).

CONCLUSÕES

A construção e operação do veiculo aéreo não tripulado se mostrou promissor para uso em captação de imagens aéreas de forma a diminuir custos e permitir utilização de tecnologias de agricultura de precisão em maior escala.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) , ao Laboratório de óleos, gorduras e biodiesel UFLA ,CNPq, FAPEMIG, FINEP, e a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB). E à incubada Olea pela disponibilização dos recursos materiais necessários ao desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

CONSTRUCÃO de um aeromodelo. Canal do Hobbie Brasil. 28 vídeos. Disponível em :<https://www.youtube.com/channel/UC8BB7IKo6Vv7VQBBGiT2Ykw>. Acesso em setembro de 2015.

PEDROSA, Leyberson. Drones, Vants ou RPAs ? Entenda mais sobre esses aeronaves não tripuladas, 2015. Disponível em <http://www.ebc.com.br/tecnologia/2015/02/drones-vants-ou-rpas-entenda-mais-sobre-essas-aeronaves-nao-tripuladas>. Acesso em setembro de 2015.

JORGE, L. A. C.; INAMASU, R. Y. **Uso de veiculo aéreo não tripulado (VANT) em agricultura de precisão**. Embrapa Instrumentação. São Carlos. 2014.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

REAPROVEITAMENTO DE PNEUS NA CONSTRUÇÃO DE UM MURO DE ARRIMO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

VITOR FAVARETO SILVA[1], RAFAELA CRISTINA SOUSA SILVA[2], THIAGO GOMIDE BARCELOS[3], PRISCILA CARVALHO PUPIN[4], PEDRO CASTRO NETO[5] , ANTÔNIO CARLOS FRAGA[6]

[1]Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, (35) 9164-7669, vitor.favasilva@gmail.com
[2] Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras, (37) 8803-4171, rafaellacssilva@gmail.com
[3]Graduando em Administração Pública, Universidade Federal de Lavras, (35) 8811-1183, tgb57@hotmail.com
4 Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras, (35) 9100-1579, priscilapupin11@gmail.com
5Professor titular do departamento de Engenharia, universidade Federal de Lavras, pedrocn@deg.ufla.br
65Professor titular do departamento de Engenharia, universidade Federal de Lavras, fraga@dag.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A alta demanda na produção industrial vem reforçando um conhecido problema: o lixo. Hoje em dia os brasileiros jogam fora 76 milhões de toneladas de material, dos quais 30% poderiam ser reaproveitados, o que ocorre com apenas 3% em parcela reciclável. Soluções alternativas ganham espaço, a fim de reduzir o imenso volume acumulado, que contamina o meio ambiente. Dentre os materiais, o pneu, apresenta alta durabilidade (cerca de 600 anos) para ser decomposto. Bem que, o objetivo desse trabalho foi projetar e construir um muro de arrimo necessário às obras de implantação do laboratório de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e Biodiesel da UFLA a baixo custo e com total reaproveitamento de pneus inservíveis como forma de demonstração de uma operação adequada de descarte. Foram utilizados exemplares de diferentes dimensões, agrupados de modo uniforme, empilhados em altura de 40 a 90 cm, dependendo da necessidade do local, fixados por fios de arame liso no sentido da banda de rodagem (horizontal) e sentido do flanco (vertical), justapostos em uma fila, totalmente preenchido com solo. De forma que a estrutura assuma a função de muro e vasos para cultivo de espécies vegetais variadas. A estrutura se mostra eficiente quanto aos objetivos propostos após 5 anos de sua construção, demonstrando ser uma prática viável para certa finalidade, além de ser uma técnica sustentável.
PALAVRAS–CHAVE: lixo, baixo custo, sustentável.

TIRE RECYCLING IN THE CONSTRUCTION OF A RETAINING WALL AT THE FEDERAL UNIVERSITY OF LAVRAS

ABSTRACT: The high demand in industrial production has reinforced a known problem: waste. Today Brazilians throw away 76 million tons of material, of which 30% could be reused, which occurs with only 3% recyclable portion. Alternative solutions gain space in order to reduce the tremendous cumulative volume, which contaminates the environment. Among the materials, the tire

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

has high durability (600 years) to be decomposed. And that the objective was to design and build a retaining wall needed to laboratory construction works of oilseeds, oils, fats and Biodiesel UFLA at low cost and with full reuse of scrap tires as a way of demonstrating an operation proper disposal. Exemplary of different dimensions, grouped uniformly stacked height of 40 to 90 cm were used, depending on the need of the local fixed by threads of flat wire in the direction of the tread (horizontal) and towards the edge (vertical), juxtaposed in a row, completely filled with soil. In order that the wall structure assumes the function and pots for the cultivation of various plant species. The structure is efficient as the proposed objectives after five years of its construction, demonstrating be a viable practice for some purpose in addition to being a sustainable technique.
ABSTRACT KEYWORDS: trash, low cost, sustainable.

INTRODUÇÃO

Historicamente muitas alternativas vêm sendo estudadas para os países se desenvolverem economicamente sem acentuar ainda mais a degradação do meio ambiente, no entanto apenas em 1972 houve o primeiro debate mundial, que teve como um dos temas na Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) em Estocolmo; desde então uma nova necessidade reaproveitar o material de descarte.

Uma das grandes dificuldades encontradas nos tempos atuais é o acúmulo de material sólido gerando grandes volumes. Tendo como solução, aproveitar o material incorporando-o a finalidades sustentáveis e que sejam de baixo custo. A prática adotada foi utilizar pneus inservíveis na construção de um muro de arrimo, agregando a intenção de torna-lo útil na finalidade de vaso, também o cultivo de espécies vegetais variadas. O material em questão possui um grande número de exemplares pelo mundo; com a necessidade de reduzir o passivo ambiental representado pelo estoque de pneus descartados, tornou-se inevitável uma solução para minimizar ou reaproveitar estes; frente a isso o acúmulo do mesmo no ambiente tem grande impacto, por ser de alta durabilidade e conter substâncias tóxicas em sua composição.

Segundo dados da pesquisa publicada pelo BNDES, os percentuais de materiais utilizados na composição de um pneu são apresentados abaixo: Negro de fumo 28%, Fibras Orgânicas 4%, Produtos Químicos 7%, Arame de aço 10%, Borracha Sintética 27%, Extender Oil 10%, Borracha Natural 14% – Composição de pneus radiais para automóveis Fonte: (BNDES, 1998)

Os exemplares vegetais escolhidos foram; moringa oleífera, pimenta-malagueta e flores decorativas. A moringa originária da Ásia e da África e cresce em áreas semiáridas tropicais e subtropicais. A planta traz inúmeros benefícios, tanto para saúde e nutrição, quanto para economia e meio ambiente; ela não só possui uma grande variedade de antioxidantes, proteínas, vitaminas e sais minerais, mas também os possui em alta concentração; dentre as propriedades alardeadas, algumas foram recentemente verificadas pela comunidade científica. Estudos mostram que a planta é um potencial larvicida e repelente do mosquito Anopheles stephensi que é vetor da malária e do Aedes aegypit, que transmite a dengue. Além disso, pesquisas mostram que um composto da planta é inibidor da leishmaniose. (matéria grupo g óleo).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento e avanço das tecnologias voltadas para a reutilização e a reciclagem de pneus; este muro foi utilizado para contenção de em desnível de 1,0m no Laboratório de plantas

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

oleaginosas, óleos, gorduras e Biodiesel, localizado na Universidade Federal de Lavras, além de ser usado como vasos.
No processo de construção do muro de arrimo foram utilizados diferentes tipos de pneus: veículos de passeio (Figura A), e veículos comerciais.
As seguintes etapas para a montagem da estrutura:

- Agrupamento do material de acordo com as dimensões, pneus convencionais (185/65 R15) e pneus comercial (295/80 R22,5);
- Posiciona-los em fila;
- Fazer amarrios com arame galvanizado no sentido da banda rodagem, para não haver desprendimento de nenhum exemplar, preenche-los de solo e compactar;
- Depositar a segunda camada de pneus justapostos, amarrando da forma anterior e também no sentido do flanco, para que a estrutura assuma uma fila de colunas justapostas e unidas;
- Repetir o processo até que se alcance a altura ideal para o muro, neste caso até a camada 4;

Os pneus foram preenchidos com solo e com uma camada superficial de 0,2m substrato misturado a solo, apresentando uma estrutura fixa, e própria para o cultivo de espécie vegetais.

Podemos observar as estruturas de um pneu:

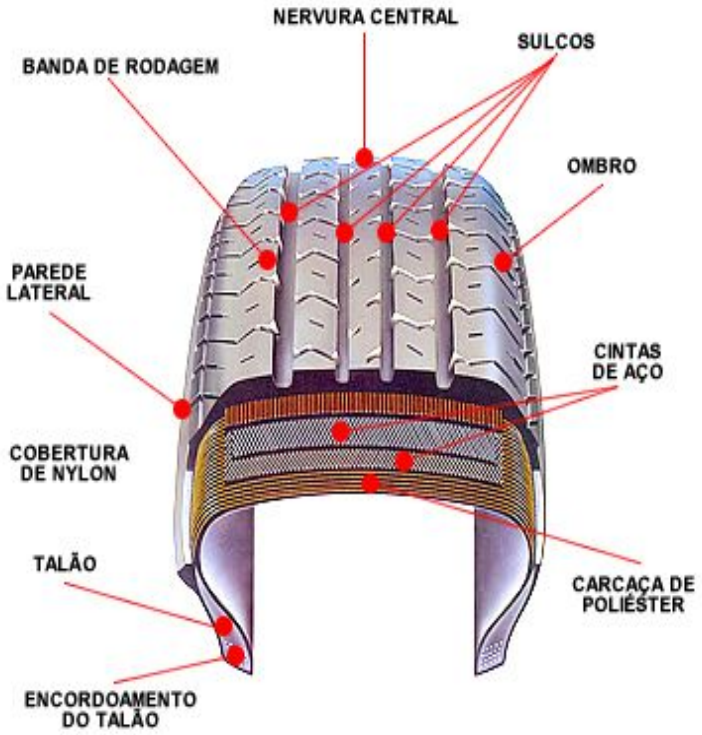


Figura A

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O objetivo da construção do muro de arrimo com pneus foi alcançado, mostrando-se eficiente e atendendo as necessidades do local em questão. O projeto foi avaliado após 5 anos de sua efetivação; foram considerados os fatores climáticos, topográficos, atividade biológica que poderiam deteriorá-lo.
A estrutura apresenta eficiência na contenção do terreno estabilizando o talude, não demonstrando sinais de deficiência no projeto.
Também vista como vaso notou-se a maior conservação da umidade do solo que preenche os pneus, proporcionando condições ideais para as espécies vegetais cultivadas.
Podemos observar os resultados:



Muro de arrimo de pneus, UFLA 2015

CONCLUSÃO

Tendo em vista os resultados da estrutura, conclui-se que a utilização de pneus na construção de um muro de arrimo é viável. A técnica utiliza matéria prima de baixo custo em sua construção, sendo muito rentável a prática, e ainda promove um destino sustentável ao material em descarte.

REFERÊNCIAS

Baroni, M; Specht, L.; Barbosa Pinheiro, R. **Construção de estruturas de contenção utilizando pneus inservíveis: análise numérica e caso de obra.** Ouro Preto.Rem: Revista Escola de Minas. vol. 65, núm. 4, octubre-diciembre, 2012, pp. 449-457.
http://www.redalyc.org/pdf/564/56425220004.pdf
Sieira, A; Sayão, A. SIMULAÇÃO NUMÉRICA DO COMPORTAMENTO DE UM MURO DE PNEUS. São Paulo, julho, v.2,pp.532-540.

http://www.eng.uerj.br/deptos/professor/123/SEFE_2000.pdf

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

JAQUELINE TEIXEIRA BOUSADO[1], EDUARDA CAMPOMIZZI FELICIO[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO NETO[4]

[1] Graduanda em Engenharia Civil, Fundação Presidente Antônio Carlos, jaquelinetbousado@hotmail.com
[2] Bacharel em Engenharia Civil, Fundação Presidente Antônio Carlos
[3] Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, israeliasbik@gmail.com
[4] Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamatoneto@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Os riscos que envolvem o meio ambiente e as necessidades da existência de uma conscientização tornou-se urgente e importante, atualmente a humanidade consome mais recursos naturais do que o planeta é capaz de repor. A construção civil é umas das grandes causadoras de impactos ambientais, pois demandam uma alta quantidade de matéria prima para realização de serviços. Com o intuito de diminuir esses impactos e ter o envolvimento com a sustentabilidade, a construção civil se transforma em construção sustentável para diminuir os impactos ambientais. O objetivo deste trabalho é apresentar materiais e técnicas sustentáveis que podem ser empregadas em uma construção sustentável. A sustentabilidade na construção civil pode ser obtida através da utilização de técnicas simples, como o telhado verde, captação de água pluvial, energia solar e materiais recicláveis, contribuindo para o desenvolvimento sem causar grandes degradações ao meio ambiente.
PALAVRAS–CHAVE: Construção sustentável, Telhado Verde, Material reciclável.

SUSTAINABLE CONSTRUCTION

ABSTRACT: The relationship with the environmental issue exists before society for a long team, the Risks Involving the environment and the needs of the existence of an awareness Became urgent and important, where it can be noticed humanity consumes more natural resources compatible with the replacement on our planet. The construction is Also Observed is Causing environmental impacts and the resources They use to perform Their services are Currently engaging with sustainability Occurs, Resulting in the joint construction and Becoming sustainable construction. To be the reduction of environmental impacts, the aim of this work is to find and display materials, techniques, sustainable solutions to be employed in a detached building with Eco aiming at sustainability and environmental concern. Can Conclude Thus, the then importance of sustainability on use of sustainable products such as green roof, rainwater catchment and solar energy, Relating to the construction Establishing comfort society globally Correctly in Their attitudes order to be truly sustainable.
KEYWORDS: Sustainable construction, Green roof, Recyclable material.

INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, a questão ambiental não era uma preocupação comum diante a sociedade. Debates relacionados aos riscos de degradação do meio ambiente começaram no início

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

da década de 70 com a ideia de suprir as necessidades presentes sem comprometer as gerações futuras. Assim, vive-se hoje, um momento crítico em que a humanidade deve escolher o seu futuro e não é fácil conscientizar as pessoas da importância e da urgência dessas mudanças comportamentais para não levar ao esgotamento dos recursos naturais, uma vez que o uso desses recursos tem sido crescente.

Uma das alternativas para amenizar esse problema é a construção de edifícios ecológicos, que pode dar uma contribuição decisiva para o crescimento sustentável com intuito de obter uma edificação que não agrida o meio ambiente, com conforto térmico, sem a necessidade de consumo de energia elétrica, com o uso racional e o reaproveitamento da água e usando materiais ecologicamente corretos na construção, interferindo o mínimo possível no meio ambiente, fazendo a natureza trabalhar a favor da arquitetura da casa.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é apresentar materiais e técnicas sustentáveis que podem ser utilizadas em uma construção civil, visando à sustentabilidade e a preocupação ambiental.

REFERENCIAL TEÓRICO

Na década de 70 alguns estudiosos em várias partes do planeta esboçavam os primeiros comentários sobre questões que envolviam o tema sustentabilidade. Em seu primeiro relatório o Clube de Roma (1972) impactou a comunidade científica ao apresentar cenários bastante catastróficos sobre o futuro do planeta se o padrão desenvolvimentista permanecesse nos mesmos moldes vigentes da época.

A partir daí vários outros relatórios foram elaborados todos com o mesmo fundamento: preservar o meio ambiente. Podemos então citar a declaração de Estocolmo (1972) que elaborou 26 princípios comuns que ofereçam aos povos do mundo inspiração e guia para preservar e melhorar o meio ambiente humano.

No presente momento a discussão sobre a sustentabilidade avança e envolve cada vez mais profissionais que em conjunto buscam soluções. Ao relatar sobre esta forma de desenvolvimento sustentável, percebeu a necessidade e urgência de encontrar maneiras para utilizar os recursos renováveis ou reutilizar os resíduos que restam da sua utilização, visando à preservação dos recursos naturais e assim, mantendo a sobrevivência de maneira confortável visando à qualidade de vida para as gerações futuras.

Sustentabilidade

O desenvolvimento sustentável é considerado uma maneira de ter atitudes corretas para manter a preservação dos recursos naturais, visando a qualidade de vida. Conforme Corrêa (2009) a sustentabilidade emerge uma forma de integração de quatro elementos: desenvolvimento econômico, que inclui habitação acessível, segurança pública, proteção do meio ambiente e mobilidade; inclusão social, reconciliando interesses para identificar e alcançar valores e objetivos comuns; previsão de objetivos em longo prazo; qualidade pela preservação da diversidade e não a quantidade.

De acordo com Baldessar (2012), a sociedade procura um modelo de desenvolvimento que associa desenvolvimento com preocupações ambientais, ocorrendo uma mudança cultural em que o novo paradigma é realmente uma nova maneira de desenvolvimento, e atualmente, encontra-se à disposição diversos elementos para serem trabalhados na área da sustentabilidade, sendo extremamente importante que o profissional tenha em mente que todas as soluções que forem

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

encontradas não podem ser consideradas perfeitas, pois são apenas uma determinada tentativa na busca de haver uma arquitetura mais sustentável, e através do avanço tecnológico sempre surgirão soluções eficazes.

A construção é o resultado da transformação dos recursos naturais em um ambiente que atenda as necessidades do ser humano, dessa forma, as cidades, com suas construções, atividades, serviços e transportes fazem uso de mais de 50% das fontes mundiais de energia, e pode-se dizer que o setor industrial da construção civil é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% dos recursos naturais, 40% da energia e 40% das emissões consideradas poluentes (MOTTA e AGUILAR, 2009).

Construção sustentável

Para se conseguir a sustentabilidade é preciso construir dentro dos parâmetros sustentáveis preocupando-se em utilizar materiais de maneira adequada e correta, visando à preservação ambiental, utilizando de maneira racional os recursos naturais.

Pode-se relatar que qualquer construção para ser algo realmente sustentável tem a necessidade de atender a quatro requisitos básicos: adequação ambiental; viabilidade econômica; justiça social e aceitação cultural (CORRÊA, 2009).

Conforme Leite (2011), para atingir a eficiência em uma construção sustentável há dependência de diversos fatores no processo, visando à sustentabilidade em todo o ciclo de vida da construção, ou seja, compreender as etapas desde o seu desenvolvimento e concepção, esse ciclo começa pela construção e utilização, até seu reaproveitamento ou demolição, podendo estabelecer a relação que envolve o consumo de matérias primas e geração de resíduos diante da construção sustentável. É importante considerar que o termo eficiência traz a ideia de que é possível construir grandes construções com a menor utilização de matérias primas e reutilizar os resíduos, diminuindo a quantidade final dos resíduos gerados.

Energia solar

Existem diversas tecnologias para utilização da energia solar, de forma amplamente disponível, podendo ser usada, como uma fonte direta para energia elétrica ou pode ser transformada em outra forma de energia, como térmica ou mecânica, mas possui neste contexto, a preocupação com os custos associado a esta transformação. O Brasil é um dos países tropicais com grande intensidade de radiação solar disponível em grande parte do ano, devido a maior parte do seu território ser localizado entre os trópicos. Assim, o potencial de utilização da radiação solar como fonte alternativa para energia elétrica, torna-se viável e sustentável (DIENSTMANN, 2009).

O sistema que converte energia solar em energia elétrica funciona por meio de painéis de captação (coletor solar), implantados nas coberturas e telhados das construções. A energia é transformada de uma forma para outra por um dispositivo conhecido como um transdutor. Para converter a radiação solar em eletricidade, é necessária a instalação de um painel solar. Células solares foto voltaicas (PVC) são, essencialmente, semicondutores, que têm propriedades de transmissão elétrica existente entre condutores como metal ou água salgada e isolantes, como a borracha. Os painéis solares são construídos com folhas de silício dopado, com impurezas como fósforos adicionados que permitem que os elétrons fluam. Quando a energia cinética dos fótons solares que se deslocam atinge um PVC, um fluxo de elétrons começa a ser extraído por um par de fios, criando a corrente contínua (DC) como uma bateria. Ao instalar um painel solar para gerar energia elétrica, é importante verificar a viabilidade econômica, pois em muitos casos o retorno do investimento só vai ocorrer em alguns anos.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A energia solar no Brasil tem um alto custo se comparado com a energia gerada com as hidrelétricas, seu uso em pequena escala apresenta um baixo custo sendo uma possibilidade que deve ser estudada e desenvolvida principalmente no uso residencial.

Telhado Verde

Com o passar do tempo a construção civil vem crescendo acentuadamente devido ao crescimento populacional. Com isso as áreas verdes estão sendo substituídas por estruturas urbanas que acabam impermeabilizando cada vez mais o solo. Através da perspectiva da sustentabilidade busca-se reduzir os impactos ambientais das edificações, e para minimizar os problemas gerados pelo crescimento acelerado do número de edificações.

Especificamente, os telhados verdes podem ser considerados múltiplos benefícios, visando a uma grande melhoria da qualidade ambiental, como na atuação de inibir as zonas de calor, ser uma espécie de sequestrador de poluentes e também aumentando a biodiversidade e habitats perdidos na zona urbana. Tanto a vegetação como o substrato do solo atua sobre o controle do escoamento superficial, sendo por meio de processos de interrupção, armazenamento de água no solo e evapotranspiração, ocorrendo assim uma atenuação dos impactos da impermeabilização (TASSI et al., 2014).

Conforme Ferreira e Costa (2010), o telhado verde compõe basicamente de uma camada impermeabilizante, um sistema de drenagem eficiente, elementos que permite à vegetação adquirir baixa densidade e também boa retenção da água da chuva. A escolha da vegetação adequada se torna um dos fatores importantes para atingir uma boa eficiência desta forma de telhado, assim, a vegetação deve ter facilidade de adaptação a mudanças bruscas de temperatura devido a sua exposição direta com o sol, chuva, vento, dentre outros fatores naturais.

Algumas linhagens de plantas além de possuírem consideravelmente uma boa condição de gerar biomassa, também são consideradas capazes de realizar a absorção de poluentes atmosféricos com uma maior facilidade, mas, relacionado à implantação do telhado verde, constata-se que no Brasil existem pequenas quantidades de empresas especializadas na implantação desses projetos.

Tassi et al. (2014), descreve as características das camadas de um telhado verde:

- Camada de vegetação: a cobertura vegetal deve ser adequada às condições climáticas do local. A vegetação atua interceptando uma parcela da chuva, evitando que ela atinja o solo. É por meio do processo de evapotranspiração que a água é perdida para a atmosfera e o potencial de retenção de água no substrato é aumentado. Adicionalmente, a vegetação retarda o escoamento superficial, que passa a ocorrer quando o substrato atinge a saturação;
- Substrato: é constituído pela camada de solo, servindo de suporte para a fixação da vegetação, fornece água e nutrientes necessários para a manutenção desta. Essa camada é importante para o armazenamento temporário da água durante os eventos chuvosos;
- Geotêxtil: constituído de uma camada filtrante que separa as camadas de vegetais e substrato da camada drenante. Evita a migração de partículas do substrato para o interior da camada drenante, reduzindo a funcionalidade do telhado verde;
- Camada de drenagem: em telhados praticamente horizontais, como telhados verdes, é fundamental a existência da camada de drenagem, para evitar alagamentos indesejáveis e estresse da cultura. Além disso, a camada de drenagem atua retendo parte da água da chuva, necessária para a vegetação durante períodos de estiagem;
- Camada protetora: destina-se à retenção da umidade e nutrientes acima da estrutura do telhado, fornecendo proteção física para a membrana de impermeabilização contra o crescimento das raízes da vegetação;

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

- Impermeabilização: normalmente realizada com o emprego de hidrorrepelentes, de maneira a evitar o contato da água com a estrutura do telhado;
- Estrutura do telhado: deve ter a capacidade para suportar toda a carga do telhado verde.

Recentemente, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) criou uma comissão para elaboração dos critérios para aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em áreas urbanas, com a publicação de tal norma haverá um incentivo na implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva, o que é cada vez mais frequente nas cidades brasileiras, seja pela escassez de água seja por força legal.

Água pluvial

A utilização de água de chuva traz várias vantagens como redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma; evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc; os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento ocorre a partir de dois anos e meio; faz sentido ecológico e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade e disponível em abundância em todos os telhados; ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios; encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.

A água pluvial pode ter um sistema de aproveitamento, uma vez que com o desvio da água da chuva e também reservatório pode ocorrer a retirada dos sólidos e materiais indesejáveis, realizando armazenamento em uma cisterna e após bombear a mesma para um reservatório, sendo este maior, pode voltar às atividades não potáveis, pois existe o risco de contaminação pela água coletada.

Conforme Amorim e Pereira (2008) pode-se relatar que a água é realmente um elemento primordial para a preservação da vida sobre a Terra, mas, atualmente pode-se notar que o homem a trata, com um bem inesgotável, cuja utilização de maneira não racional, e com o crescimento populacional, gera a deterioração dos recursos hídricos causando a redução da demanda de água e a procura em como encontrar novas fontes para obter abastecimento.

O aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas envolve aos seguintes aspectos:

- Sociais: economia de recursos com a diminuição do consumo de água das concessionárias, segundo Tomaz (2005), essa economia é estimada em 30%;
- Gestão das águas urbanas: fonte alternativa ao abastecimento deste recurso hídrico na época de estiagem, redução do volume de água superficial escoado atuante nos eventos de enchentes e alagamentos, e economia no fornecimento, a quantidade de produtos químicos utilizados e os gastos com o abastecimento são reduzidos (TORDO, 2004).
- Ambientais: diminui a exploração intensiva dos recursos hídricos em fontes convencionais (represas, lagos, rios) passíveis de escassez (CARLON, 2005), promove um uso mais racional da água potável, destinação prioritária à alimentação e à dessedentação, e valoriza o recurso diminuindo a perda de água ao longo de extensos sistemas de distribuição (TORDO, 2004).

Segundo Vasconcelos e Ferreira (2007), Para implantar o sistema de aproveitamento de águas pluviais são necessários os seguintes itens: área de captação de água pluvial, calhas, coletores, dispositivos de descarte de sólidos, dispositivos de desvio de água das primeiras chuvas (para carregamento das impurezas que vem da área de captação e lavagem da atmosfera) e por fim os reservatórios.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Materiais recicláveis

A reciclagem visa à redução do uso de recursos naturais e permanência da matéria-prima no processo de produção.

Alguns conceitos são apresentados visando a um melhor enquadramento quanto ao aproveitamento de resíduos como materiais de construção, conforme segue abaixo.

- Recuperação: retirada do resíduo do seu circuito tradicional de coleta e tratamento.
- Valorização: dar um valor comercial a um determinado resíduo.
- Valorização energética: utilização do poder calorífico dos resíduos.
- Reciclagem: introduzir o resíduo no seu ciclo de produção em substituição total/parcial de uma matéria-prima.
- Reciclagem química: valorização sob a forma de produtos químicos.
- Reemprego: novo emprego de um resíduo para uso análogo ao seu primeiro ciclo de produção.
- Reutilização: aproveitamento de um resíduo, uma ou mais vezes, na sua forma original, sem beneficiamento.

Uma proposta de gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos deve priorizar sempre a redução da geração de resíduos na fonte. No entanto, quando existir a geração dos resíduos, deve-se buscar a reutilização ou a reciclagem. Somente quando não existir possibilidade de reciclá-los é que os resíduos devem ser incinerados (com recuperação de energia) ou aterrados. Um processo de reciclagem de qualidade requer um resíduo de qualidade, o que implica segregar os resíduos junto à fonte geradora, ou seja, nos próprios canteiros de obra.

Depois de serem descartados, os resíduos recicláveis passam por diversas etapas até se tornarem novos materiais. Essas etapas variam de acordo com cada tipo de material, devido à especificidade de cada um e aos diferentes processos de reciclagem existentes para cada.

Dentre os problemas que dificultam as práticas de reciclagem o maior obstáculo a ser vencido talvez seja a falta da cultura da reciclagem. Para torná-la viável, todos os envolvidos deveriam cumprir seus papéis, os clientes, que devem avaliar a real necessidade de construir, diante da possibilidade de adequar um edifício existente às suas necessidades; empresas construtoras, que devem buscar reduzir as perdas e a geração de resíduos por meio da adoção de métodos construtivos mais racionais e governo local, fiscalizando geradores e transportadores, visando coibir as disposições irregulares dos resíduos em áreas públicas e/ou privadas que não tenham licença ambiental e estimulando o uso de materiais reciclados nas obras públicas, em especial as de habitações populares. O grande desperdício de materiais na construção civil brasileira é real, e bem elevado.

CONCLUSÕES

A construção sustentável é hoje uma opção de aliar desenvolvimento com sustentabilidade. A questão ambiental está presente em diversos setores devido aos riscos de degradação. A população de forma geral se preocupa em encontrar soluções e mudanças comportamentais para evitar o esgotamento dos recursos naturais.

A adoção de simples medidas sustentáveis e o desenvolvimento de técnicas que contribuam com a preservação ambiental são imprescindíveis para a atualidade. Essas atitudes podem ser adotadas não só pelo poder público, como também pela iniciativa privada e pela população.

Evidencia-se que existem vários sistemas que podem ser adotados nas construções para conseguir um desenvolvimento sustentável, dentre eles pode-se destacar o uso do telhado verde, a utilização de água pluvial e o reaproveitamento de materiais recicláveis.

A sociedade deve se preocupar em buscar novos modelos ecológicos para solucionar os problemas de degradação ambiental, visando o desenvolvimento sustentável. A sustentabilidade é uma maneira favorável em relação ao meio ambiente e a qualidade de vida da sociedade, podendo trazer benefícios para a sobrevivência e a utilização dos recursos ambientais.

REFERÊNCIAS

AMORIM, S.V.; PEREIRA, D.J.A. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. Ambiente Construído**; v. 8; n. 2; p. 53-66; Porto Alegre; Abr./Jun. 2008. ISSN 1678-8621. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/5359/3284>. Acesso em: 26 de out. de 2014.

BALDESSAR, S.M.N. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. Curitiba; 2012. Disponível em: <http://www.prppg.ufpr.br/ppgcc/sites /www.prppg.ufpr.br.ppgcc/files/dissertacoes/d0168.pdf>. Acesso em 24 de out. de 2014.

CARLON, M. R. **Percepção dos Atores Sociais Quanto às Alternativas de Implantação de Sistemas de Captação e Aproveitamento de Água de Chuva em Joinville – SC**. 2005. 202f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, Santa Catarina, 2005.

CORRÊA, L.R. **Sustentabilidade na construção civil**. Rio de Janeiro; 2009. Disponível em: <http://especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf>. Acesso em 24 de out. de 2014.

DIENSTMANN, G. **Energia solar**. Porto Alegre; Dez.2009. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24308/000736300.pdf>?sequence=1. Acesso em: 31 de out. de 2014.

FERREIRA, B.Z.N.; COSTA, C.C**. Sustentabilidade nas edificações: telhado verde**. Curitiba; 2010. Disponível em: <http://aplicacoes.up.edu.br/biblioteca/arquivos/biblioteca_publicador/TCC2010/Engenharia%20Civil/SUSTENTABILIDADE%20NAS%20EDIFICA%C3%87%C3%95ES%20TELHADO%20VERDE.pdf>. Acesso em 21 de out. de 2014.

LEITE, V.F**. Certificação ambiental na construção civil – sistemas LEED e AQUA**. Belo Horizonte; 2011. Disponível em: <http://meioambienteeconstrucao.com.br/ downloads/pesquisas-academicas/selos-verdes-construcao-civil/certificacoes-leed-e-aqua-trabalho-final-graduacao.pdf>. Acesso em 24 de out. de 2014.

MOTTA, S.R.F.; AGUILAR, M.T.P. **Sustentabilidade e processo de projeto de edificações**. Gestão & Tecnologia de Projetos; v. 4; n. 1; Minas Gerais; mai. 2009. Disponível

em:<http://www.iau.usp.br/gestaodeprojetos/index.php/gestaodeprojetos/article/view/79/107>. Acesso em 24 de out. de 2014.

VASCONCELOS, L.F., FERREIRA, O.M. **Captação de água de chuva para uso domiciliar: estudo de caso**. Goiânia; 2007. Disponível em:< http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/CAPTA%C3%87%C3%83O%20DE%20%C3%81GUA%20DE%20CHUVA%20PARA%20USO%20DOMICILIAR.pdf>. Acesso em 31 de out. de 2014.

TASSI, R.; TASSINARI, L.C.S.; PICCILLI, D.G.A.; PERSCH, C.G. **Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais**. Ambiente Construído; v. 14; n. 1; p. 139 – 154; Porto Alegre; jan./mar. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ac/v14n1/v14n1a12.pdf>. Acesso em 26 de out. de 2014.

TORDO, O. C. **Caracterização e Avaliação de Águas de Chuva Para Fins Potáveis**. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2004.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva**: Para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo: Navegar Editora, 2005. 180p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONTAMINAÇÃO POR COLIFORMES NO PERCOLADO DO SOLO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE EFLUENTES DA BOVINOCULTURA

THAIS D. MANSO[1], FRANCISCO O. P. TEIXEIRA[2], RONALDO FIA[3], FLÁVIA A. FRANÇA[4], CAMILA F. M. CHAVES[5]

[1]Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, tmanso@engambiental.ufla.br
[2] Engenheiro Agrícola, Mestrando em Ciências Florestais, UFLA, ftambiental@gmail.com
[3] Engenheiro Agrícola e Ambiental, Doutor em Engenharia Agrícola, UFLA, ronaldofia@deg.ufla.br
[4]Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, flaviafranca88@gmail.com
5Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, cfmchaves@hotmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo determinar as características microbiológicas do percolado em diferentes profundidades do solo proveniente da aplicação de águas residuárias da bovinocultura (ARB). O experimento foi conduzido na Chácara Santo Antônio, em Brazópolis-MG. A cada três dias, foi aplicada uma lâmina de 150 mm de ARB em um terraço construído em nível com base de 1 m de largura, cultivado com *Brachiaria*. Os amostradores de percolado foram constituídos por tubos de PVC de 0,100 m de diâmetro, com tampões da base, para coleta do percolado, e instalados em diferentes profundidades: 0,20 m, 0,40 m, 0,60 m e 0,80 m. Os tubos foram perfurados em uma extensão de 0,20 m ao longo do comprimento, dependendo da profundidade de instalação. Os amostradores foram instalados distanciados de 1 m da base do terraço, e 3 m entre si. O amostrador controle foi instalado em posição à montante do terraço. A coleta de amostras aconteceu entre os meses de outubro de 2014 e abril de 2015, em intervalos não regulares, pois dependia da incidência das chuvas na região. As concentrações de coliformes totais (média entre 7,6 x 10^4 e 2,5 x 10^6 NMP 100 mL^{-1}) e termotolerantes (média entre 2,6 x 10^4 e 1,8 x 10^5 NMP 100 mL^{-1}) não se mantiveram estáveis para nenhuma profundidade, e variaram consideravelmente ao longo do espaço e do tempo. Parece que o aumento das chuvas, em janeiro de 2015, proporcionou maior diluição do percolado, reduzindo, consequentemente, a concentração de coliformes totais e termotolerantes.
PALAVRAS–CHAVE: patógenos, disposição no solo, reúso agrícola.

LEACHING OF COLIFORMS IN SOIL UNDER APPLICATION OF CATTLE WASTEWATER

ABSTRACT: This study aims to determine the microbiological characteristics in leached in different depths of soil under application of cattle wastewater (ARB). The experiment was conducted in Chácara Santo Antônio, in Brazópolis-MG. Every three days, a depth of 150 mm of ARB was applied on a terrace built in level on the basis of 1 m wide, cultivated with *Brachiaria*. Samplers percolate were made of PVC pipe 0.100 m in diameter, with caps of the base, to collect the percolate, and installed at different depths: 0.20 m, 0.40 m, 0.60 m and 0.80 m. The tubes were drilled in a length of 0.20 m along the length, depending on the installation depth. The samplers were installed apart of 1 m from the base of the terrace, and 3 m away from each other. The sampler control was installed in a position upstream of the terrace. The sampling took place between the months of October 2014 and April 2015, at irregular intervals, it depended on the incidence of

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

rainfall. The total coliforms concentration (mean of 7.6 x 10^4 to 2.5 x 10^6 NMP 100 mL^{-1}) and thermotolerant (mean of 2.6 x 10^4 to 1.8 x 10^5 NMP 100 mL^{-1}) were not maintained stable in depth, and considerably varied over space and time. It seems that the increased rainfall in January 2015, provided greater dilution of the percolate, reducing thus the concentration of total and thermotolerant coliforms.
KEYWORDS: pathogens, soil application, agricultural reuse.

INTRODUÇÃO

Atividades agroindustriais geram grandes volumes de águas residuárias, e têm se tornado uma preocupação ambiental. Apesar de haver uma menor quantidade de estudos científicos sobre o assunto na área rural, a contaminação do solo e das águas de superfície e subterrâneas decorrentes do não tratamento das águas residuárias domiciliares, e das águas residuárias geradas em outras atividades agroindustriais, já é uma realidade que preocupa diversos setores da sociedade (JAVAREZ JÚNIOR et al., 2007).

O potencial poluidor das águas residuárias de bovinocultura (ARB) deve-se ao elevado teor de matéria orgânica, nutrientes e microrganismos patogênicos (ERTHAL et al., 2010). Geralmente, no meio rural o tratamento acontece em tanques de armazenamento temporários antes da disposição no ambiente. Tais unidades são precárias, e não apresentam eficiências satisfatórias quanto à emoção dos poluentes, tanto por serem subdimensionadas, quanto pela falta de acompanhamento técnico.

Desta forma, uma opção segura, desde que feita adequadamente, é a disposição de efluentes no solo. Embora seja mais comum dispor os esgotos nos corpos d'água, quando há disposição de efluentes no solo, dependendo da carga orgânica lançada, o ambiente tem condições de receber e decompor os compostos em subprodutos que não causam danos ao ecossistema local e circunvizinho (CORAUCCI FILHO et al, 1999). A disposição de águas residuárias agroindustriais no solo é uma técnica interessante, principalmente em condições de clima tropical e com disponibilidade de áreas, como é o caso do Brasil (ERTHAL et al., 2010).

Este trabalho tem como objetivo geral determinar as características microbiológicas do percolado em diferentes profundidades do solo proveniente da aplicação de águas residuárias da bovinocultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido na Chácara Santo Antônio, em Brazópolis, Minas Gerais, latitude 22°27'S, longitude 45°36'W, altitude média de 868 m e clima Cwa, segundo a classificação de Köppen (Figura 1).

Atualmente a água residuária de bovinocultura (ARB) gerada na propriedade, e com as características apresentadas na Tabela 1, é armazenada em tanques impermeabilizados com capacidade de armazenamento de 8,0 m^3. A cada três dias, foi aplicada uma lâmina de 150 mm de ARB em cada um dos dois terraços existentes na propriedade. Os terraços são construídos em nível com base de aproximadamente 1 m de largura, em área cultivada com gramíneas do gênero *Brachiaria*. Na disposição da ARB é utilizando o processo de infiltração-percolação (Figura 1) (CORAUCCI FILHO et al., 1999).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1 - Valores médios das variáveis avaliadas na água residuária da bovinocultura aplicada

Variáveis	pH	CE	DQO	NTK	CT	CTer
ARB	6,8	2,43	4.347	142	$1x10^{12}$	$1x10^{11}$

ARB - água residuária da bovinocultura, pH – potencial hidrogeniônico, CE – condutividade elétrica (dS m^{-1}), DQO – demanda química de oxigênio (mg L^{-1}), NTK – Nitrogênio Total Kjeldahl (mg L^{-1}), CT – coliformes totais (NMP 100 L^{-1}), CTer – coliformes termotolerantes (NMP 100 L^{-1}).

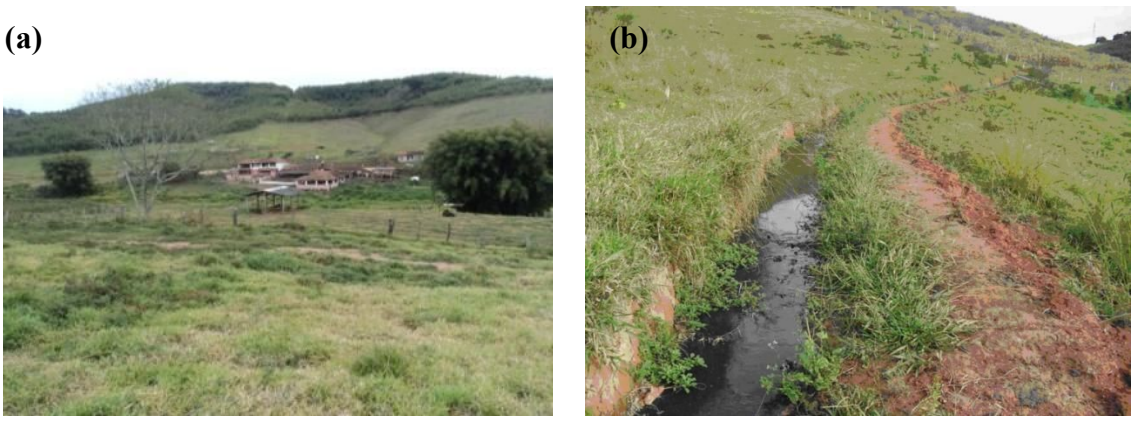


Figura 1. (a) Vista geral da Chácara Santo Antonio, em Brazópolis-MG; e (b) vista geral de um dos terraços utilizados para disposição da água residuária da bovinocultura em pastagem degradada na Chácara Santo Antônio.

Procedimento experimental

As amostras do percolado foram coletadas em diferentes profundidades por meio da instalação de amostradores. Os amostradores foram constituídos por tubos de PVC de 0,100 m de diâmetro, com tampões da base, para coleta do percolado, e no topo para evitar a entrada de materiais que pudessem contaminar as amostras. Foram instalados, no mês de setembro de 2014, em diferentes profundidades: 0,20 m, 0,40 m, 0,60 m e 0,80 m. Os tubos foram perfurados em uma extensão de 0,20 m ao longo do comprimento e dependendo da profundidade de instalação (Figura 2).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

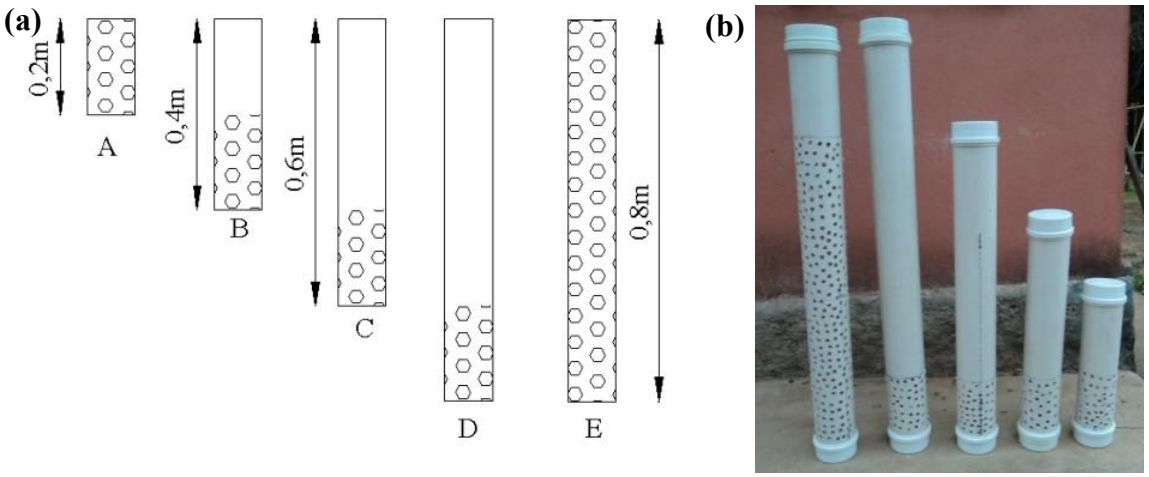


Figura 2 - (a) Esquema dos diferentes amostradores: A, B, C e D - amostradores instalados a 0,20 m, 0,40 m, 0,60 m, 0,80 m de profundidade, respectivamente. E - amostrador controle instalado a 0,80 m de profundidade; (b) amostradores após o processo de confecção dos mesmos.

Os amostradores foram instalados distanciados de 1 m da base do terraço, e 3 m entre si, para evitar qualquer tipo de interferência. O amostrador controle foi instalado em posição à montante do terraço, onde não há aplicação da ARB, para evitar contribuição de percolado proveniente da ARB para este amostrador (Figura 3).

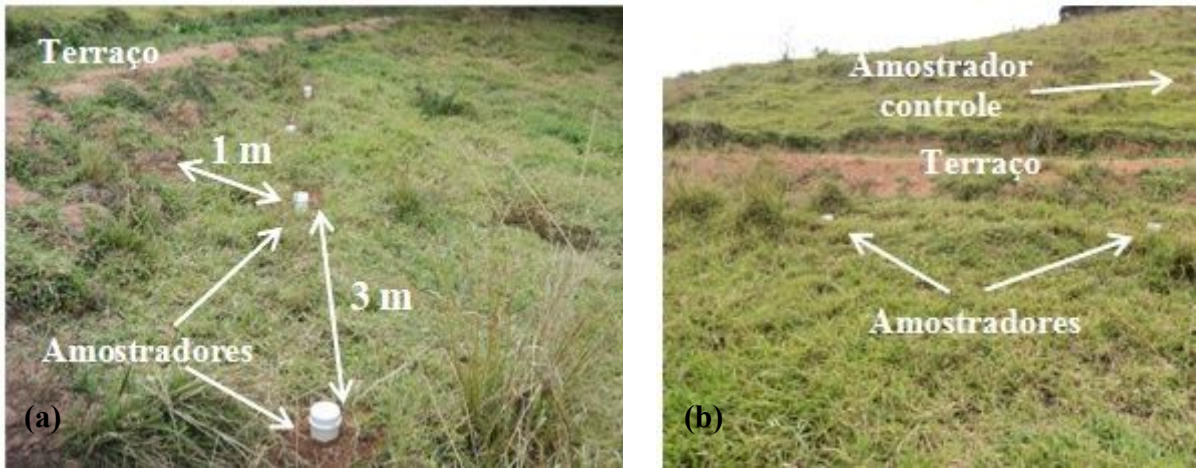


Figura 3. Local de instalação dos amostradores de percolado (a) e do amostrador controle (b) à jusante e à montante do terraço, respectivamente.

Para instalação dos amostradores, o solo foi escavado dependendo da profundidade de instalação (de 0,20 a 0,80 m). Os amostradores foram cobertos com tela plástica, tipo sombrite, para reduzir o carreamento de solo para dentro dos amostradores. Entre o solo e os amostradores foi inserido uma camada de areia para facilitar o processo de drenagem da água do solo para o amostrador. Na parte superior dos amostradores, primeiros 0,15 m de solo, foi inserida uma camada de argila compactada, para reduzir o caminho preferencial da água quando em escoamento superficial no solo (Figura 4).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

(a) (b)

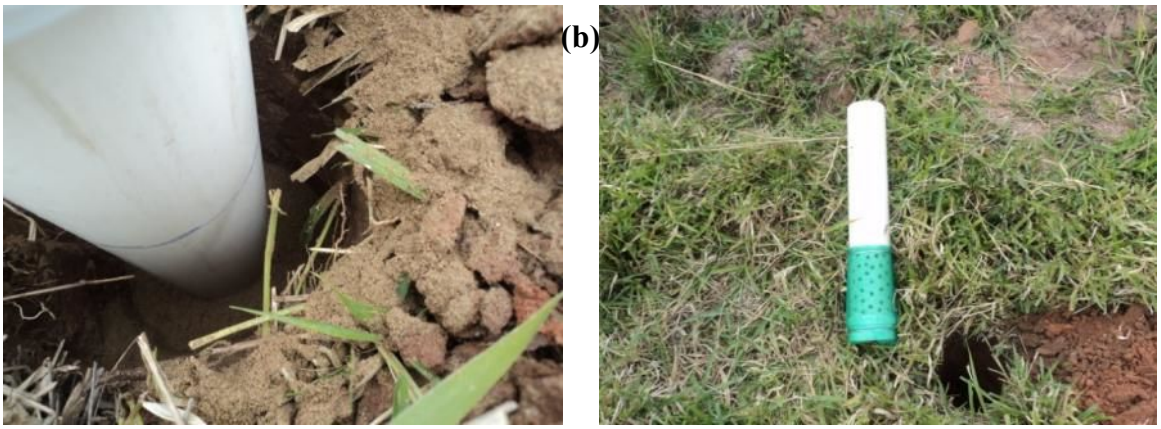


Figura 4 - Procedimento de instalação dos amostradores: (a) trincheira escavada no solo e colocação de areia ao redor do amostrador na parte inferior da trincheira; e (b) envolvimento do amostrador com material tipo sombrite.

Análises laboratoriais

A coleta de amostras aconteceu entre os meses de outubro de 2014 e abril de 2015, em intervalos não regulares, pois a geração de amostras dependia também da incidência das chuvas na região. Além disso, mesmo com a ocorrência de chuvas, havia a necessidade que esta fosse o suficiente para que contribuísse com a percolação até as camadas mais profundas do solo.

O líquido percolado nos tubos teve sua qualidade avaliada sempre que foi encontrado volume suficiente de amostra nos coletores para a realização das análises.

As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Água e de Análise de Águas Residuárias do Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária do Departamento de Engenharia da UFLA e compreenderam: pH, por potenciometria, e coliformes totais e termotolerantes por tubos múltiplos (APHA et al., 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Potencial hidrogeniônico

Os valores de pH encontrados para as diferentes profundidades do perfil do solo e a data em que foi determinado o parâmetro estão representados pela Tabela 2.

Tabela 2 - Valores de pH observados no percolado em diferentes profundidades de solo no período de monitoramento após recebimento de águas residuárias da bovinocultura.

Data	Test.	20 cm	40 cm	60 cm	80 cm
30/10/2014	7,1	6,5	6,1	6,5	6,9
13/12/2014	7,0	6,4	6,7	6,9	6,8
15/01/2015	6,1	6,3	6,6	6,3	6,4
11/02/2015	7,4	6,8	5,1	6,1	6,7
24/03/2015	7,2	6,2	3,4	6,4	6,6
23/04/2015	7,1	6,4	3,2	6,8	7,4
Média	7,0	6,4	5,2	6,5	6,8

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Nota-se que as variações mais bruscas de pH ocorreram na profundidade de 40 cm e a partir de fevereiro de 2015. Enquanto as outras profundidades de análise permaneceram mais estáveis em torno da média, médias estas que se mantiveram próximas à neutralidade.

De acordo com o padrão de potabilidade do Ministério da Saúde, Portaria nº 2.914 (BRASIL, 2011), a água potável deve possuir um pH entre 6,0 e 9,5, então essa água que seria percolada para o subsolo pode ser usada para consumo humano com relação a esse parâmetro, exceto para valores encontrados na profundidade de 40 cm a partir de fevereiro de 2015.

Santos e Meurer (2012) verificaram que o pH médio encontrado no percolado do Argissolo (PVd), depois da aplicação de dejetos líquidos de suínos, não ultrapassou o valor de 4, já no Nitossolo (NVd) a média do pH foi de 5,7, evidenciando que o tipo de solo pode favorecer a contaminação das águas subterrâneas.

Coliformes totais e termotolerantes

As concentrações de coliformes totais e de coliformes termotolerantes em diferentes profundidades e tempo estão representadas nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Variação da quantidade de coliformes totais no percolado ao longo do perfil e tempo de determinação

Data	Testemunha	20 cm	40 cm	60 cm	80 cm
30/10/2014	1,0E+07	4,5E+06	4,5E+05	2,0E+05	3,0E+05
13/12/2014	4,1E+06	2,5E+03	4,5E+01	4,5E+01	1,4E+05
15/01/2015	2,5E+01	4,5E+01	9,5E+01	9,5E+01	9,5E+01
11/02/2015	9,5E+02	4,5E+02	9,5E+02	9,5E+02	2,5E+03
24/03/2015	9,5E+05	3,0E+03	1,1E+05	4,5E+03	2,5E+02
23/04/2015	1,1E+03	4,1E+04	4,1E+04	4,5E+05	1,4E+04
Média	2,5E+06	7,6E+05	1,0E+05	1,1E+05	7,6E+04

Tabela 4 - Variação da quantidade de coliformes termotolerantes no percolado ao longo do perfil e tempo de determinação.

Data	Testemunha	20 cm	40 cm	60 cm	80 cm
04/11/2014	1,0E+05	3,0E+05	4,5E+05	1,1E+05	1,5E+05
13/12/2014	9,5E+05	9,5E+01	1,0E+01	1,5E+01	1,4E+04
15/01/2015	2,5E+01	4,5E+01	9,5E+01	9,5E+01	9,5E+01
11/02/2015	2,5E+01	4,5E+01	9,5E+01	4,5E+01	9,5E+01
24/03/2015	4,1E+04	1,0E+02	4,0E+00	4,0E+00	4,0E+00
23/04/2015	9,5E+02	3,0E+03	1,0E+03	4,5E+04	1,4E+03
Média	1,8E+05	5,1E+04	7,5E+04	2,6E+04	2,8E+04

As concentrações de coliformes não se mantiveram estáveis para nenhuma profundidade, e sim variaram consideravelmente ao longo do espaço e do tempo. Parece que o aumento das chuvas, em janeiro de 2015, proporcionou maior diluição do percolado, reduzindo, consequentemente, a concentração de coliformes (Tabelas 3 e 4).

De forma geral, houve redução nas concentrações médias de coliformes ao longo da profundidade do solo, evidenciando a capacidade de filtração e retenção de patógenos pela estrutura física do solo.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Há uma competição por nutrientes entre os microrganismos naturais do solo e os introduzidos, sendo que normalmente os de origem natural prevalecem e eliminam os microrganismos introduzidos, fazendo com que em níveis mais profundos do solo diminua o efeito da percolação desses microrganismos patógenos (ALEXANDER, 1977). Bitton (2005) afirmou que a partir de 3 m de profundidade, não são mais encontrados coliformes termotolerantes no solo, isso devido, provavelmente, à ausência de matéria orgânica, que é essencial à sobrevivência desses microrganismos.

Além disso, no solo, os microrganismos podem ser adsorvidos pelas cargas de superfície das argilas, ficarem retidos nos poros do solo e nas raízes das plantas (ARAÚJO et al., 2010), sendo que neste caso havia plantado no local gramíneas do gênero Brachiaria. A cobertura vegetal a proporciona menor incidência de raios solares na superfície do solo e menor amplitude térmica, o que reduz a eliminação destes organismos no solo. Pereira et al., (2014) constataram que nas parcelas com cobertura vegetal, a quantidade de coliformes foram maiores que no solo nu, o que indica que o ambiente da camada superficial em solo com vegetação é mais adequado para a sobrevivência desses microrganismos.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 396 (BRASIL, 2008), que se refere ao enquadramento de águas subterrâneas, o padrão para consumo humano, nos Valores Máximos Permitidos (VMP), é a ausência de coliformes (negativo em 100 mL). Assim, os resultados encontrados neste trabalho mostram que o uso da água residuária de bovinocultura (ARB) quando aplicada no solo, pode contaminar as águas subsuperficiais e restringir seu uso.

Santos e Meurer (2012) verificaram no percolado do Argissolo (PVd), depois da aplicação de dejetos líquidos de suínos, não haver presença de coliformes, já no Nitossolo (NVd) foram encontrados coliformes no percolado desse solo. Mostrando que as condições químicas e físicas do meio podem favorecer a sobrevivência por um período maior de tempo dos microrganismos.

CONCLUSÕES

O pH manteve-se por volta dos valores de 6,0 e 7,0, perto da neutralidade, exceto para os meses de fevereiro, março e abril de 2015 para a profundidade de 40 cm.

Os coliformes totais variaram muito ao longo do tempo e das profundidades, mas não significa que há poluição, já que os mesmos são encontrados naturalmente no solo.

Com relação aos coliformes termotolerantes, houve uma diminuição, de forma geral, nas concentrações ao longo do perfil do solo. Isso devido às condições físico-químicas de sua estrutura, que evitam a percolação desses organismos patógenos no solo.

A aplicação de efluentes no solo como apresentado neste trabalho, pode ser considerado uma boa alternativa para o tratamento de águas residuárias, pois apresenta remoção de patógenos e baixo custo de operação. Entretanto, recomenda-se o monitoramento das águas subterrâneas nas áreas de aplicação dos efluentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG o financiamento do projeto, e juntamente com o CNPq as bolsas de iniciação científica concedidas.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology**. 2nd ed. New York, 1977. 467p.

ARAÚJO, E.A.; ANDRADE, N.J.; SILVA, L.H.M.; CARVALHO, A.F.; RAMOS, A.M.; SÁ SILVA, C.A. Aspectos coloidais da adesão de microrganismos. **Química Nova**, v.33, n.9, p.1940-1948, 2010.

APHA - American Public Health Association; AWWA - American Water Works Association; WEF - Water Environment Federation. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th. ed. Washington. D.C.: APHA/AWWA/WEF, 2005, [s.n.].

BITTON, G. **Wastewater microbiology**. 3rd ed. New York: Willey, 2005. 746p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914**, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 396**, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Diário Oficial a União nº 66, de 7 de abril de 2008, Seção 1, páginas 64-68.

CORAUCCI FILHO, B.; CHERNICHARO, C.A.L.; ANDRADE NETO, C.O.; NOUR, E.A.; ANDREOLI, F.D. N.; SOUZA, H.N.; MONTEGGIA, L.O.; VON SPERLING, M.; LUCAS FILHO, M.; AISSE, M.M.; FIGUEIREDO, R.F.; STEFANUTTI, R. Tecnologia do tratamento de águas residuárias no solo: infiltração rápida, irrigação e escoamento superficial. In: **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p.357-407.

ERTHAL, V. J. T. et al. Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.467-477, 2010.

JAVAREZ JÚNIOR, A.; PAULA JÚNIOR, D.R.; GAZZOLA, J. Avaliação do desempenho de dois sistemas modulares no tratamento anaeróbio de esgotos em comunidades rurais. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.794-803, 2007.

PEREIRA, M. S.; MATOS, A. T.; MATOS, M. P.; AGUIAR, P. L. Decaimento de bactérias do grupo coliformes em solos com cobertura vegetal e nu. **Engenharia na agricultura**, v.22, n.6, p.575-582, 2014.

SANTOS, R. C.; MEURER, E. J. Microrganismos em percolado após aplicações dejetos de suínos. **Bioscience Journal**, v. 28, n.6, p.1000-1006, 2012.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONTROLE AUTOMATIZADO DE BAIXO CUSTO EM FORNOS PARA TRATAMENTOS TÉRMICOS EM AÇOS

EDIMILSON DA SILVA ZAMBALDI[1], RICARDO RODRIGUES MAGALHÃES[2], BRUNO HENRIQUE GROENNER BARBOSA[3], PAULO FERNANDO TRUGILHO[4], MOISÉS BATISTA MARTINS[5]

[1] Mestrando em Engenharia de Sistemas e Automação, UFLA, (35) 9152-2926, zambaldibt@gmail.com
[2] Professor da Universidade Federal de Lavras, UFLA, (35) 3829-5234, ricardorm@deg.ufla.br
[3] Professor da Universidade Federal de Lavras, UFLA, (35) 3829-1029, brunohb@deg.ufla.br
[4] Professor da Universidade Federal de Lavras, UFLA, (35) 3829-1415, trugilho@dcf.ufla.br
[5] Graduando em Engenharia de Controle e Automação, UFLA, mbmartins_28@hotmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho propõe um sistema econômico para o controle automatizado de fornos utilizados nos tratamentos térmicos de aços, por meio de um sistema embarcado simples capaz de controlar com precisão a curva de aquecimento em função do tempo, diminuindo consideravelmente a interferência subjetiva e artesanal do homem durante o processo e que possa ser adaptado na maioria dos fornos de baixo custo disponíveis no mercado e utilizado por pequenas empresas. Neste caso, o sistema embarcado é constituído por um micro controlador de plataforma aberta e programado com ações de controle do tipo PID (Proporcional Integral Derivativo), que receberá as variáveis do processo e irá ajustar a temperatura obtida do forno, por meio de um sensor, com uma curva definida, para obtenção das propriedades mecânicas finais do material desejadas. Para a validação do trabalho foram comparados os resultados de análise de dureza e metalográfico em amostras de aços D2 e D6 submetidos ao tratamento térmico de têmpera pelo método tradicional (sem controlador) com aquele que utilizou o sistema embarcado. Os resultados indicaram a eficiência do sistema embarcado de baixo custo, que apresentou nos resultados de suas amostras uma melhor dureza final e uma estrutura granular mais fina e homogênea.
PALAVRAS–CHAVE: tratamento térmico, controle PID, automação de fornos.

LOW COST AUTOMATED CONTROL FURNACE FOR STEELS HEAT TREATMENTS

ABSTRACT: This paper aimed to propose an automated control of steel heat treatment furnace implemented by a single embedded system in order to control with precision the temperature and reduce the human interaction during the heat treatment process, and it can be adapted on low cost commercial furnace. In this case, an open licensed microprocessor of the embedded system is programmed with PID (proportional-integral-derivative) controller that will receive the process variables and turns the furnace controlling the temperature, receiving the input signal by a sensor and activating the furnace resistor by output signal. Preliminary tests were performed comparing the results of samples of D2 and D6 materials that were tempering by both methods. Results, by hardness and metallographic analysis, showed the precision control and a much better final hardness, a fine granular structure and more homogeneous.
KEYWORDS: heat treatment, PID control, furnace automation.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Na maioria dos casos, o tratamento térmico é a última etapa do processo de construção de uma peça mecânica, que já passou por várias fases de usinagem e ajustagem, o que torna a sua aplicação mais crítica e qualquer não conformidade representa um impacto maior nos custos de produção. Dessa forma, o presente projeto propõe um sistema de controle em malha fechada, implementado em um sistema embarcado simples, que possa diminuir consideravelmente a interferência subjetiva e artesanal do homem durante o tratamento térmico, com a automação de grande parte do processo e que possa ser adaptado na maioria dos fornos de baixo custo disponíveis no mercado e utilizado por pequenas empresas.

Segundo Sverdlin e Ness (2007), o processo de tratamento térmico tem por objetivo a mudança nas propriedades mecânicas de um material por meio de diferentes ciclos controlados de aquecimento e resfriamento. Para que o objetivo final seja alcançado de maneira otimizada é necessário seguir precisamente as especificações indicadas pelos fabricantes para cada material. Retirar cada vez mais o controle subjetivo humano e o seu componente artesanal, significa criar um processo eficiente e otimizar os recursos necessários na transformação, obtendo resultados cada vez mais próximos do planejado. Durante o tratamento térmico do aço, nos métodos tradicionais, o operador estima a temperatura final e os degraus na curva de aquecimento e seus tempos de permanência. Estes degraus promovem períodos de temperatura constante, que servem para igualar a temperatura interna do forno com a temperatura do núcleo da peça, o que é feito em função da espessura do material, no qual o operador infere uma relação de 60 minutos por polegada (25,4 mm). Em muitos casos, o controle é visual, ou seja, em função da cor do aço o operador supõe a temperatura. Os aços para ferramentas (aços para trabalho à frio) são caros devido à complexidade das ligas e o teor de carbono que pode ser dissolvido, o que lhes conferem propriedades mecânicas superiores. Porém o torna mais suscetível às mínimas variações de temperatura e tempo de permanência. De modo geral, se um material não atingir de maneira uniforme a sua temperatura de transformação, as suas propriedades mecânicas também não se tornam uniformes, assim se a temperatura não é suficiente, não ocorre a sua total transformação. Por outro lado, caso o período de permanência na temperatura de transformação seja longo, ocorre o crescimento demasiado dos grãos do material, o que prejudica a sua capacidade de suportar certos esforços mecânicos e tornando-o mais suscetível às falhas.

Segundo Wilmshurst (2007), um sistema embarcado é um sistema cuja principal função não é computacional, mas é controlado por um computador embutido nele. Com o controle automatizado através do sistema embarcado, bastaria ao operador selecionar o tipo de material, tipo de tratamento térmico, dimensões do material e a principal característica no tratamento de têmpera, a dureza. O processo seguiria dentro das normas estabelecidas pelos fornecedores sendo os desvios de processo corrigidos com as ações de controle sobre os atuadores, neste caso no exato controle de temperatura em função do tempo. Os fornos comerciais com os controladores embutidos são caros e os controladores comerciais, comprados separadamente, além de caros (em média R$485,00 - modelo Novus® N1100) são de difícil adaptação, e em ambos os casos, o operador necessita programar os patamares de aquecimento ocasionando uma maior propensão a erros.

Com o sistema embarcado teremos um controle em malha fechada, onde o operador selecionará o tipo de material a ser tratado, o tipo de tratamento, as suas dimensões e a dureza final. Nise (2009) caracteriza os sistemas em malha fechada, os que realizam as medições e correções, ou seja, possuem uma realimentação. Para Lathi (2007), um sistema em malha fechada ou realimentado, possui a habilidade de supervisão e autocorreção em função de alterações nos parâmetros do sistema e distúrbios externos, como mudanças no ambiente. Os controladores de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

temperatura mais simples são do tipo liga/desliga, ou seja, a saída do dispositivo é ligada ou desligada, sem nenhum estado intermediário. Este tipo de controlador ligará a saída apenas quando a temperatura alcançar o ponto de ajuste. Para o controle de aquecimento, a saída será ligada quando a temperatura estiver abaixo do ponto de ajuste, e desligada se estiver acima do ponto de ajuste. Para eliminar o ciclo associado ao controle liga/desliga foi desenvolvido o controlador proporcional, pois este diminui a potência média fornecida ao aquecedor, conforme a temperatura se aproxima do ponto de ajuste. Isso produz um efeito de desaceleração do aquecedor, de modo que ele não ultrapasse o ponto de ajuste, mas que se aproxime e mantenha uma temperatura estável (diferença entre o valor medido e o ponto de ajuste). Essa dosagem pode ser alcançada ao ligar e desligar a saída em intervalos curtos, ou seja, variando a sua frequência em uma determinada banda, "banda proporcional". Fora desta banda, o sistema fica completamente ligado ou completamente desligado, conforme a temperatura medida fique abaixo ou acima da banda proporcional. Se a temperatura estiver ainda distante do ponto de ajuste, os tempos de duração (ligado e desligado) variam na proporção da diferença de temperatura dentro da banda proporcional, que é geralmente expressa como uma porcentagem de fundo de escala ou em graus. Essa também pode ser denominada como ganho, que é a recíproca da banda. Um terceiro tipo de controlador oferece controle proporcional com PID (Controle Proporcional, Integral e Derivativo). PID combina o controle proporcional com até dois ajustes adicionais, o que ajuda a unidade a compensar as alterações no sistema de modo automático. Esses ajustes, integrais e derivativos, são comumente expressos em unidades temporais os quais são mencionados por seus recíprocos, em alguns casos como: *reset* e taxa, respectivamente. Neste caso, a variável manipulada é representada por:

$$MV = K_p \,.\, E + K_i \int_0^t E.\,dt + K_d \frac{dE}{dt} \tag{1}$$

onde MV é a variável manipulada, K_p corresponde ao ganho proporcional, K_i corresponde ao ganho integral, K_d corresponde ao ganho derivativo, E indica o erro ou desvio.

O *reset* e a taxa são métodos utilizados pelos controladores para compensar os *offsets* (erros em regime permanente) e as variações de temperatura. Ao utilizar um controlador proporcional, é muito raro que a entrada de calor que mantém a temperatura do ponto de ajuste seja de 50%; a temperatura aumentará ou diminuirá a partir do ponto de ajuste, até que uma temperatura estável seja obtida. A diferença entre essa temperatura estável e o ponto de ajuste é chamada de *offset*. O *offset* pode ser compensado manual ou automaticamente. Com o uso do *reset* manual, o usuário alternará a banda proporcional para que o processo se estabilize na temperatura do ponto de ajuste. O *reset* automático, também conhecido como integral, integrará o sinal de desvio em relação ao tempo, e o *reset* integral será somado com o sinal de desvio para alterar a banda proporcional. Dessa forma, a potência de saída é automaticamente aumentada ou diminuída para devolver a temperatura do processo, ao ponto de ajuste ou *setpoint*. A taxa, função ou ação derivativa fornece ao controlador a capacidade de alterar a banda proporcional para compensar uma temperatura em rápida variação. A quantidade de deslocamento é proporcional à taxa de variação de temperatura.

Segundo Ogata (2006), o controlador PID acerta o tempo de aquecimento do forno, procura reduzir o *overshoot* ou sobre-sinal (quantidade máxima na qual a resposta ultrapassa o valor do estado estacionário ou regime permanente) e minimizar o tempo necessário para que o forno atinja a temperatura desejada. Segundo Dorf e Bishop (2014), a capacidade de ajustar o desempenho da resposta transitória e em regime permanente é uma vantagem nítida de sistemas de controle com realimentação. As especificações de projeto para sistemas de controle normalmente incluem vários

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

índices de resposta no tempo para um comando de entrada específico, bem como uma exatidão desejada em regime permanente.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto teve como ponto de partida a análise da instrumentação existente no forno do tipo mufla, modelo Q318S24 fabricado pela empresa Quimis®, localizado no Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), o qual foi utilizado para os testes de tratamento térmico em amostras. Foram efetuados dois tipos de tratamento térmico nas amostras em aço D2 e D6. As amostras em D2 possuíam seção circular com 13 mm de diâmetro e 15 mm de altura e as amostras em D6, também com seção circular, possuíam um diâmetro de 26 mm e com 15 mm de altura. O primeiro grupo de amostras foi submetido ao tratamento térmico, de têmpera e revenido, de modo tradicional, sem o controle da temperatura. O segundo grupo de amostras foi submetido ao tratamento térmico com o controlador PID conforme curva de aquecimento sugerida pelo fabricante do material. O forno possui termopar do tipo K para a obtenção da temperatura interna e um controlador, que permite atuar na variação da temperatura através das ações de controle PID. Em um segundo momento, obteve-se o modelo dinâmico do forno elétrico e do controle de sistema em malha aberta. Por meio de um coletor apropriado de dados, foi tabulada a temperatura de aquecimento em regime de potência máxima em um intervalo determinado de tempo. Estes dados foram inseridos no *software* comercial Matlab® para a obtenção da curva de aquecimento e respectiva função de transferência. No Simulink®, que é um módulo do pacote comercial inserido no Matlab®, foram obtidos os valores de sintonização das ações de controle PID.

Para controlar o sistema foi utilizada a plataforma Arduíno®. O Arduíno® é uma placa microcontroladora baseada no microcontrolador ATMEGA 328. Ela tem 14 pinos I/O digitais, 6 entradas analógicas, um oscilador de 16 MHz (a cristal), uma conexão USB, um borne de alimentação, um header ICSP, e um botão de reset. O sensor de temperatura, um termopar do tipo K do próprio forno, foi conectado à entrada analógica do Arduíno®, sendo este programado para controlar a temperatura do forno para cada amostra, corrigindo os erros encontrados na diferença entre a leitura obtida pelo sensor e comparada com os valores ou *setpoint* de uma curva previamente determinada. A correção do erro foi por meio de um controlador PID, também programado e gravado na memória do microcontrolador. O acionamento do resistor do forno foi realizado através da Modulação da Largura de Pulso (Pulse Width Modulation, PWM), implementado por meio da saída digital do módulo Arduíno® que, conectada a um Relé de Estado Sólido (*Solid State Relay,* SSR), controla a variação da potência fornecida ao forno e, consequentemente, sua temperatura interna. Para a avaliação e comparação do consumo de energia durante o processo, foi utilizado um analisador de qualidade de energia da marca Fluke® modelo F430 II.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo informações do fabricante dos aços D2 e D6, o tratamento térmico deveria seguir as características conforme tabela 1. A tabela 2 apresenta os resultados de dureza das amostras, que foram tratadas termicamente pelos métodos tradicionais. A tabela 3 apresenta os resultados das amostras que foram tratadas termicamente com o controlador PID.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1 Comparativo de nomenclatura e temperaturas de referência dos tratamentos térmicos
Fonte: Aços Bohler do Brasil (2015)

						Dureza HRC depois do Revenimento			
SAE/AISI/ABNT	**BOHLER**	**Villares**	**Recozimento**	**Normalização**	**Têmpera/Dureza**	**100°C**	**200°C**	**300°C**	**400°C**
D2	K110	VD2	800-850°C	650-700°C	1030°C / 63-65HRC	63	61	59	58
D6	K107	VC131	800-850°C	650-700°C	960°C / 64-66HRC	65	63	61	60

Tabela 2 Resultados do tratamento térmico (têmpera e revenido) nas amostras submetidas ao método tradicional, em fornos sem o controle de temperatura.

	Temperatura estimada		Dureza pós têmpera HRC		Dureza pós revenido HRC		Consumo de energia total
	Têmpera	Revenido	Esperado	Obtido	Esperado	Obtido	
D2	1030°C	300°C	63-65	62	59	57	6,34 KWh / 6,59 KVAh
D6	960°C	300°C	64-66	65	61	60	

Tabela 3 Resultados do tratamento térmico (têmpera e revenido) nas amostras submetidas no forno com o controlador PID.

	Temperatura estimada		Dureza pós têmpera HRC		Dureza pós revenido HRC		Consumo de energia total
	Têmpera	Revenido	Esperado	Obtido	Esperado	Obtido	
D2	1030°C	300°C	63-65	64	59	60	6,09 KWh / 6,33 KVAh
D6	960°C	300°C	64-66	65	61	61	

Por meio de análises metalográficas, algumas imagens foram obtidas. A figura 1 destaca as imagens da amostra do material D6 submetido ao tratamento térmico convencional, ou seja, sem o controle. A figura 2 apresenta imagens da amostra do material D6 submetido ao tratamento térmico com o controle PID. Ambas são apresentadas com aumento de 40x para as imagens coloridas e 400x para as imagens em preto e branco.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

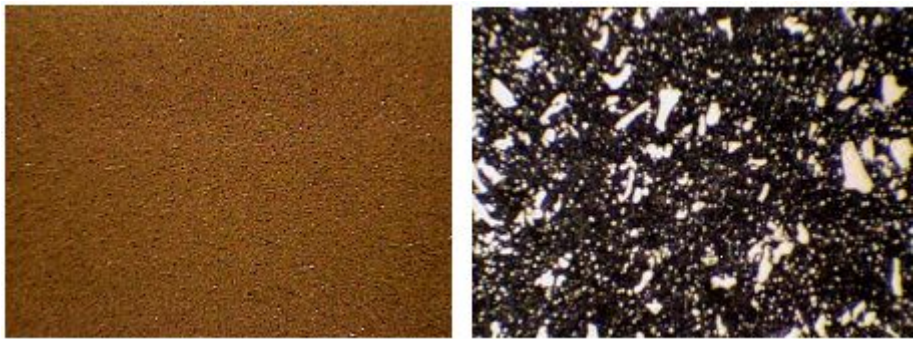


Figura 1 Análise metalográfica da amostra do material D6 submetida ao método tradicional de tratamento térmico (têmpera e revenido), em fornos sem o controle de temperatura.

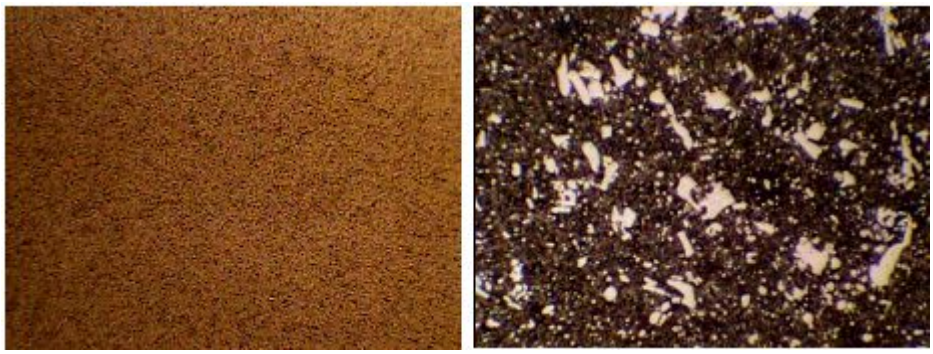


Figura 2 Análise metalográfica da amostra do material D6 submetida a tratamento térmico (têmpera e revenido), em fornos com controlador PID.

CONCLUSÕES

Este trabalho propõe um sistema econômico para o controle automatizado de fornos utilizados em tratamentos térmicos de aços. Para isso, foi utilizado um sistema embarcado simples, baseado na plataforma aberta Arduíno®. Nos experimentos foram utilizados corpos de prova com seção circular submetidos ao tratamento térmico de têmpera seguido de revenido, utilizando um forno com e sem controle PID e demonstrando a viabilidade técnica na implementação de um controle automatizado em fornos de baixo custo. Na comparação entre os tratamentos térmicos de têmpera e revenimento, seguindo a orientação do fabricante do material, pelo método tradicional e com o controlador, efetuados neste experimento, fica evidente nos resultados da análise de dureza a maior proximidade de valores com o que se era esperado para as amostra que sofreram tratamento térmico controlado. Enquanto a análise metalográfica, demonstra pouca diferença de estrutura com uma homogeneidade ligeiramente maior na amostra submetida ao tratamento térmico com o controlador PID. Outra diferença considerável está no consumo de energia durante o processo, com uma economia de 3,94%. Obviamente existem no mercado fornos com controladores, mas os seus preços altos tornam-se um empecilho para muitas empresas do setor. O custo de um controlador comercial é próximo aos R$ 485,00 (modelo Novus® N1100), porém a sua adaptação nos fornos existentes não é uma operação simples e, além disto, o operador necessita ainda programar os patamares de aquecimento, dependendo ainda do seu conhecimento e experiência, ocasionando uma maior propensão a erros. No modelo proposto a adaptação do sistema embarcado nos fornos comerciais seria bem mais simples, pois a alimentação do sistema seria na própria saída do controlador e o seu

custo de produção é de R$ 162,20 cada e o valor de comercialização (incluído impostos) seria de R$ 283,50. Programas para o tratamento térmico de outros materiais poderiam ser disponibilizados e facilmente instalados no sistema embarcado, aumentando consideravelmente o seu campo de atuação e versatilidade.

REFERÊNCIAS

DORF, R.C.; BISHOP R.H. **Sistemas de Controle Modernos**. 12. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

LATHI, B. **Sinais e sistemas lineares.** 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

NISE, N.S. **Engenharia de sistemas de controle**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno.** 3. ed. São Paulo:LTC, 2000.

SVERDLIN, A.; NESS, A. Fundamental Concepts in Steel heat treatment **Steel heat treatment - metallurgy and technologies** 2 ed. CRC: 2007. Pág. 121-164.

WILMSHURST, T. **Designing embedded systems with PIC microcontrollers - Principles and applications**. 1 ed. Oxford: Elsevier: 2007.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

COOPERAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA: O DESAFIO DE TRANSFORMAR PESQUISA EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

POLIDO, Wellington da Rocha[1], LONGO, Orlando Celso[2]

[1] Mestrando em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, (21) 2629-5414, wrpolido@gmail.com
[2] Doutor em Engenharia de Transportes, Universidade Federal Fluminense, (21) 2629-5412, orlandolongo@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A cada dia aumenta a necessidade da realização de pesquisas que atendam ao rápido processo de inovação tecnológica em que o mundo se encontra. Essa situação tem aproximado laboratórios universitários e empresariais. No entanto, inúmeras são as instituições universitárias que ainda estão longe da realidade do mercado e da obtenção de êxito na pesquisa em parceria. Neste artigo, apresenta-se a relevância da cooperação universidade-empresa, mais especificamente empresas da indústria petrolífera, como um importantíssimo arranjo na capacidade de inovação da indústria, sendo analisada a importância da gestão do conhecimento nesse processo. Também é apresentado um breve levantamento do cenário brasileiro, inicialmente pouco próspero, mas com grande expectativa de mudanças devido à obrigação legal de investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) que a indústria petrolífera tem que desenvolver em parceria com as Instituições de Pesquisa, especialmente as universidades. Cenário este que, se demonstrar potencial de inovação tecnológica, pode promover o estímulo a outros setores da indústria.
PALAVRAS–CHAVE: inovação, pesquisa, tecnologia.

COOPERATION UNIVERSITY-COMPANY: THE TRANSFORM CHALLENGE RESEARCH IN TECHNOLOGICAL INNOVATION

ABSTRACT: Each day increases the need of research that attends the fast process of technological innovation in the world demands. This situation has approached university and corporate laboratories. However, many are the universities that are still far from the market reality and off a successful partnership in research. This article presents the relevance of cooperation between university and industry, more specifically companies in the oil industry, as an important arrangement as the industry's innovation capacity, and analyzes the importance of knowledge management involved. It also presents a brief survey of the Brazilian scenario, nowadays with low success, but with good chance it can present a great change due to the legal obligation of investment in R&D that the oil industry has to develop in partnership with research institutions, especially universities. This scenario that if demonstrate potential for technological innovation, can promote the stimulus to other industry sectors.
KEYWORDS: innovation, research, technology.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Observamos com freqüência, nos países em desenvolvimento, que as empresas de pequeno e médio porte não possuem atividades internas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) estruturadas. Tal fato gera a necessidade de recorrerem a fontes externas, dentre as quais estão as universidades.

Entretanto, universidade e empresa podem ser analisadas como dois mundos distintos, com suas especificidades e diferentes valores e objetivos (CASSIOLATO; ALBUQUERQUE, 1998). Tais diferenças podem gerar discordâncias na definição dos objetivos a serem alcançados, o que potencializa conflitos entre as partes e dificuldades para a condução dos trabalhos em direção a um objetivo comum, no caso, a inovação tecnológica.

Mas como se desenvolve o processo de inovação? O processo de inovação é um processo interativo realizado com a contribuição de vários agentes econômicos e sociais, que possuem diferentes tipos de informação e conhecimento. O arranjo de várias fontes de idéias deve ser considerado como uma importante maneira das empresas se capacitarem para gerar inovações e enfrentar mudanças, tendo em vista que a solução da maioria dos problemas tecnológicos implica no uso do conhecimento de vários tipos (LEMOS, 1999).

LASTRES (1999) chama atenção para o fato de o poder não mais se restringir ao domínio dos meios materiais e dos aparatos políticos e institucionais, mas que, cada vez mais, é definido a partir do controle do imaterial e do intangível – seja das informações ou do conhecimento. Dentro deste contexto, é necessário que se desenvolvam novas políticas industriais, tecnológicas e de inovação, que sejam capazes de lidar com a nova realidade sócio-econômica, tornando-se urgente o incentivo do governo à criação de redes, nas quais os recursos, o conhecimento e a informação circulem rapidamente e a baixos custos.

As políticas, nesta fase de rápidas mudanças, são extremamente importantes para orientar e adaptar os sistemas produtivos e de inovação. As formulações de políticas devem envolver o setor industrial, o setor de ensino e de pesquisa e o governo que, em articulação com outros agentes, podem contribuir para a aprendizagem das empresas, o fortalecimento da sua capacitação tecnológica e o conseqüente aumento da sua competitividade. Consolida-se, assim, o conhecimento como sendo o recurso principal que deve estar na base das novas políticas de promoção ao desenvolvimento industrial e tecnológico, e o aprendizado como processo central desse desenvolvimento. (CASSIOLATO, 1999).

No Brasil, a inovação tecnológica tem sido tema de diversas publicações, onde o relato de experiências de sucesso aponta para a necessidade do fortalecimento da interação entre governo, universidades e empresas.

GESTÃO DO CONHECIMENTO E INOVAÇÃO

Por que algumas empresas têm maior capacidade de inovação? A experiência tem mostrado que as empresas mais inovadoras são as que demonstram maior competência para gerar e administrar conhecimentos. Como afirmado por DAVENPORT e PRUSAK (1998, p. XV) “a única vantagem sustentável que uma empresa tem é aquilo que ela coletivamente sabe, a eficiência com que ela usa o que sabe e a prontidão com que ela adquire e usa novos conhecimentos”.

A gestão do conhecimento tecnológico busca compreender o progresso tecnológico e seus impactos, a fim de capacitar os agentes a lidar com as mudanças e, sobretudo, integrar a inovação à estratégia organizacional, setorial e governamental. O mecanismo primordial para a criação e o aprimoramento de aptidões tecnológicas é o desenvolvimento de novos produtos e processos, e é nesse contexto de desenvolvimento que a gestão do conhecimento tecnológico deve ser explorada.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Este contexto é muito amplo, pois abrange todas as funções de uma empresa, da pesquisa aos serviços, incluindo tanto o marketing quanto a engenharia, tanto o design quanto a fabricação.

Mesmo sendo a empresa o locus do processo de inovação, a mesma não inova sozinha, pois as fontes de informações, conhecimentos e inovação podem se localizar tanto fora como dentro dela, necessitando de articulação com os demais agentes. O processo de inovação é, portanto, um processo interativo, realizado com a contribuição de vários agentes que possuem diferentes tipos de informação e conhecimento. Esta interação se dá entre diversos departamentos da mesma empresa, entre empresas diferentes ou entre distintas organizações como centros de pesquisa e universidades. (LEMOS, 1999).

A geração do conhecimento introduz complexidade e, até mesmo, conflito para criar uma nova sinergia. BARTON (1998) chama a este processo de abrasão criativa e descreve a maneira como a combinação deliberada de pessoas com diferentes habilidades, idéias e valores pode gerar soluções criativas. A inovação ocorre nas fronteiras entre as mentes, não dentro do território provinciano de uma só base de habilidades e conhecimento. Portanto, as mentes precisam entrar em contato para que as fronteiras possam existir.

O processo de geração de conhecimentos e de inovação implica no desenvolvimento de capacitação científica e tecnológica e esforços substanciais de aprendizagem, que incluem a interação com fontes externas, como fornecedores em geral, clientes, consultores, universidades, centros de pesquisas entre outros. Este processo é conhecido como *learning by interacting* (LEMOS, 1999, p. 134). Entre as principais atividades geradoras de conhecimentos citadas por BARTON, cabe ressaltar a importação do saber de fora da empresa e as outras organizações que representam importantes fontes de conhecimento. Ressalta-se o papel das instituições de pesquisa e universidades, que fornecem a base do desenvolvimento científico e tecnológico para a geração de conhecimentos e capacitação de pessoas.

RELEVÂNCIA DA COOPERAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA NA GESTÃO DO CONHECIMENTO TECNOLÓGICO

Na medida em que a competitividade das empresas no mundo globalizado depende da inovação de produtos e processos e do esforço de P&D, seus dirigentes deparam-se com um grande desafio, pois precisam expor suas empresas a um bombardeio de novas idéias vindas de fora, a fim de combater as limitações estratégicas e incentivar os empregados a coletar e disseminar informações internamente (BARTON, 1998). Ademais, a empresa precisa desenvolver uma rede de conhecimento, formando um ambiente tecnológico propício à inovação. Os potenciais aliados de tecnologia vão desde institutos de pesquisa, universidades e laboratórios, passando por consórcios de empresas concorrentes ou não, até clientes.

Nos países desenvolvidos, a interação entre o setor de pesquisa e o setor empresarial faz parte da estratégia das empresas na gestão do seu conhecimento tecnológico, onde as fontes externas de conhecimento representam parte importante desta estratégia. Barton ressalta a importância de se criar fronteiras permeáveis ao conhecimento.

Cabe citar que as universidades americanas, como produtoras de saber, estão se tornando mais agressivas na obtenção de retorno financeiro para seu saber científico através de alianças e patentes. Nos Estados Unidos, o número de patentes concedidas às universidades norte-americanas aumentou de 434 em 1981 para 1306 em 1991. Só o MIT registra anualmente entre 80 a 100 licenças de tecnologia. (BUDERI, 1993, citado por BARTON, 1998).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

COOPERAÇÃO UNIVERSIDADE/EMPRESA: CENÁRIO BRASILEIRO

Os esforços de desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil partiram, historicamente, de iniciativas do Governo, com participação bastante tímida do setor privado. Como resultado desta política, o desenvolvimento científico e tecnológico ficou desvinculado da indústria, a cargo das universidades e centros de pesquisa, que priorizaram a pesquisa básica, e das estatais, que passaram a atuar fortemente a partir da década de 70. (BRISOLLA, 1990, citado por STAL, 1997).

Como conseqüência, o debate em torno da importância das atividades de pesquisa científica e tecnológica ficou, por muito tempo, restrito ao meio acadêmico, deixando-se de lado aquele que é o componente capaz de transformar ciência e técnica em riqueza, que é o setor empresarial (CRUZ, 1999). Há, portanto, urgência no fortalecimento das cooperações tecnológicas entre universidades, centros de pesquisa e indústria e a necessidade de criação de redes nas quais os recursos, o conhecimento e a informação circulam rapidamente e a baixos custos.

O afastamento do setor privado das atividades de P&D no Brasil contrasta com o comportamento dos países desenvolvidos, que há décadas escolheram a inovação como instrumento central da estratégia competitiva das empresas. Como consequência, a indústria brasileira perdeu a oportunidade de investir no desenvolvimento de capacidade inovativa e em processos criativos de aprendizado conjunto.

Entre as macro-diretrizes destacadas por COUTINHO e FERRAZ (1994, p. 141) como pontos fundamentais para a superação da fragilidade tecnológica e a ausência de cooperação no sistema de inovação brasileiro, estão incluídas:

- a necessidade de estimular o setor privado a reforçar suas atividades relacionadas à educação, ciência e tecnologia;
- aumentar a conectividade entre os diversos agentes do sistema de Ciência e Tecnologia (C&T) e induzir a cooperação como forma de expandir e acelerar o processo de aprendizado conjunto... Deverá ser estimulada a cooperação entre empresas e entidades de pesquisa, ...que possa contribuir positivamente no esforço de dinamização tecnológica do setor industrial;
- apoiar a montagem e o reforço de programas que garantam: a rápida disseminação de informações científicas e tecnológicas, a efetiva difusão dos conhecimentos e tecnologias de interesse do setor produtivo.

MUDANÇA DE CENÁRIO – INVESTIMENTOS DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO

A partir da década de 90 o cenário de investimentos em P&D no Brasil dá uma verdadeira guinada. A Cláusula de Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento constante dos Contratos de Concessão para Exploração, Desenvolvimento e Produção de Petróleo e/ou Gás Natural, assinados entre a PETROBRAS e a Agência Nacional do Petróleo - ANP, desde 1998, estabelece a obrigatoriedade do Concessionário investir o valor correspondente a 1% da receita bruta de um determinado Campo de exploração na realização de despesas qualificadas em pesquisa e desenvolvimento, quando para tal Campo incidir Participação Especial.

Segundo a resolução ANP nº 33, de 24/11/2005 – D.O.U. 25.11.2005,

> [...] os concessionários devem investir, no Brasil, o valor correspondente a 1% da receita bruta da produção de um determinado Campo, na realização de despesas qualificadas com pesquisa e desenvolvimento quando a Participação Especial seja devida para tal Campo em qualquer trimestre do ano calendário; Considerando que pelo menos 50% desse valor devem ser despesas

realizadas na contratação de projetos/programas em universidades e institutos de pesquisa e desenvolvimento previamente credenciados pela ANP para este fim, doravante denominadas de Instituições Credenciadas, conforme definidas no Regulamento.

Isto significa que a Petrobras ou qualquer outra empresa petrolífera que explore petróleo e gás no Brasil deve, obrigatoriamente, investir 0,5% de sua receita bruta da produção de um determinado Campo em programas, projetos de P&D e infra-estrutura laboratorial em parceria com Instituições Credenciadas pela ANP (Universidades e Institutos de Pesquisa).

O credenciamento conferido pela ANP habilita a instituição a realizar projetos de pesquisa e desenvolvimento e a executar programas de formação de recursos humanos com recursos decorrentes das cláusulas de investimento em P&D. É o reconhecimento formal de que a instituição atua em atividades de pesquisa e desenvolvimento e/ou atividades de ensino, em áreas de relevante interesse para o setor, e que possui infraestrutura e condições técnicas e operacionais adequadas para o desempenho das mesmas. (ANP, 2015).

Caso se confirmem as estimativas iniciais de produção de pelo menos 8,0 bilhões de barris de petróleo, a exploração na área do Pré-Sal irá gerar recursos para aplicação em P&D de cerca de R$19,2 bilhões até o final do contrato (US$ 108,37 o barril e o dólar cotado a R$ 2,22) (BOLETIM ANP PETRÓLEO E P&D, 2013). As tabelas a seguir informam as obrigações de investimentos em P&D da Petrobras e dos outros concessionários, separadamente, de 1998 até o 2º trimestre de 2013.

TABELA 1 – Obrigação de investimentos em P&D gerada por ano (em R$)

Ano	Petrobras	Outras Concessionárias	Total
1998	1.884.529,15		1.884.529,15
1999	29.002.556,00		29.002.556,00
2000	94.197.338,86		94.197.338,86
2001	127.274.445,22		127.274.445,22
2002	263.536.939,20		263.536.939,20
2003	323.299.905,80		323.299.905,80
2004	392.585.952,84	11.117.686,02	403.703.638,87
2005	506.529.318,17	2.279.136,04	508.808.454,21
2006	613.841.421,04	2.547.915,10	616.389.336,14
2007	610.244.145,63	6.259.120,69	616.503.266,32
2008	853.726.088,88	7.132.143,93	860.858.232,82
2009	633.024.263,89	5.858.019,94	638.882.283,84
2010	735.337.135,72	11.579.884,64	746.917.020,36
2011	990.480.683,11	41.416.211,93	1.031.896.895,04
2012	1.148.763.766,14	77.922.924,51	1.226.686.690,65
2013*	533.850.574,71	37.678.600,69	571.529.175,40
TOTAL	**7.857.579.064,37**	**203.791.643,50**	**8.061.370.707,87**

Fonte: Boletim ANP Petróleo e P&D (edição nº 2/2013)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

TABELA 2 – Obrigação de investimentos em P&D gerada – Outras concessionárias (em R$)

Concessionária	2012	2013*	Acumulado**
Repsol-Sinopec	4.888.194,45	2.084.908,82	35.172.128,35
Statoil	19.656.560,31	11.874.799,11	31.531.359,42
BG do Brasil	17.376.706,20	9.155.021,59	29.076.712,76
Chevron	4.691.590,20	0,00	27.711.794,97
Sinochem	13.104.373,54	7.916.532,74	21.020.906,28
Shell	2.931.336,14	0,00	16.328.158,21
Queiroz Galvão	4.007.230,09	2.066.766,79	12.071.116,52
Petrogal	6.950.682,48	3.662.008,64	11.630.685,10
Frade Japão	1.655.859,10	0,00	9.780.655,57
Brasoil Manati	890.495,58	459.281,51	2.682.470,34
Panoro Energy	890.495,58	459.281,51	2.682.470,34
BP do Brasil		0,00	1.934.270,87
Maersk Oil		0,00	1.289.513,92
ONGC Campos Ltda.	879.400,84	0,00	879.400,84
Total	**77.922.924,51**	**37.678.600,69**	**203.791.643,50**

Fonte: Boletim ANP Petróleo e P&D (edição nº 2/2013)

Inúmeras universidades e institutos de pesquisa - que atuam no desenvolvimento de projetos de pesquisa em áreas de interesse da indústria petrolífera e que possuem condições técnicas/operacionais - buscaram seu credenciamento junto à ANP visando a realização de projetos de pesquisa e a execução de programas de formação de recursos humanos.

TABELA 3 – Recursos por Instituição

Instituição	Nº de Projetos	Recursos (R$)	% Recursos
UFRJ	205	417.177.719,45	15,90%
UFPE	31	139.926.349,83	5,33%
PUC-Rio	41	133.848.448,40	5,10%
Unicamp	57	104.422.453,32	3,98%
UFSC	34	86.875.978,53	3,31%
UFRGS	56	84.890.092,56	3,24%
UFRN	57	79.524.699,29	3,03%
UFF	24	77.287.781,18	2,95%
IEAPM/Marinha do Brasil	2	73.877.740,33	2,82%
USP	55	72.961.282,23	2,78%
UFS	20	57.779.628,72	2,20%
UFES	16	49.925.874,13	1,90%
UFBA	32	49.783.242,52	1,90%
IPT-SP	15	48.857.831,01	1,86%
Uerj	22	48.479.362,71	1,85%
Ciaba/Marinha do Brasil	1	47.881.369,39	1,83%
UFSCar	16	47.069.297,20	1,79%
INT	14	42.252.639,45	1,61%
Ciaga/Marinha do Brasil	2	40.651.489,58	1,55%
Instituições Diversas	387	919.558.512	35,06%
PNQP/Prominp	3	348.722.780,00	13,29%
Ciência sem Fronteiras*	2	327.269.378,20	12,48%
Total	**1.092**	**3.299.023.949,90**	**100,00%**

Fonte: Boletim ANP Petróleo e P&D (edição nº 2/2013)

CONCLUSÕES

A indústria inovadora precisa de um profissional que seja capaz de inovar. Em outras palavras, precisa que a universidade consiga formar esse profissional. Este é o principal produto que a universidade pode oferecer à indústria. (GRYNSZPAN, 1999, p. 28).

Conforme exposto, o processo de inovação é um processo de aprendizagem interativo, que envolve intensas articulações entre diferentes agentes, requerendo novas políticas industriais, tecnológicas e de inovação e novos formatos organizacionais em rede. Neste contexto, é fundamental o investimento na capacitação de recursos humanos, responsáveis pela geração do conhecimento. Chama-se atenção para a capacitação como sendo um dos principais eixos estruturantes dos programas de cooperação entre universidades, centros de pesquisa e empresas, onde os resultados podem ser muito amplos, envolvendo desde a intensificação da inovação tecnológica na indústria, a maior participação do setor privado no financiamento da pesquisa, a formação de redes de conhecimento tecnológico até mudanças das políticas públicas no setor de pós-graduação.

No Brasil, ainda é incipiente o número de cooperações de empresas com universidades e centros tecnológicos, não se tendo, ainda, um ambiente que induza a empresa a investir em P&D, com o objetivo de absorver novas tecnologias e pessoal capacitado.

Este artigo demonstrou que, recentemente, esse cenário se mostra um pouco mais promissor nas áreas de interesse da indústria petrolífera, na medida em que essas empresas passaram, por força de uma portaria emitida pela ANP, a ter a obrigação de realizar investimentos de dimensão até então inéditos no país. Esse investimento recente, de cifras consideráveis, estabelece por conseqüência um enorme desafio na transformação de um pequeno estudo de bancada laboratorial em inovação tecnológica.

Espera-se que esse novo cenário possa abrir caminho para estimular os demais setores da indústria a reforçar suas atividades relacionadas à educação, ciência e tecnologia e aumentar a conectividade entre os diversos agentes do sistema, induzindo a cooperação como forma de expandir e acelerar o processo de aprendizado conjunto, no esforço de fortalecer a gestão do conhecimento tecnológico nas empresas.

REFERÊNCIAS

BARTON, D. Nascentes do saber- criando e sustentando as fontes de inovação. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998.

BOLETIM ANP Petróleo e P&D. Rio de Janeiro, ed. 2, p. 3-9, out. 2013.

BRISOLLA, S. N. A relação universidade-setor produtivo: o caso da UNICAMP. Revista da Administração. São Paulo, v.25, 1. p. 108-126, jan./mar.1990 apud STAL, E. Centros de Pesquisa Cooperativa: um modelo eficaz de interação Universidade-Empresa? São Paulo: FEA/USP, 1997. 220p.

BUDERI, R. American inventors are reinventing thenselves. Business Week, 18 jan. 1993, p.78-82 apud BARTON, D. Nascentes do Saber - criando e sustentando as fontes de inovação, Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1998.

CASSIOLATO, J. E. Informação e globalização na era do conhecimento. Rio de Janeiro: Campus, 1999. A economia do conhecimento e as novas políticas industriais e tecnológicas.

CASSIOLATO, J. E.; ALBUQUERQUE, E. M. Notas sobre a relação universidade/empresa no Brasil. In: BRASIL. Ministério da Ciência e da Tecnologia. Interação: universidade empresa. Brasília: IBCT, 1998.
COUTINHO, L.; FERRAZ, J. C. Estudo da competitividade da indústria brasileira. Campinas: Papirus /Unicamp, 1994.
CRUZ, C. H. B. Humanidades, relação universidade empresa. Brasília: UnB, 1999. A universidade, a empresa e a pesquisa de que o país precisa.
DAVENPORT, T.; PRUSAK, L. Conhecimento empresarial – como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
FERREIRA, M. A. T. L'adoption industrielle des résultats de la recherche publique: les enseignements de dix études de cas dans les telecommunications françaises. Contribution à l'étude de la dynamique des technologies. Paris: Ecole Centrale des Arts et Manufactures de Paris, 1992. (Tese - Programme doctoral em Genie Industriel, spécialitéManagement de l'Innovation Technologique).
GRYNSZPAN, F. A visão empresarial da cooperação com a universidade. RAUSP, v. 34, n. 4, out./dez. 1999.
KRAHE, P. R. Cooperação entre universidades e centros de pesquisa com o setor produtivo no Brasil. São Paulo: Ciência Hoje, v. 16, n. 91, jun. 1993.
LASTRES, H. M. M., ALBAGLI, S. Informação e globalização na era do conhecimento. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
LEMOS, C. Inovação na era do conhecimento. In: LASTRES H., ALBAGLI S. (Org.). Informação e globalização na era do conhecimento. Rio de Janeiro: 1999.
PLONSKI, G.A. Cooperação empresa-universidade no Brasil: um novo balanço prospectivo. Interação Universidade-Empresa. Brasília, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. 1998.
SEGATTO, A. P. Análise do processo de cooperação tecnológica universidade/empresa: um estudo exploratório. São Paulo: FEA-USP, 1996.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CORREÇÃO DIGITAL DAS DISTORÇÕES EM IMAGENS PROVENIENTES DE DIGITALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL

ELISÂNGELA RIBEIRO[1], ROBERTO ALVES BRAGA JÚNIOR[2]

[1] Mestrado em Engenharia de Sistemas, Universidade Federal de Lavras, (35)9931-1338 –elismar1952@hotmail.com
[2] Doutorado em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, (35)8291672 - robbraga@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO:

O processamento digital de imagens consiste em manipular uma imagem buscando reduzir ruídos, amplificar informações desejadas, bem como obter informações minunciosas. Porém, a sensibilidade das técnicas torna-se um dos obstáculos para a identificação de resultados precisos. Dentre as inúmeras técnicas de digitalização, destaca-se a técnica de *Moiré* de projeção como uma das mais utilizadas para a identificação de superfícies irregulares, por ser um método não invasivo, rápido, preciso e de baixo custo. Porém, ao digitalizar um objeto, é necessaria a formação de um ângulo sobre o objeto, para obter a formação da simetria do objeto em análise. Este fator causa perda de informações do objeto. Este trabalho foi realizado com o objetivo de criar uma metodologia de correção digital baseado na técnica de Moiré associada a técnicas de processamento digital de imagens conhecidas como “unwrapping” e “unwarping” para aumentar a sensibilidade da técnica e corrigir a deformação causada pela perspectiva devido á utilização de uma câmera. Como ponto de referência correção foi utilizada a fórmula de uma esfera real. A partir da correção de objetos digitalizados, a função identificada no algoritmo mostrou-se capaz de corrigir objeto que tenha raio em torno de 25 cm e que siga a simetria de uma esfera. A função foi aplicada a frutos de macaúba (*Acrocomia aculeata*). Chegando-se à conclusão de que a função conseguiu ajustar todas as imagens digitalizadas, tornando-a mais robusta e mais fácil de ser aplicada, sem a perda de informação do objeto em estudo.

PALAVRAS–CHAVE: técnica de *moiré*, processamento, digitalização.

CORRECTION OF DISTORTION IN DIGITAL IMAGES FROM SCANNING THREE-DIMENSIONAL

ABSTRACT:

The digital image processing is to manipulate an image seeking to reduce noise, amplify desired information as well as get minunciosas information. However, the sensitivity of techniques becomes one of obstacles to accurate identification results. Among the many digital technologies, there is the Moiré technique of projection as one of the most used for the identification of irregular surfaces, being a non-invasive, fast, accurate and low cost. However, when scanning an object, it is necessary the formation of an angle on the object, for the formation of the symmetry of the object in question. This factor causes loss of object information. This work was carried out in order to create a digital correction method based on digital processing Moiré technique associated with techniques of image known as "unwrapping" and "unwarping" to increase the sensitivity of the technique and correct the deformation caused by the prospect due The use of a camera. As a point of reference correction formula of a real ball was used. From the correction of scanned objects, the function identified in the algorithm was shown to be capable of correcting object that has radius of 25 cm and follow the symmetry of a sphere. The function was applied to fruit macaúba (Acrocomia

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

aculeata). We came to the conclusion that the function could adjust every scanned image, making it more robust and easier to apply, without the loss of object information in the study.
KEYWORDS: *moiré* technique, processing, scan.

INTRODUÇÃO

A digitalização de imagens tem evoluído muito, nos últimos anos, principalmente pelo desenvolvimento da área de eletrônica digital, que oferece, a todo instante, novos e mais potentes computadores e câmeras digitais. A industrialização cada vez mais intensa impulsionou e continua impulsionando a constante evolução de ferramentas, como é o caso da digitalização de objetos e sua consequente reconstrução para impressão 3D.

As aplicações das imagens digitais e a digitalização de objetos interagem e apresentam aplicações que vão desde a análise de imagens vindas do espaço até o uso de imagens para a construção de próteses humanas bem adaptadas. Uma área que cresceu junto com a das imagens digitais foi a do processamento digital de imagens, que apresenta enorme variação de técnicas.

Dentre estas áreas, destaca-se a técnica de Moiré, que é um método usado para medição de deformações, contornos topográficos, inclinações, curvaturas e formas em geral de objetos. O fenômeno de interferência que recebe o nome de Moiré é utilizado em muitas técnicas perfilométricas sofisticadas, todavia a TM pode ser eficiente sem a adoção de aparatos de alto custo como é o caso do scanner laser. No setor agropecuário especificamente, a técnica de Moiré é aplicada no controle de qualidade de frutos, inspeção e classificação de topografias de objetos em geral e deformações em peças ativas (Braga et al., 2009; Albiero et al., 2012).

Os padrões de Moiré surgem quando ocorre a sobreposição de estruturas periódicas denominadas retículos ou grades, em posições diferentes, formando padrões de interferência (Sciammarella, 1982). Ao se incidir uma luz sobre os retículos, observa-se o surgimento de um padrão que constituem as franjas de Moiré, formada pela intercessão das linhas dos retículos. Onde ocorre a transmissão máxima de luz, forma-se o centro das franjas claras, enquanto que a onde ocorre transmissão mínima da luz, forma-se o centro das franjas escuras (Lino et al., 2008). A melhoria da digitalização pode ser conseguida por meio de técnicas como o deslocamento de fase, ou phase shifting associada à demodulação da fase ou unwrapping (Judje & Bryantson-Cross, 1994).

Todavia, como a base para a realização do Moiré é a presença de perspectiva, o resultado final do objeto digitalizado apresenta uma deformação. A correção da deformação pode ser conseguida com o aumento da qualidade das imagens obtidas pelas câmeras ou pela correção digital dessa deformação. Gomes et al.(2009) propuseram uma correção da deformação no eixo fora do plano, corrigindo assim a distorção em apenas um eixo por meio de uma valor constante. Esta calibração por um valor constante em apenas um eixo não corrige completamente as distorções, sendo necessário, portanto, a adoção de outras técnicas digitais para corrigir as deformações nos três eixos da imagem. A técnica de correção de distorções em imagens, conhecida como unwarping tem sido aplicada para melhorar imagens provenientes da ressonância magnética (Gholipour et al., 2011) bem como em aplicações como a de imagens de comportamento de frangos de corte (Seveganani et al. 2005). O potencial de aplicação do unwarping na agricultura é grande, uma vez que a inferência de informações relacionadas às culturas pode ser realizada por meio da biometria ótica. Dessa forma, trabalhos como os de mensuração da área foliar são exemplos típicos desse potencial (Marcon et al., 2011; Silva et al., 2011; Ribeiro et al., 2013).

Dessa forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de criar uma metodologia de correção digital das imagens baseado na técnica de Moiré associada a técnicas de processamento digital de imagens

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

conhecidas como "unwrapping" e "unwarping" para aumentar a sensibilidade da técnica e corrigir a deformação causada pela perspectiva devido á utilização de uma câmera.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção das imagens pela TM, utilizou-se um projetor da marca EPSON S8 com intensidade de 2500 lumens, um computador portátil Acer ASPIRE 5252-V874e uma câmera digital Canon EO Digital Rebel XTI com resolução de 10 mega-pixels (Figura 1A). As grades de projeções sobre o objeto em análise apresentaram uma espessura de 3mm, passo 7mm. Foram coletadas imagens com as grades projetas no objeto (Figura 1B) e no anteparo, sem o objeto. Na Figura 1C é apresentada uma imagem resultante do pré-processamento inicial que elimina o fundo da imagem e aumenta o contraste das grades sob o objeto.

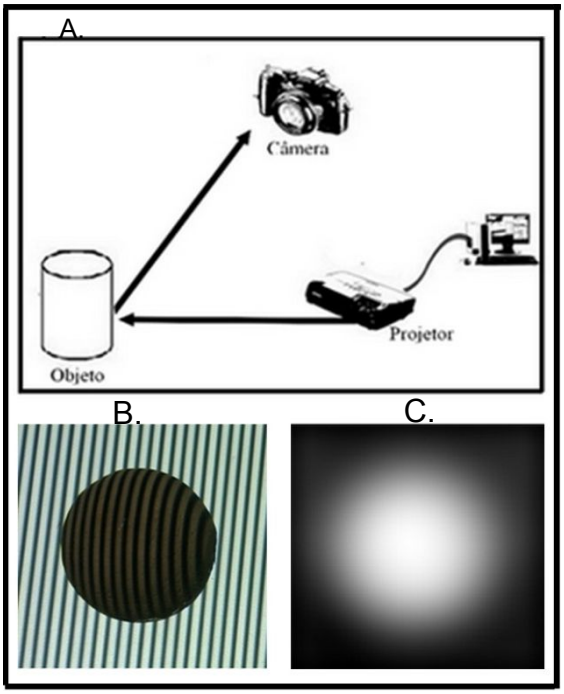


Figura 1- (A) Configuração experimental e imagens geradas pela Técnica de Moiré (B) antes e (C) e depois do pré-processamento

A metodologia de correção digital das imagens foi calculada por meio de uma rotina computacional como apresentada no fluxograma observado na Figura 2.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

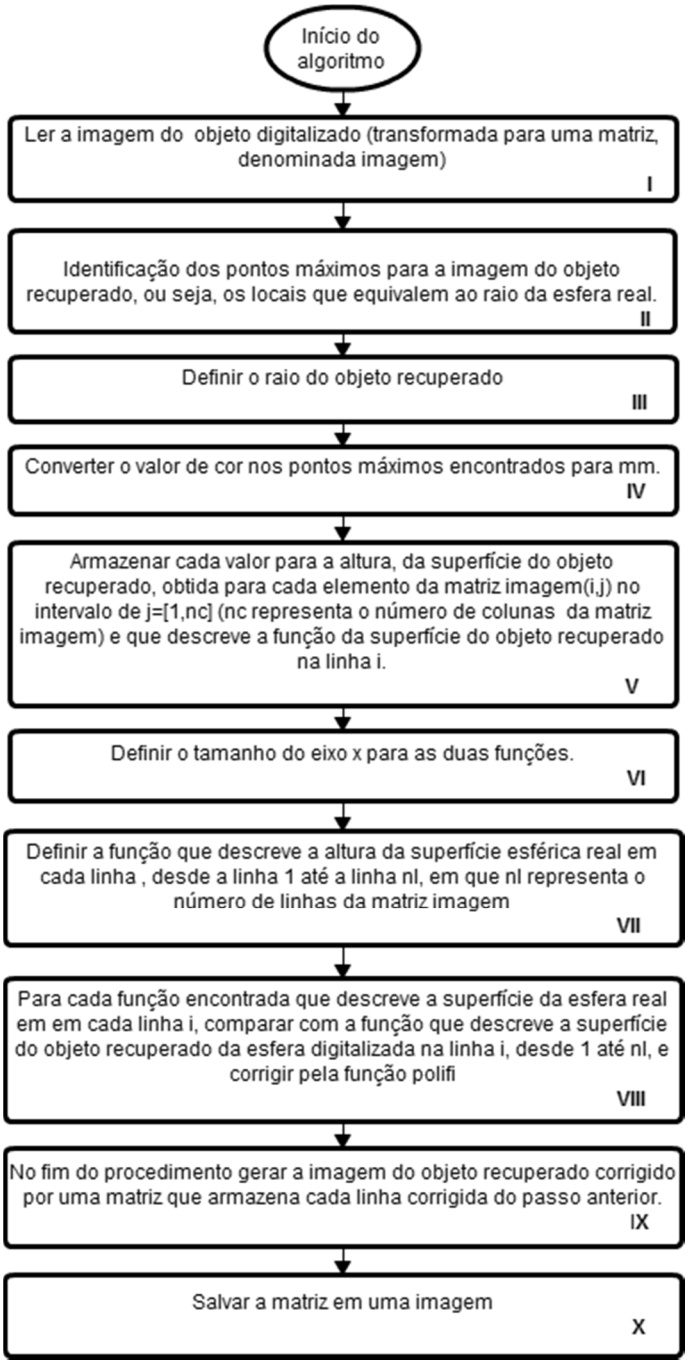


Figura 2 - Fluxograma de correção da esfera total

Para corrigir as deformações das imagens causadas pela utilização de apenas uma câmera, utilizou-se um modelo matemático baseado em uma esfera real como ponto de referência para a correção, denominado pela forma geométrica, conforme a Eq. 1.

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 + (z - c)^2 = r^2 \quad (1)$$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Identificado o ponto de referência para a correção, iniciou-se a correção da imagem digitalizada utilizando uma função polinomial, apresentada na Eq. 2 sendo que o grau do polinômio corresponde ao valor do maior expoente da variável, ou seja, é o valor n da função.

$$P(x) = \sum_{i=0}^{n} a_i x^i \qquad (2)$$

O melhor ajuste da imagem digitalizada foi obtido, identificando o polinômio com o índice de correlação mais próximo de 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a utilização de funções de polinômio, foi possível identificar a função de correção do lado esquerdo e do lado direito de apenas uma linha da imagem, como ilustrado na Figura 3.

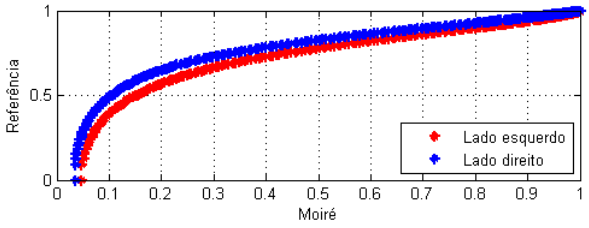


Figura 3 - Função Moiré x Referência

Foi realizada a junção de ambos os lados, obtendo-se a função de correção do lado direito e esquerdo, utilizando como referência uma esfera real, como ilustrado na Figura 4 e Equação 3 e 4.

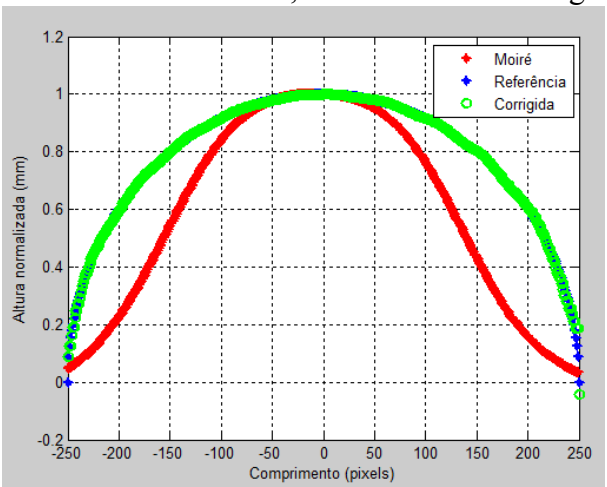


Figura 4 - Correção dos ângulos resultante da técnica de Moiré

Função de correção do lado esquerdo

$$P(x)=-32.3425x^6+117.0517x^5-167.4241x^4+120.7227x^3-46.5141x^2+9.7397x-0.2394 \qquad (3)$$

Função de correção do lado direito

$$P(x)=131.7047x^7-523.7569x^6+848.6949x^5-720.6918x^4+344.0749x^3+92.5137x^2+13.7254x-0.2325 \qquad (4)$$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Utilizando o procedimento da correção de uma linha, aplicado à correção com polinômio da imagem toda, resulta no final do algoritmo a Figura 5.

(a) (b) (c)

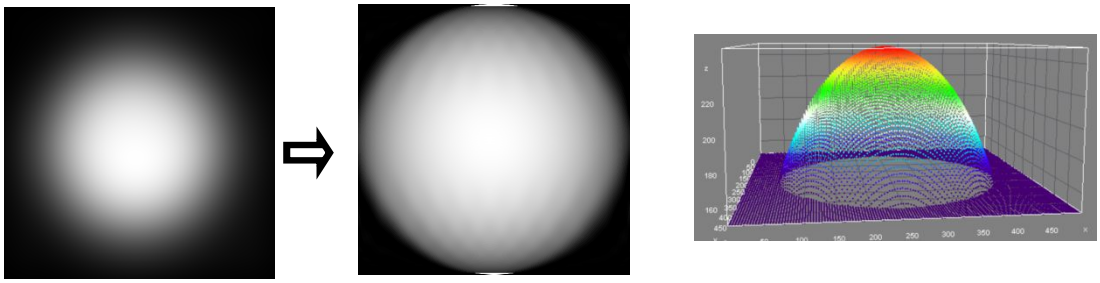


Figura 5 - (a) Imagem antes de aplicar correção; (b) imagem após correção; (c) resultado 3d *unwarping*

Ao identificar a função para a correção da distorção proveniente da utilização de apenas uma câmera, a mesma foi aplicada a vários frutos de macaúba com simetrias variadas, para analisar até que grau o algoritmo suporta para fazer a correção da imagem. Na Figura 6 é possível identificar a correção do fruto, que tem dimensões de 433 mm x 440 mm.

(a) (b)

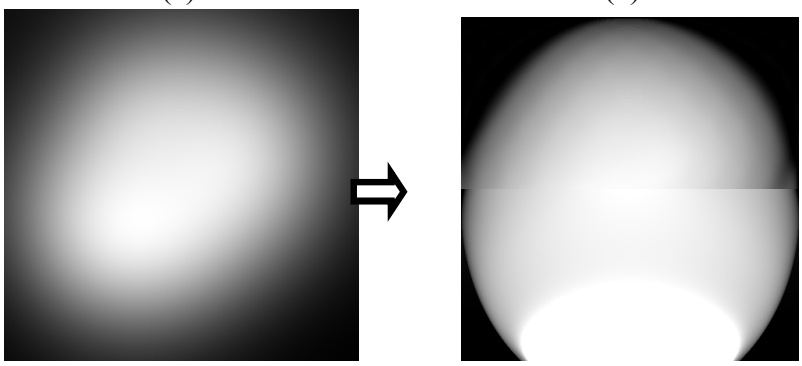


Figura 6 - (a) Fruto antes de corrigir; (b) resultado da correção do fruto de macaúba com dimensões 433 mm x 440mm.

Na Figura 7 ilustra-se a correção também de fruto de macaúba, com dimensões de 484 mm x 465 mm

(a) (b)

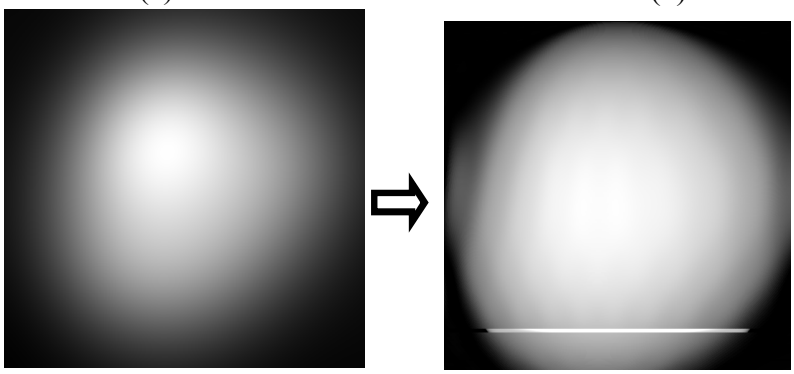


Figura 7 - (a) Fruto antes de corrigir; (b) resultado da correção do fruto de macaúba com dimensões 484 mm x 465mm.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Foi possível identificar com a correção do algoritmo em imagens digitalizadas de ângulos mais inclinados a quebra na imagem (Figura 6).

Sendo que na Figura 7, a qual não possui inclinação no ângulo, obtêm um resultado mais uniforme e preciso do fruto real. Foi possível identificar este resultado em todas as imagens em que foram feitas as análises.

Também foi possível identificar que o algoritmo corrige imagens de diferentes dimensões, bastando apenas alterar o valor do raio no algoritmo desenvolvido, de acordo com a respectiva imagem digitalizada.

CONCLUSÕES

O algoritmo de identificação da função de correção do ângulo, decorrente da utilização de uma câmera, foi capaz de corrigir toda a imagem e obteve um resultado satisfatório da correção dos objetos.

Com a aplicação da função de correção, foi possível identificar que o algoritmo não tem limite de tamanho de imagens para processar. Em todos os objetos em que foi aplicado este algoritmo, obtiveram-se resultados satisfatórios. Foi possível identificar que este algoritmo também é aplicado para objetos com raio proporcional ao da esfera digitalizada e restrito para objetos com simetrias semelhantes ao da esfera real.

REFERÊNCIAS

ALBIERO, D.; ARAUJO, M.C.; FERRAZ, A.C.O.; DAL FABBRO, I.M.; MACIEL, A.J.S. Moiré optical technique for evaluation of cashew nuts (Anacardium Occidentale, L.) ISOSTRAIN. Varia Scientia Agrarias, v. 9, p. 9-20, 2012

BRAGA, R. A.; OLIVEIRA, B.S.; COSTA, R.M., LINO, A.C.L.; DAL FABBRO, I. M. et al. Suppression of border effects in Moiré techniques using threedimensional methods. Biosystems Engineering, v. 102, n. 1, p. 1-8, 2009.

JUDGE T.R; BRYANSTON-CROSS P.J., A review of phase unwrapping techniques in fringe analysis. Optics and Lasers in Engineering. Elsevier. 1994.

LINO, C.L.; DAL FABBRO, I. M.; DE ALMEIDA, C. Fruit Surface Topographic Survey Supported By a Phase Shifting Projection Moiré Technique. In: AIP Conference Proceedings. p. 1028, 2008.

MARCON, M.; RIBEIRO, K. M.; BRAGA, R. A.; PAGLIS, C. M.; SCALCO, M. S.; HORGAN, G. W. Estimation of total leaf area in perennial plants using image analysis. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, n. 1, p. 96-101, 2011.

RIBEIRO, K. M.; BRAGA, R. A.; SCALCO, M. S.; HORGAN, G. W. Leaf are a estimation of médium size plants using optical metrology. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 6, p. 595-601, 2013.

SILVA, G. C. A.; YANAGI Jr., T.; SILVA, E., BRAGRA Jr., R. A.; CAMPOS, A.T. Eggs' topography recovery by means of the Moiré technique and by an independent calibration. Revista de Engenharia Agrícola, v. 31, n. 2, p. 211-218, 2011.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DATA WAREHOUSE: FERRAMENTA QUE ALIA NOVAS TÉCNICAS DE COMBINAÇÃO DE BASES DE DADOS E GEOPROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES SOBRE IMPACTOS E INTERFERÊNCIAS SOCIOAMBIENTAIS

DIEGO RODRIGUES, DIVA RODRIGUES, KESSILER RODRIGUES

[1] Graduando em Engenharia de Produção, UniBH, (31)95111223, diegoandradesimao@gmail.com
[2] Doutorado em Informática, UniBH, (31)88457362, diva.rodrigues@prof.unibh.br
[3] Graduado em Ciência da Computação, UniBH, (31)93020560, keessiler@hotmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Com o avanço da tecnologia e o poder que o processamento dos dados vem oferecendo ao mundo moderno e global, tem-se a real evidência de que novas técnicas estão surgindo para apoio à tomada de decisão. São escassas as abordagens, que aliam a um só tempo, a combinação de bases de dados georeferenciadas para análise de impacto ambiental e transformações nas condições de vida da população, em meio a um processo de expansão urbana. Diante disto, este projeto teve como objetivo construir um Data Warehouse a partir dos dados obtidos das pesquisas dos impactos e interferências sócio-ambientais e biótipos na sub-bacia do médio Cercadinho para possibilitar a elaboração de cenários ou perspectivas de expansão urbana com ou integrado a um processo de desenvolvimento sustentável e melhoria das condições de vida da população da região. A partir dos dados armazenados no Data Warehouse pode-se realizar diversas análises a partir de gráficos, mapas e planilhas dinâmicas utilizando-se de conceitos de Drill-Down, com os indicadores do perfil demográfico da população da região de Belo Horizonte. Com base nestas informações é possível aferir o impacto socioambiental causado pelo processo de expansão urbana através do georeferenciamento dos dados. Além disso, propiciar elaboração de cenários ou perspectivas de expansão urbana com ou integrado a um processo de desenvolvimento sustentável e melhoria das condições de vida da população da região.
PALAVRAS–CHAVE: Data warehouse, geoprocessamento, impactos socioambientais.

DATA WAREHOUSE: TOOL THAT JOINS NEW TECHNIQUES FOR COMBINING DATABASES AND GEOPROCESSING INFORMATION ABOUT IMPACTS AND SOCIO-ENVIRONMENTAL INTERFERENCE

ABSTRACT: With the advancement of technology and the power that data processing has been providing the modern and global world, we have real evidence that new techniques are emerging to support making decision. Approaches are scarce combining at the same time the combination of geo-referenced databases for environmental impact analysis and changes in people's living conditions, in the midst of an urban expansion process. In view of this, this project aimed to build a data warehouse from the data obtained from surveys of impacts and socio-environmental interference and biotypes in the middle of the sub-basin Cercadinho to enable scenario development or prospects for urban expansion with or integrated with a process of sustainable development and improving the living conditions of the population of the region. From the data stored in the data warehouse can perform various analyzes from charts, maps and dynamic spreadsheets using Drill-Down concepts, with the demographic indicators of the population of Belo Horizonte region. Based

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

on this information it is possible to assess the environmental impact caused by urban expansion process through georeferencing data. Also, provide elaboration of scenarios or perspectives of urban sprawl with or integrated into a process of sustainable development and improving the living conditions of the population of the region.
KEYWORDS: Data warehouse, geoprocessing, socio-environmental impacts.

INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia e o poder que o processamento dos dados vem oferecendo ao mundo moderno e global, tem-se a real evidência de que novas técnicas estão surgindo para apoio à tomada de decisão. São escassas as abordagens, que aliam a um só tempo, a combinação de bases de dados georeferenciadas para análise de impacto ambiental e transformações nas condições de vida da população, em meio a um processo de expansão urbana. Este trabalho, teve como objetivo construir um Data Warehouse a partir dos dados obtidos das pesquisas dos impactos e interferências socioambientais e biótipos na sub bacia do médio Cercadinho para possibilitar a elaboração de cenários ou perspectivas de expansão urbana com ou integrado a um processo de desenvolvimento sustentável e melhoria das condições de vida da população da região. A partir dos dados armazenados no Data Warehouse pode-se realizar diversas análises a partir de gráficos, mapas e planilhas dinâmicas utilizando-se de conceitos de Drill-Down, com os indicadores do perfil demográfico da população da região de Belo Horizonte, em particular, da sub bacia do Cercadinho. Com base nestas informações é possível aferir o impacto socioambiental causado pelo processo de expansão urbana através do georeferenciamento dos dados. Além disso, propiciar elaboração de cenários ou perspectivas de expansão urbana com ou integrado a um processo de desenvolvimento sustentável e melhoria das condições de vida da população da região. O Objetivo geral deste trabalho foi desenvolver um aplicativo que viabilizasse a recuperação de dados com rapidez, para que pesquisadores pudessem traçar o perfil demográfico da população residente no entorno da Bacia do Cercadinho tendo como base de dados em um Data Warehouse.

Os objetivos específicos são:

- Geração de base de dados orientada a assuntos para Analise através de técnicas estatísticas e de geoprocessamento os dados obtidos dos levantamentos socioambientais.
- Construir um Data Warehouse a partir dos dados obtidos das pesquisas dos impactos e interferências socioambientais;
- Gerar gráficos e planilhas dinâmicas através do Data Warehouse criado.

Cabe ressaltar, que este trabalho é fruto de um projeto maior de pesquisa, do Grupo de Pesquisa “Processos Industriais e Meio Ambiente”, do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH), que desenvolve estudos com foco na melhoria de processos de despoluição ambiental, percepção social e desenvolvimento de materiais que contribuam para as ações de recuperação de áreas degradadas. Este trabalho está dividido em 4 seções incluindo esta introdução. Apresenta-se na seção 2 os materiais e metodologias adotadas para o desenvolvimento deste trabalho, na seção 3 será apresentado resultados, e finalmente a seção conclusão.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa classifica-se como quantitativa, tendo em vista que Lakatos e Marconi (1985), tratam da pesquisa quantitativa, a qual considera que tudo pode ser quantificável, significando traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Esse tipo de pesquisa requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas e sugere a replicação de resultados. O procedimento metodológico utilizado no desenvolvimento deste trabalho foi dividido nas seguintes etapas: armazenamento dos dados e geração de gráficos e mapas temáticos para análise.

Determinação da área geográfica da Sub-Bacia do Córrego Cercadinho:

A origem da Sub-Bacia do Córrego Cercadinho é descrita no trabalho realizado pela prof. Elisabeth, em (Silva,2014). A malha digital utilizada será malha produzida pelo IBGE. Na figura é mostrado o contorno político da Sub-Bacia do Córrego Cercadinho. Esta malha digital mostrada na figura 1, é um subconjunto do município de Belo Horizonte, e tem como unidade geográfica o setor censitário definido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).



Figura 1 – Contorno Político da Bacia do Cercadinho – IBGE 2010

Determinação dos setores censitários que compõe área geográfica da Bacia do cercadinho:

Foi realizado levantamento de todos os setores censitários por bairro, que compõe a área geográfica deste projeto, Bacia do Cercadinho. A Bacia do Cercadinho é composta por 126 setores censitários, como visto na figura 1 com os contornos políticos do mesmo. O setor censitário é a unidade territorial de controle cadastral da coleta, constituída por áreas contíguas, respeitando-se os limites da divisão político-administrativa, do quadro urbano e rural legal e de outras estruturas territoriais de interesse, além dos parâmetros de dimensão mais adequados à operação de coleta (IBGE, 2010).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 2 – Contorno Político dos setores censitários da Bacia do Cercadinho – IBGE 2010

Os dados, por setor censitário, compreendem características dos domicílios particulares e das pessoas que foram investigadas para a totalidade da população e são denominados, por convenção, resultados do universo (IBGE,2010). Estes dados foram obtidos reunindo informações captadas por meio da investigação das características dos domicílios e das pessoas, que são comuns aos dois tipos de questionários (básico e amostra) utilizados para o levantamento do Censo Demográfico 2010. Após a obtenção desses dados, foi elaborado um data warehouse que comportasse toda a informação e que fosse possível a fácil extração e cruzamento de informações.

Características de um Data Warehouse:

O conceito de Data Warehouse surgiu nos anos 80, devido às dificuldades que muitas organizações passavam pela quantidade de dados gerados pelos sistemas e a complexidade em reunir todos esses dados de forma íntegra para uma análise mais eficiente. Dessa forma, surgiu a ideia de reunir em um único local, as informações consideradas úteis no contexto do processo, sendo uma ferramenta que faria parte do conceito de Business Intelligence.

Segundo SINGH (2001, p. 12), Data Warehouse é o processo de integração dos dados corporativos de uma empresa em um único repositório a partir do qual os usuários finais podem facilmente executar consultas, gerar relatórios e fazer análises, configurando uma modelagem multidimensional.

O conceito de Modelagem Multidimensional ocorre pela aplicação de uma normalização através dos sistemas de banco de dados convencionais, no objetivo de alcançar a consistência dos dados, aproveitamento de espaço para o armazenamento e evitar o acumulo de dados repetidos. Sendo assim, a utilização de dados em formato normalizados amplia o desempenho das consultas.

Diversas são as características de um Data Warehouse. INMON e HACKATHORN (1997, p.15-21) listam as principais características do data warehouse, como sendo:

- Orientação por assunto: a primeira característica notável do data warehouse é sua organização em torno dos assuntos mais importantes da corporação, fazendo com que o projeto de um data warehouse seja “orientado a dados”. O mundo operacional é projetado em torno de aplicações e funções como empréstimo, poupança, cartões magnéticos e

financiamentos (no caso de instituições financeiras).

- Integração: a segunda característica diferenciatória é que por dentro, o data warehouse é integrado, com esta integração, o data warehouse adquire um sabor muito corporativo.
- Variação no tempo: a terceira característica é que todos os dados no data warehouse são precisos em algum instante de tempo. Esta característica básica dos dados do data warehouse é muito diferente daquela dos encontrados no ambiente operacional. No ambiente operacional, os dados estão corretos no momento do acesso, em outras palavras, no ambiente operacional, quando se acessa uma unidade de dados, é esperado que esta reflita valores corretos no momento do acesso.

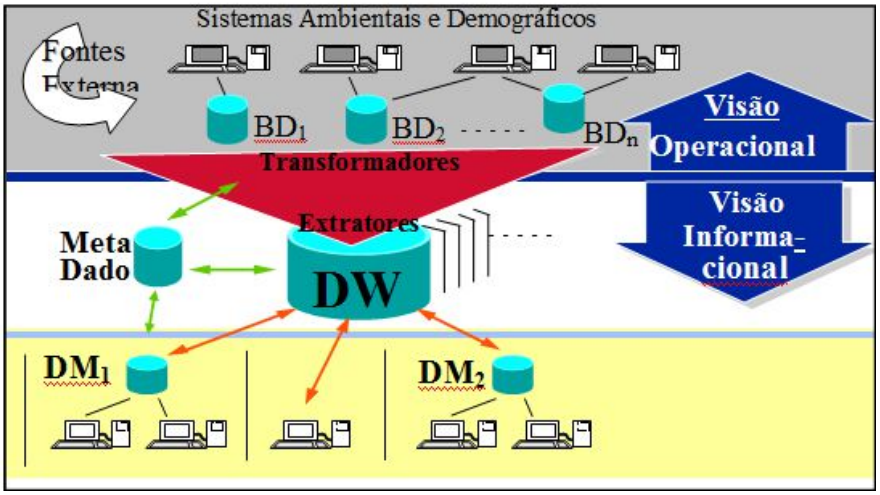


Figura 1 – Arquitetura do Data Warehouse.

Requisitos para a montagem do Data Warehouse:

Neste processo realizou-se um levantamento para conhecer as expectativas do usuário do sistema, isto é, conhecer as expectativas dos professores do grupo de pesquisa do Instituto de Engenharia e Tecnologia (IET). Nesta fase podemos destacar:

- Identificação dos usuários do DW, e áreas de aplicação. Em nosso trabalho atenderemos as áreas de pesquisa envolvidas neste projeto;
- Estudo do ambiente operacional, análise dos tipos de transação, fluxo de informação no sistema.
- Respostas a conjuntos de consultas realizadas por usuário, que envolvem as prioridades dos usuários e a importancia que eles e atribuem as diversas aplicações.

Esses procedimentos auxiliam na definição da estrutura e na refinação dos requisitos. Esta fase requer muito tempo, e é crucial para o sucesso do Sistema de Data Warehouse.

Regras de negócio para montagem do Data Warehouse:

Nível de desagregação dos dados demográficos, e os coletados a partir da pesquisa sobre a poluição hídrica da sub bacia do Cercadinho será por setores censitários. Os dados consolidados com base na utilização das técnicas de Data warehouse e Data Marts serão georeferenciados, dando como resultado a elaboração de mapas temáticos geográficos. A combinação dos conceitos de Data Warehouse e geoprocessamento nas aplicações da área socioambiental e biótipo pode trazer inúmeros e novos enfoques e possibilidades de tratamento de bases de dados.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos dados armazenados no data warehouse foi possível extrair diversas informações que aqui são apresentadas. Através das figuras abaixo, apresentam-se a Distribuição dos Domicílios por Abastecimento de Água da Rede Geral e Distribuição dos Domicílios Particulares Permanentes com Banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial.

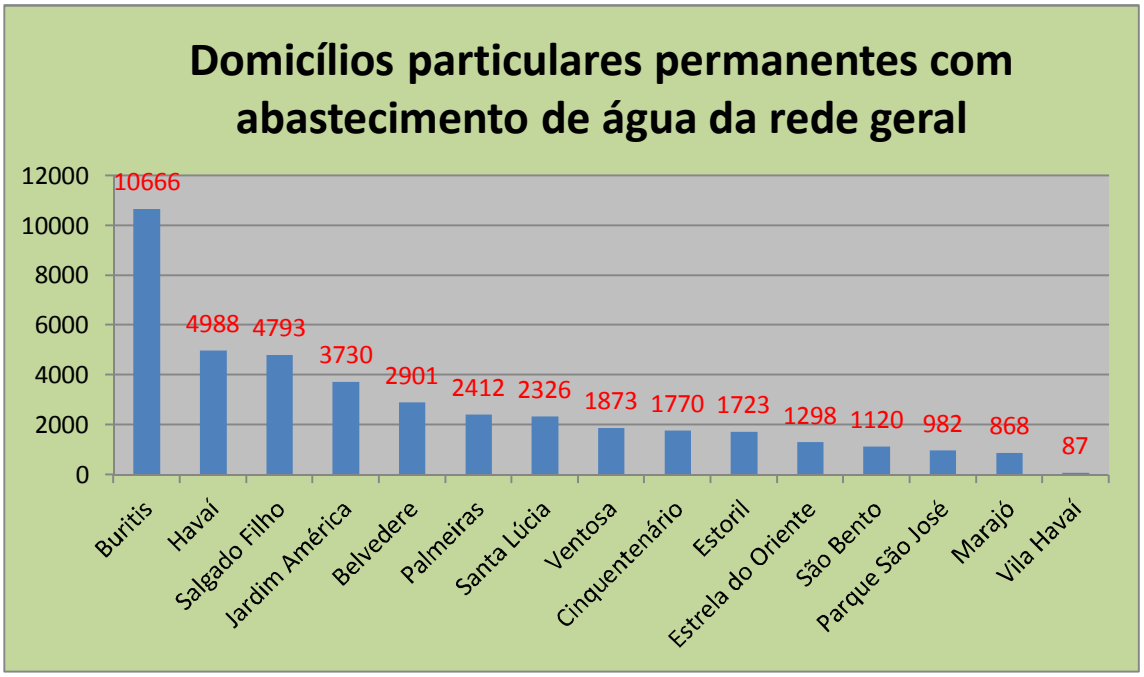


Figura 1 – Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral.

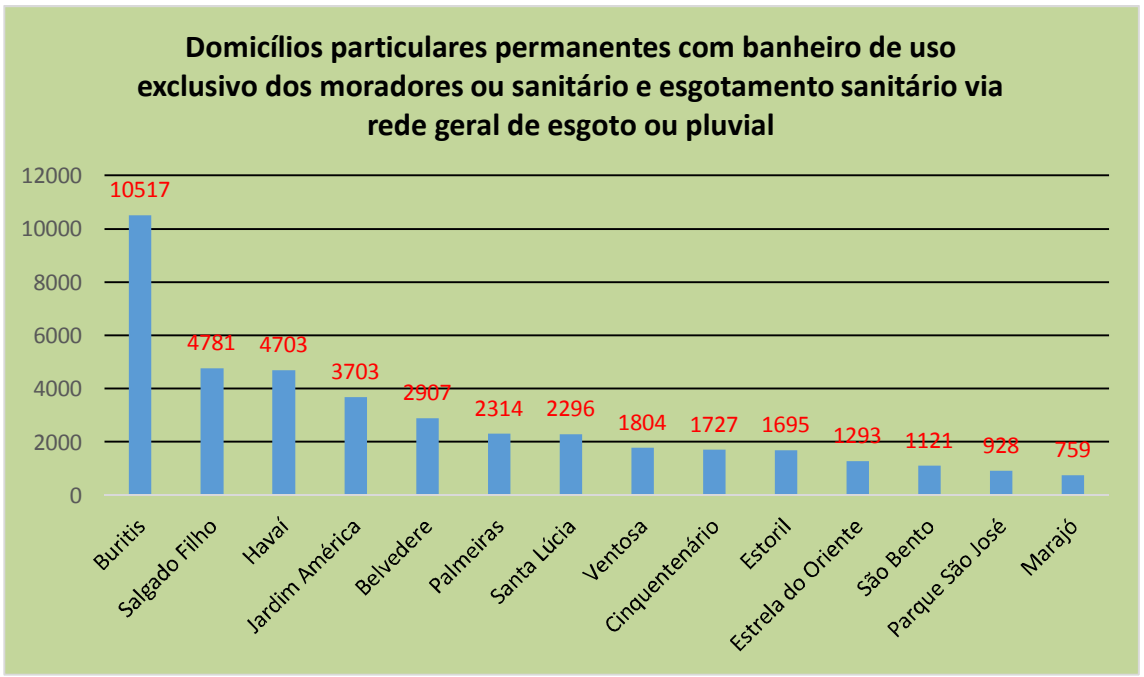


Figura 1 – Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

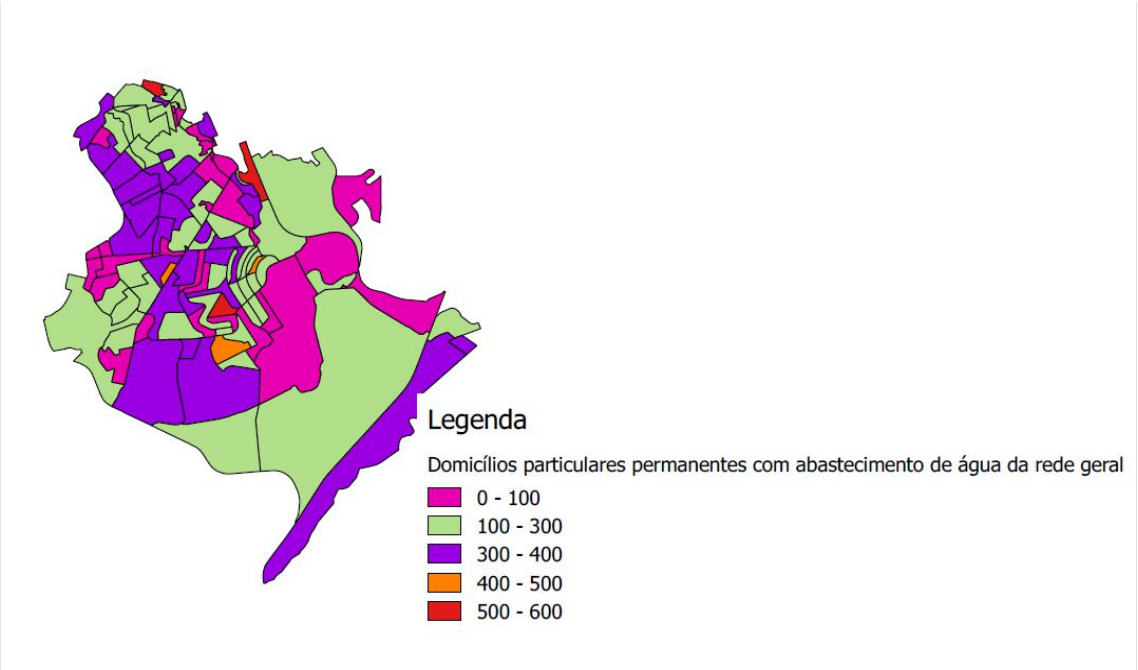


Figura 1 – Mapa de Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral.

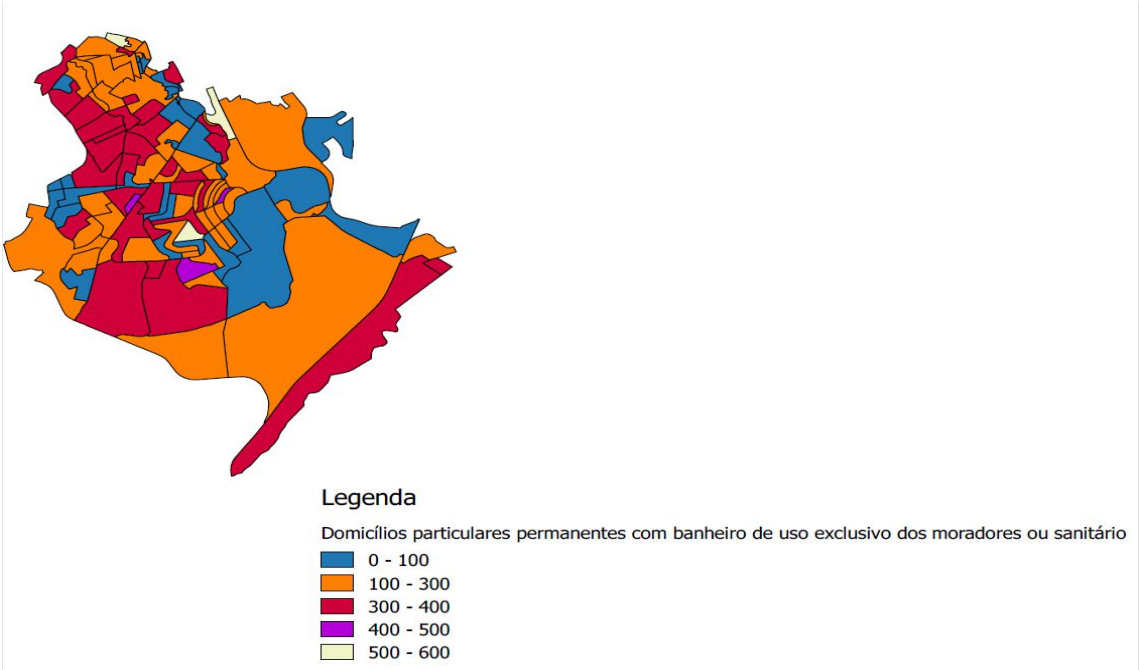


Figura 1 – Mapa de domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial.

CONCLUSÕES

O aspecto importante deste trabalho foi a construção de um Data Warehouse (DW), armazém de dados, a partir dos dados demográficos do IBGE, dados obtidos das pesquisas dos

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

impactos e interferências socioambientais e biótipos na sub bacia do médio Cercadinho, do Grupo de Pesquisa: Processos Industriais e Meio Ambiente (UNIBH/IET). Além de possibilitar a elaboração de cenários e/ou perspectivas de expansão urbana integrado a um processo de desenvolvimento sustentável e melhoria das condições de vida da população da região. A partir dos dados armazenados no DW, pode-se realizar diversas análises a partir de gráficos, mapas e planilhas dinâmicas utilizando-se de conceitos de Drill-Down, com os indicadores do perfil demográfico da população da região de Belo Horizonte, em particular, da sub bacia do Cercadinho. Foi possível ainda, identificar pontos críticos na gestão da área, bem como um conflito ambiental no uso da região, como o lançamento de esgoto a céu aberto em alguns pontos do córrego Cercadinho. Além disso, foi detectado na análise dos dados, um alto grau de verticalização (quase 30%) e crescimento da região (6,29% ao ano), uma densidade demográfica alta (8776,3 hab./km2), e as consequentes demandas por serviços urbanos essenciais, como transporte público, abastecimento de água (indicador direciona um valor menor que 0,20%) e limpeza urbana (média de 27,05% para o indicador de coleta convencional de resíduos sólidos), são pontos que se mostram como negativos e preocupantes.

Neste trabalho, para que estes objetivos fossem alcançados foi necessário, além de um estudo sobre arquitetura de Data Warehouse e extração de dados para Data Warehouse, foi necessário também, estudos sobre pesquisas dos impactos e interferências socioambientais e biótipos na sub bacia do médio Cercadinho.

REFERÊNCIAS

INMON, W. H.; HACKATHORN R. D. ***Como usar o Data warehouse***. RJ: Infobook, 1997.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. ***Fundamentos de metodologia científica***. São Paulo: Atlas, 1985.

SILVA, J. C; IBRAHIM, E. R. B, ***Estudo da Vulnerabilidade e Riscos da Paisagem Advindos da Poluição Difusa e Pontual na Sub-Bacia Hidrográfica do Cercadinho – Belo Horizonte/MG***., Projeto de Pesquisa do centro Universitário de Belo Horizonte- UNIBH, Instituto de educação Continuada e Pesquisa, ano 2014.

SINGH, H. S. ***Data Warehouse: Conceitos, Tecnologias, Implementação e Gerenciamento***. 1ª ed. São Paulo: Makron Books, 2001.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DESAFIO ESTRUTURAL: O CANTEIRO DE OBRAS COMO SALA DE AULA

ESTEVÃO, ANA CECÍLIA[1], FERREIRA, LUCIANA PATRÍCIA[2], AMORIM, ALEXANDRE FRANK[3], REINERT, JULIANA[4], VASCONCELOS, ANDERSON MOREIRA DE[5].

[1] Mestre, CEFET-MG, 31 8818 5060, anacestevao@yahoo.com.br
[2] Mestre, CEFET-MG, 31 9947 7174, lupiferreira@gmail.com
[3] Mestrando, CEFET-MG, 31 9157 7436, afamorim@oi.com.br
[4] Mestre, CEFET-MG, 3175345975, jureinert@curvelo.cefetmg.br
[5] Doutorando, CEFET-MG, 31 8894 7251, anderson@curvelo.cefetmg.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O ensino nos cursos de graduação deve considerar, em relação à prática do professor, três pontos principais: o conteúdo da disciplina; a visão de homem, de educação e de mundo do professor e conhecimentos que permitam uma boa ação pedagógica. O "Desafio Estrutural" foi uma proposta de trabalho interdisciplinar envolvendo os dois níveis de ensino do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), unidade Curvelo. Através desta experiência buscou-se implementar "Os sete princípios para a boa prática na educação superior". O objetivo do trabalho foi aproximar a teoria da prática e estabelecer um espaço interdisciplinar de discussão da Engenharia civil. Através de um edital que indicou materiais utilizados na construção civil para os quais deveriam ser confeccionados modelos estruturais foram inscritas equipes que tiveram a orientação de professores idealizadores do projeto. O prazo do desafio foi de quatro meses iniciando em março de 2015. As equipes foram formadas por 30 alunos do 3º ano do curso técnico de Edificações sob a gerência de 12 alunos entre o 1º e 6º períodos do curso de Engenharia civil. Apresenta-se como resultados a interdisciplinaridade e a aproximação do conteúdo teórico da prática profissional. Práticas pedagógicas, tais como o "Desafio Estrutural", tornam o ambiente educacional dinâmico, inovador e possibilitam a transposição das barreiras entre escola e cidade tornando a aprendizagem uma experiência viva e permanente.
PALAVRAS–CHAVE: Aluno protagonista, interdisciplinaridade, prática.

THE STRUCTURAL CHALLENGE: The construction site as a class room

ABSTRACT: The teaching in undergraduate courses should consider, concerning the teacher's practice, three main points: the contents of the discipline, a vision of the man, the education and the teacher's world and knowledge that leads to a good pedagogical action. The "Structural Challenge" was a interdisciplinary work involving both levels of education of the Federal Center of Technological Education of Minas Gerais (CEFET-MG), Curvelo Unit. Through this experience was sought to implement "The Seven Principles for good practice in higher education". The objective was to approximate the theory of practice and establish an interdisciplinary area for discussion of engineering. Through a indication of materials used in civil construction with which should be made structural models, teams were formed with orientation of the teachers that created the project. The deadline for the "Structural Chalenge" was four months, initiating in march/2015. The teams were formed with 30 students from the third year of the Technical Course in Civil Construction and the management was done by 12 students from the 1 to 6 semester Civil

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Engineering course. The results are the interdisciplinarity and the approximation of theorical knowledge and professional practice. Pedagogical practices, such as "Structural Challenge", make the educational environment more dynamic, innovative and enable the transposition of the barriers between school and city making a living and permanent learning experience.
KEYWORDS: Student protagonist, interdisciplinarity, construction site.

INTRODUÇÃO

O professor universitário apresenta uma formação deficitária no que tange a um conhecimento mais estruturado, acerca do processo de ensino e de aprendizagem. É necessário buscar novas práticas docentes com o objetivo de atender os desejos da sociedade e desenvolver competências necessárias para a prática acadêmica (PIMENTA e ANASTASIOU, 2010).

A principal função do docente deve ser a de mediador, a ponte entre o estudante e o conhecimento, incentivando o desenvolvimento do raciocínio autônomo e questionador, para que o aluno não seja apenas um receptor passivo de informações, mas sim assuma um papel central no processo de aprendizagem (BULGRAEN,2010).

O ensino nos cursos de graduação deve considerar, em relação à prática do professor, três pontos principais: o conteúdo da disciplina; a visão de homem, de educação e de mundo do professor, e conhecimentos que permitam uma boa ação pedagógica. Neste último ponto observa-se uma lacuna na prática docente. Em geral o professor é um especialista no conteúdo que ministra, mas não na área educacional e pedagógica (SANTOS, 2001).

Visando a melhoria da ação pedagógica uma referência a ser considerada é o trabalho desenvolvido pelos educadores e pesquisadores americanos GHIKERING e GAMSON (1991) apud SANTOS (2001), intitulado "Os sete princípios para a boa prática na educação superior":

Princípio 1 - a boa prática encoraja o contato entre professor e aluno, seja em sala de aula ou fora dela. Esta interação colabora para um ensino de qualidade e possibilita a aprendizagem efetiva

Princípio 2 - A boa prática encoraja a cooperação entre os alunos. Trabalhar em equipe aumenta o envolvimento com a aprendizagem e afia o raciocínio.

Principio 3 - A boa prática encoraja a aprendizagem ativa. Os alunos devem falar e escrever sobre o que estão aprendendo, fazer relações com experiências vividas e relacionar o aprendizado com a vida prática.

Principio 4 - A boa prática fornece *feed back* imediato. Os alunos precisam verificar constantemente o seu desempenho na realização de atividades para direcionar melhor seus esforços.

Principio 5 - A boa prática enfatiza o tempo de tarefa. É necessário que o professor planeje bem o tempo de ensino e ajude o aluno planejar o tempo necessário a aprendizagem.

Principio 6 - A boa prática comunica altas expectativas. Fixar objetivos altos mais realizáveis aumenta a motivação e envolvimento dos alunos.

Princípio 7 - A boa prática respeita os diversos talentos e as diferentes formas de aprendizagem. É necessário reconhecer os alunos e seus estilos de aprendizagem para alcançar melhores desempenhos nas atividades propostas.

O Desafio Estrutural foi uma proposta de trabalho interdisciplinar envolvendo os dois níveis de ensino do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), unidade Curvelo. Através desta experiência buscou-se implementar os princípios aqui descritos.

O objetivo do trabalho foi aproximar a teoria da prática e estabelecer um espaço interdisciplinar de discussão da engenharia civil. O canteiro de obras como a sala de aula ou as aulas-oficina retoma a prática pedagógica, há alguns anos, utilizada pelas escolas técnicas, bem como o modelo pedagógico utilizado pela escola de design, artes e arquitetura Bauhaus, no início

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

do século XX e ainda hoje forte característica do ensino nesta escola que é uma das melhores universidades da Alemanha. Aproximar o aluno do fazer construtivo o torna um profissional com maiores habilidades para gerenciar problemas e pessoas no mercado de trabalho.

METODOLOGIA

Foi elaborado e lançado um edital intitulado "Trabalho integrado Desafio estrutural". O edital indicou materiais utilizados na construção civil para os quais deveriam ser confeccionados modelos estruturais: solo cimento, alvenaria estrutural, madeira, metal e pré-moldados de concreto armado. Para cada material deveria ser inscrita uma equipe que teria a orientação de professores idealizadores do projeto. Ficou a critério das equipes expandirem a orientação, buscando outros docentes e técnicos da instituição.

As equipes foram formadas por 30 alunos do 3º ano do curso técnico de Edificações sob a gerência de 12 alunos entre o 1º e 6º períodos do curso de Engenharia civil. O trabalho iniciou com uma pesquisa e elaboração de um referencial teórico para a proposta. Este referencial deveria conter uma revisão histórica a cerca do material, informações sobre a resistência estrutural e análise de sua característica sustentável.

A partir desta pesquisa foram desenvolvidos os projetos para os protótipos que envolviam análises numéricas, estruturais e de capacidade de carga. O projeto deveria propor um espaço utilizável para a realidade do Campus, que pudesse ser um ambiente de convivência para os alunos.

Em seguida os protótipos deveriam ser executados. Para execução dos protótipos foi utilizado o espaço externo do campus possibilitando uma integração espacial com todos os alunos e professores da instituição. Os materiais necessários deveriam ser obtidos pelas próprias equipes. O prazo para desenvolver toda a ação foi de quatro meses.

O DESAFIO ESTRUTURAL NA PRÁTICA

A FIG. 1 apresenta o protótipo desenvolvido pela equipe "Domus de madeira" que optou pela estrutura geodésica por apresentar grande resistência às intempéries do ambiente. O material adotado foi a madeira. A utilização foi como teto ou cobertura para estufas, estádios, hotéis, teatros, galpões de armazenamento ou ainda em uma variedade de outras aplicações de casa e jardim. Sobre a sustentabilidade foi destacado pela equipe que a madeira é material de grande disponibilidade no município de Curvelo bem como a mão de obra para execução da estrutura

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 1 - Domus de madeira

A FIG. 2 apresenta o protótipo desenvolvido pela equipe "Gazebo" que adotou como material o metal. Foram apontados como vantagens o menor prazo de execução, alívio de carga nas fundações, flexibilidade, compatibilidade com outros materiais, liberdade no projeto de arquitetura, maior área útil e precisão construtiva. Quanto a sustentabilidade o aço é 100% reciclável e as estruturas podem ser desmontadas e reaproveitadas.



Figura 2 – Gazebo

A FIG. 3 apresenta o protótipo desenvolvido pela equipe "Solo-cimento" que adotou como materiais o tijolo solo-cimento que contribui para o conforto térmico e acústico da edificação, o bloco de concreto que possui boa resistência, a laje pré-moldada que tem fácil manuseio e alta resistência, a manta asfáltica como impermeabilizante e a ferragem para a sustentação. Para maior conforto termo acústico foi adotado o telhado verde que apresenta vantagens também para região de implantação da edificação aumentando a umidade relativa do ar e melhorando o aspecto visual da área.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 3 – Tijolos Solo-cimento

A FIG. 4 apresenta o protótipo desenvolvido pela equipe "Domus geodésico de bambu" que adotou como materiais pneus, bambus e canos de PVC. Os pneus foram empregados na fundação com o intuito de isolar os bambus do solo, visto que tem vida útil extensa. O Bambu foi escolhido pela disponibilidade na região, pelas propriedades físicas tais como baixa densidade e rigidez, pelo baixo custo e por ser renovável. Foi utilizado no projeto como função estrutural. Adotou-se o cano de PVC como uma alternativa econômica em relação à treliça metálica, sendo aplicados na união dos bambus.



Figura 4 - Domus geodésico de bambu

A FIG. 5 apresenta o protótipo desenvolvido pela equipe "Estrutura mista". Neste protótipo a fundação utilizada foi tipo baldrame, alvenaria estrutural, telhado com estrutura metálica e cobertura em telhas de PVC. A pesquisa apresentou as vantagens do uso do aço na construção civil tais como a liberdade no projeto de arquitetura, flexibilidade, compatibilidade com outros materiais, menor prazo de execução, racionalização, alívio de carga nas fundações, qualidade potencializada

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

pelo processo de fabricação industrial, organização do canteiro de obras, ser reciclável, preservação do meio ambiente e precisão construtiva.



Figura 5 - Estrutura mista

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do trabalho os alunos redigiram relatórios apontando os principais ganhos da experiência na formação profissional. Foi destacada como ponto forte da experiência a interdisciplinaridade. Foram envolvidos conteúdos relacionados às disciplinas de formação geral e de formação técnica, possibilitando uma ampla aproximação do conteúdo teórico e da prática profissional.

A experiência possibilitou também a aproximação dos dois níveis de ensino da unidade (técnico e superior) com a participação direta de alunos, professores, técnicos administrativos, terceirizados e empresas da cidade. Indiretamente todos os membros da instituição foram envolvidos acompanhando diariamente a execução dos protótipos e o resultado final.

Práticas pedagógicas, tais como o "Desafio Estrutural" tornam o ambiente educacional dinâmico e possibilitam a transposição das barreiras entre escola e cidade tornando a aprendizagem uma experiência viva e permanente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BULGRAEN, V. C. O papel do professor e sua mediação nos processos de elaboração do conhecimento. **Revista Conteúdo**, Capivari, v.1, n.4, ago/dez.2010.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L.G. **Docência no ensino superior**. São Paulo: Cortez, 2010.

SANTOS, Sandra Carvalho dos. O Processo de ensino-aprendizagem e a relação professor-aluno: aplicação dos "Sete princípios para a boa prática na educação de Ensino superior". **Caderno de Pesquisas em Administração** (USP), v. 08, p. 69-82, 2001.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DESEMPENHO DA COMPOSTAGEM DE DEJETOS DO CANIL DE LAVRAS, MG

DANIELA VILELA LANDIM[1], DAYANA CRISTINE BARBOSA MAFRA[2], HÉVELYN SILVA VILELA[3], ANA CAROLINA MOREIRA ANDRADE[4], CAMILA SILVA FRANCO[5], RONALDO FIA[6]

[1] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA, dani_v_landim@hotmail.com
[2] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA, dayanamafra@yahoo.com.br
[3] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA, hevelynvilela@yahoo.com.br
[4] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA, anacarol_lms@yahoo.com.br
[5]Doutora em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela UFLA, camilasilvafranc0@yahoo.com.br
[6] Professor Adjunto do Departamento de Engenharia da UFLA, ronaldofia@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015.

RESUMO: O município de Lavras possui um grande problema: a quantidade de animais abandonados. Para tentar solucioná-lo, o Parque Francisco de Assis (PFA) acolhe e cuida de 400 cães, aproximadamente. A atividade neste canil gera grandes quantidades de dejetos e representa um desafio, pois o manejo inadequado pode causar transtornos ao meio ambiente. Neste contexto, objetivou-se avaliar a quantidade e as características de qualidade do composto produzido a partir de fezes de cães gerado no PFA e dimensionar um pátio de compostagem para a quantidade gerada. Para tanto, o PFA dispõe de um sistema composto, atualmente, por seis leiras que comportam todos os resíduos sólidos gerados. A conformação das pilhas é triangular e possui dimensões de 1,5 a 2,0m na base e 1,2 a 1,6 de altura. As fezes são compostadas com serragem na proporção de 2:1, reviradas três vezes por semana durante 30 dias, e mantidas em maturação por outros 30 dias. As quantidades de dejetos e do material adicionado foram monitoradas para controlar o produto compostado. Foram realizadas cinco amostragens e sendo avaliados os parâmetros pH, Condutividade Elétrica, N , P , C, C.O. e Umidade. Obtiveram-se, respectivamente, os valores de 6,4; 802,8µs; 23,3 dag $kg^{-1;}$ 1,3 dag $kg^{-1;}$ 78,4 dag $kg^{-1;}$ 22,2 dag kg^{-1} e 55%. O processo de compostagem é uma alternativa viável para o tratamento de dejetos caninos e a quantidade de fezes gerada por cada animal é da ordem de 0,4 L $cão^{-1}$ dia^{-1}, sendo necessários 75 m^2 de área impermeabilizada.
PALAVRAS–CHAVE: Compostagem; Dejetos de cães; produto compostado.

COMPOSTING PERFORMANCE OF WASTE OF A KENNEL IN LAVRAS, MG

ABSTRACT: Lavras has a big problem: the quantity of abandoned animals. To try remedy the problem, the park Francisco de Assis (PFA) receives and takes care 400 dogs, about. The activity in this Kennel generates large amounts of waste and poses a challenge, because improper handling can cause problems to the environment. In this context, the objective was to evaluate the quantity and quality characteristics of the compost produced from dog feces generated in the PFA and scale a composting yard to the amount generated. Therefore, the PFA has a composite system, currently, six piles that bear all the solid waste generated. The shape of cells is triangular and has dimensions of 1,5 to 2,0 m at the base and 1,2 to 1,6 m in height. The faeces are composted with sawdust in the

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ratio 2 : 1, crimped three times a week for 30 days , and kept in ripening for another 30 days. The quantities of waste and the added material were monitored to control the product composted. Five samplings were carried out and evaluated the parameters pH, Electrical Conductivity, N, P, C, CO and humidity. They were obtained, respectively, the values of 6,4; 802,8µs; 23,3 dag kg^{-1}; 1,3 dag kg^{-1}; 78,4 dag kg^{-1}; 22,2 dag kg^{-1} and 55%. The composting process is a viable alternative for the treatment of canine and the amount of waste generated by each animal feces is around 0,4 L dog $^{-1}$ day $^{-1}$, which required 75 m^2 waterproofed.
KEYWORDS: Composting; dog waste; composted product

INTRODUÇÃO

A população de animais abandonados na zona urbana representa um grande problema na maioria dos municípios brasileiro, uma vez que não possuem cuidados veterinários adequados e são hospedeiros de mais de 300 tipos de zoonoses. Destacam-se na América Latina a raiva, leptospirose, doença de chagas, hidatidose e leishmaniose, além da alta incidência de ataques/mordidas (GARDE et al., 2013; DALLA VILLA et al., 2010). Neste contexto, programas de controle de animais errantes são questões de saúde pública. No município de Lavras, MG, o Parque Francisco de Assis (PFA) acolhe, e cuida de aproximadamente 400 cães e castra cerca de 70 animais por mês.

O tratamento e disposição das fezes caninas devem ser realizados de forma criteriosa, a fim de evitar contaminação das águas, solo e atmosfera. A separação dos dejetos sólidos (fezes) dos líquidos possui vantagens no sentido de diminuir as cargas líquidas, facilitando seu tratamento e lançamento na coleção hídrica e de possibilitar sua aplicação no solo. Dejetos fecais possuem macro e micronutrientes, além da matéria orgânica, que podem ser utilizados em benefício às plantas, economizando o uso de fertilizantes químicos e fechando o ciclo de nutrientes (MAGRI, 2013).

Diversas são as formas de tratamento de fezes, incluindo a compostagem, incineração e desidratação. A título de exemplo, Vinneras (2007) obteve redução de patógenos por compostagem a temperaturas acima de 65^{o}C, entretanto, alerta sobre a possibilidade de crescimento de patógenos, uma vez que nem todo o material é aquecido igualmente.

O processo de compostagem tem sido usado como alternativa para tratamento adequado de fezes de animais. O estudo envolvendo a compostagem tem se orientado na busca ao aumento da capacidade de absorção de dejetos aos diferentes materiais(restos orgânicos vegetais, palha, espiga de milho, arroz, palhada do feijão, vagem, bagaço de cana, palha de carnaúba, palha de café, sobra de cocheiras e camas de animais) e no baixo custo. A grande vantagem do processo é a baixa necessidade de tecnologia, porém necessita de intensa operacionalização. (A. Kunz et al.,2005)

Segundo D.C.B.Mafra et al. 2015, as fezes de cães compostadas possuem concentrações de macro e micronutrientes acima do mínimo exigido em norma brasileira para comercialização como composto orgânico, exceto para o Mg e seu reúso deve, portanto, ser considerado na agricultura como forma de ciclagem de nutrientes, embora deva ser realizado um monitoramento periódico de metais no solo de destino, principalmente o Zn.

Neste contexto, objetivou-se avaliar a quantidade e as características de qualidade do composto produzido a partir de fezes de cães gerado no PFA e dimensionar um pátio de compostagem para a quantidade gerada.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAIS E MÉTODOS

O Parque Francisco de Assis (PFA) se localiza na Rodovia BR265, km 341, Lavras, MG abrigando cerca de 400 cães para cuidados médicos, doação e castração. O resíduo sólido consiste essencialmente das fezes dos cães, raspada em processo anterior à lavagem das baias com água. A compostagem das fezes é realizada no PFA em mistura com serragem de madeira cedida por madeireiras da cidade. Existem atualmente seis leiras que comportam todos os resíduos sólidos gerados (Figura 1), as quais são reviradas para promover a aeração três vezes por semana, após um período de um mês, o composto é removido da leira e mantido em local externo para maturação por mais um mês para ser utilizado em jardins de plantas ornamentais.



Figura 1. Sistema de tratamentos dos resíduos sólidos gerados no Parque Francisco de Assis na cidade de Lavras MG: (A) leiras para compostagem das fezes juntamente com a serragem de madeira; (B) reviramento do composto.

Para avaliação de sua qualidade, foram realizadas 5 amostragens, para análise das variáveis apresentadas na Tabela 1 no laboratório de águas residuárias da Universidade Federal de Lavras, conforme metodologia *Standard Methods* (APHA< 2005).

Tabela 1. Variáveis avaliadas e metodologias de análises

Variável	Metodologia de análise (APHA, 2005)
pH	Potenciômetro de bancada
Condutividade elétrica (CE) do extrato de saturação	Condutivímetro de bancada
Nitrogênio (N)	Micro-Kjeldahl
Fósforo (P)	Micro-Kjeldahl
Carbono (C)	Oxidação por via úmida
Carbono Orgânico Compostável (C.O.)	Oxidação por via úmida
Umidade	Gravimetria

O processo de compostagem está sendo ampliado para possibilitar um reviramento com mais frequência e um maior tempo de maturação do composto, para tal o dimensionamento de um pátio de compostagem foi realizado conforme a quantidade gerada e para pilhas de composto na conformação apresentada na Figura 2. Ademais, foram considerados 120 dias como tempo necessário para compostagem e operação por reviramento manual, para o qual foi considerada necessidade do dobro da área calculada para uma pilha.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

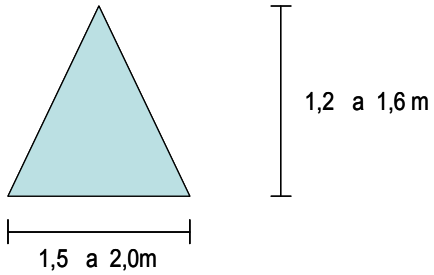


Figura 2: Conformação da pilha

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os valores médios obtidos para as variáveis de qualidade do composto analisadas. O valor de pH encontrado está dentro da faixa considerada como condição ótima para compostagem (entre 6,8 a 7,2) (Peixoto, 1988). De acordo com Kiehl (1985), durante a compostagem em condições normais, mesmo a partir de matéria-prima ácida, ocorre aumento do pH em função da decomposição biológica, entretanto, tal situação não foi evidenciada.

Tabela 2 – Parâmetros avaliados do composto.

Variável	Valor médio
pH	6,4 ± 0,2
Condutividade elétrica (µs)	802,8 ± 174,8
Umidade (%)	55
N (dag kg^{-1})	23,3± 0,4
P (dag kg^{-1})	1,3 ±0,9
C (dag kg^{-1})	78,4
C.O. (dag kg^{-1})	22,2

O composto apresenta umidade ideal se comparado à faixa recomendada de 40% a 60% (Oliveira, Francisco Nelsieudes Sombra, 2004). O material deve mostrar-se úmido, sem, entretanto, deixar escorrer água quando prensado.

A relação C/N deve estar entre 30 e 50/1, o recomendado é que esteja 30/1(Marriel et al., 1987). O produto compostado do Canil de Lavras apresentou relação C/N de 3,3/1. Nesse caso, ocorre perda de nitrogênio na forma de amônia. Isso se deve ao fato de que os materiais utilizados podem ser de fácil decomposição, fazendo a atividade microbiana ser mais intensa e favorecendo liberação de CO_2 e energia na forma de calor. (Jahnel et al., 1999). Neste sentido, observa-se que a relação C/N do composto produzido no PFA está muito baixa em relação ao valor recomendado. Apesar da relação C/N estar muito baixa, não houve grande perda de N durante a fermentação apresentando no fim do processo o valor de 23,3 dag kg^{-1}.

Os valores de N e P indicam o potencial de utilização que o composto pode apresentar na agricultura em substituição aos fertilizantes químicos, proporcionando a correta disposição final para tal resíduo, economia para o agricultor e a ciclagem de nutrientes. Os valores dos nutrientes aumentaram durante a fermentação, indicando a melhor qualidade do composto gerado. (Maria A. N. Sediyama et al., 2008)

A Tabela 3 fornece os valores referentes ao volume de dejetos caninos medido, volume de serragem utilizado e o dimensionamento da área requerida para compostagem de fezes de 400 cães na conformação piramidal, sendo necessários aproximadamente 75 m^2 de área impermeabilizada e

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

com drenagem do chorume para a compostagem de 0,16 m^3 de fezes por dia (0,4 L $cão^{-1}$ dia^{-1}) durante 120 dias com reviramento manual.

Tabela 3 – Volumes referentes aos resíduos e a área necessária para o processo de compostagem seguindo a conformação da pilha.

Volume de fezes diário (m^3)	0,16
Volume de serragem (m^3)	0,32
Volume total por dia (m^3)	0,48
Volume da pilha de compostagem (m^3)	2,25
Dias para completar uma pilha	10
Volume 120 dias (degradação ativa)(m^3)	57,6
Numero de pilhas	25,6
Área para cada pilha (m^2)	3
Área total (m^2)	76,8

CONCLUSÃO

A compostagem é uma alternativa viável para o manejo adequado de dejetos caninos, os valores de pH e umidade estiveram dentro do recomendado para produção de composto orgânico. A quantidade de fezes gerada por cada animal é da ordem de 0,4 L $cão^{-1}$ dia^{-1}, sendo necessários 75 m^2 de área impermeabilizada e com drenagem de chorume para compostagem na conformação piramidal durante 120 dias e reviramento manual.

REFERÊNCIAS

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AWWA - AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WEF - WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th. ed. Washington. D.C.: APHA/AWWA/WEF, 2005, [s.n.].

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. Revista Ceres, v.21, n.113, p.73-85, 1974.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Brasília: DOU, 2009a. p.20-24. (Seção 1, nº142, de 28 de julho 2009).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental

de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília: DOU, 2009b. p.81-84. (Seção 1, nº 249, de 30 de dezembro 2009).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 375, 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Brasília: DOU, 2006. p.141-146. (Seção 1, nº 167, de 30 de agosto 2006).

JAHNEL, M. C.; MELLONI, R.; CARDOSO, E. J. B. N. Maturidade de composto de lixo urbano. Scientia Agrícola, v.56, n.2, p.301-304. 1999.

KIEHL, J. E. Fertilizantes Orgânicos. 1 ed. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres Ltda. 1985. 492p.

KUNZ, AIRTON. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no brasil. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 22 n.3, p. 651-665, set./dez. 2005.

MAGRI, M.E. Aplicação de processos de estabilização e higienização de fezes e urina humanas em banheiros secos segregadores. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

OLIVEIRA, FRANCISCO NELSIEUDES SOMBRA. Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânico. Cajazeira. - Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 17 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 89).

PEIXOTO, R.T. DOS G. Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo. Londrina: IAPAR, 1988. 48p. (IAPAR. Circular, 57).

SINOTTI S. P. A. Avaliação do volume de dejetos e da carga de poluentes produzidos por suíno nas diferentes fases do ciclo criatório 2005. 80 p. Dissertação (Mestre no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina,) – Universidade Federal de Santa Catarina.

TEIXEIRA, R.F.F. Compostagem. In: HAMMES, V.S. (Org.) Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, v.5, p.120-123.

VINNERAS, B. Comparison of composting, storage and urea treatment for sanitizing of faecal matter and manure Bioresource Technology, v.98, p.3317–3321, 2007.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DESENVOLVIMENTO DE FILMES COMESTÍVEIS A BASE DE QUITOSANA PARA REVESTIMENTO DE HORTALIÇAS

JOÃO GABRIEL SILVA DIAS[1], CAMILY APARECIDA REIS[2], LÍVIA ELISABETH VASCONCELLOS DE SIQUEIRA BRANDÃO[3]

[1] Graduando em Engenharia Ambiental, UFLA, (31) 83263603, jgsilva@engambiental.ufla.br
[2] Mestranda em Engenharia de Biomateriais, UFLA, (35) 98316874, camilyreis@outlook.com
[3] Professora Adjunta, Departamento de Engenharia, UFLA, (35) 38293139, livia.brandao@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Novos métodos de conservação de hortaliças vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de minimizar os danos causados pela degradação das mesmas. A utilização da técnica de revestimento comestível, com uma camada polimérica fina e uniforme, desponta como uso potencial para incorporação de nutrientes e/ou antimicrobianos a hortaliças e, também, no aumento de vida útil das mesmas. Para tal revestimento, biopolímeros podem ser utilizados, uma vez que são biocompatíveis e biodegradáveis. Com esta finalidade, este trabalho objetiva revestir hortaliças utilizando um filme composto pelo biopolímero quitosana adicionado do argilomineral, montmorilonita modificada. Os filmes foram desenvolvidos através do método *casting*, com concentrações de 0,5, 1, 2 e 4% m/m de argila em relação a quitosana. Adicionalmente, foi avaliada a incorporação do surfactante Tween 80, a fim de verificar o efeito da interação revestimento-hortaliças. As propriedades investigadas foram as de barreira através de testes de solubilidade em água e taxa de permeabilidade ao vapor de água. Os filmes compostos somente por quitosana e quitosana/argilomineral, na concentração de 2% m/m, ofereceram melhores resultados para as propriedades de barreira. A adição de surfactante apresentou potencial de melhora da interação filme/hortaliça.
PALAVRAS–CHAVE: revestimento, quitosana, argila

DEVELOPMENT OF CHITOSAN EDIBLE FILM BASED FOR VEGETABLES COATINGS

ABSTRACT: New conservation methods of vegetables have been developed in order to minimize the damage caused by degradation. The use of edible coating technique, using a thin and uniform polymer layer, emerges as a potential use for incorporation of nutrients and/or antimicrobial for vegetables and also increases the shelf life. To the coating technique, biopolymers may be used, since they are biocompatible and biodegradable. To this purpose, this work aims to coat vegetables using a film composed of the biopolymer chitosan added with clay mineral, montmorillonite modified. The films were developed by the casting method at concentrations of 0.5, 1, 2 and 4% m/m clay relative to chitosan. Additionally, the incorporation of Tween 80 surfactant was evaluated in order to verify the coating -vegetables interaction. The investigated properties were the barrier properties through tests of water solubility and permeability rate to water vapor. Films composed solely of chitosan and chitosan/clay minerals at a concentration of 2% w/w, offered the best results

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

for the barrier properties. The addition of surfactant has the potential of improvement of the interaction coating /vegetable.
KEYWORDS: coating, chitosan, clay

INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, o ser humano tem a preocupação com a conservação de alimentos e, vem desenvolvendo métodos possíveis para esse fim. Na China do século 13, emulsões derivadas de óleos minerais eram utilizadas na conservação de produtos perecíveis que seriam transportados por longas distâncias, ou no período das grandes navegações, em que frutas e legumes eram transportados imersos em tonéis de gordura animal ou em recipientes saturados de mel [1]. Atualmente, com o aumento da demanda por alimentos e com um mercado cada vez mais exigente com os produtos consumidos, as indústrias alimentícias juntamente com centros de pesquisa têm cada vez mais investido em novas técnicas de armazenamento e preservação dos alimentos, conferindo a estes melhores características, a fim de prolongar o seu tempo de vida útil ou melhorar os mais diferenciados aspectos desejados, como a minimização do sabor amargo de determinados alimentos através da adição de enzimas às embalagens, tornando assim o produto mais saboroso.

Dentre as tecnologias aplicadas, as embalagens poliméricas são as mais comumente pesquisadas devido à grande variedade de polímeros existentes, ao baixo custo de produção e a sua boa aceitação pelo mercado consumidor. No entanto, um dos maiores problemas advindos da utilização dessa tecnologia é o lixo gerado pelo descarte dessas embalagens, em função do elevado tempo de decomposição no meio ambiente, gerando sérios debates acerca da utilização das mesmas. Em função disso, o interesse em biopolímeros destaca-se por ser um material biodegradável, ideal para a substituição de polímeros sintéticos [2].

Os biopolímeros são materiais poliméricos originários de sistemas biológicos ou matérias primas renováveis, tais como milho, cana de açúcar, celulose, quitina, entre outros [2]. Estes, devido a biocompatibilidade e a biodegradabilidade podem ser utilizados nas mais diversificadas áreas como embalagens, garrafas, artigos biomédicos, agentes de reforço, entre outros. Porém, alguns destes materiais podem possuir limitações técnicas, como a resistência térmica, propriedades mecânicas, permeabilidade a gases e a velocidade de degradação, o que tem instigado grupos de pesquisa a desenvolverem tecnologias otimizadas ou alternativas, como o emprego de nanocompósitos, a fim de melhorar tais propriedades [3].

O revestimento biopolimérico em alimentos tem possibilitado o acréscimo da vida útil destes, além do aumento da resistência a impactos mecânicos. A partir do controle das transferências de gases e vapores entre os alimentos e o ambiente externo afeta-se diretamente o início da putrefação dos mesmos controlando assim, o desenvolvimento de microorganismos em sua superfície. Há também a possibilidade de funcionalização química do revestimento polimérico a fim de acrescentar aromas e nutrientes aos alimentos, ou mesmo, possibilitar seu uso como um biossensor. A resistência a impactos mecânicos pode ser afetada em função da natureza do biopolímero utilizado ou a partir da adição de outros elementos tais como argilominerais, proporcionando uma maior resistência ao filme e, consequentemente, conferindo uma maior proteção ao alimento revestido [4].

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho objetiva revestir hortaliças utilizando um filme composto pelo biopolímero

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

quitosana adicionado do argilomineral, montmorilonita modificada.

A quitosana é um biopolímero do tipo polissacarídeo, formado através da desacetilação da quitina, encontrada em abundância na natureza como sendo componente do exoesqueleto de artrópodes, ou encontrado naturalmente em determinadas espécies de fungos, sendo caracterizado quanto à massa molar, ao grau de desacetilação e à distribuição do grupo amino ao longo de sua estrutura molecular [5]. Através do grau percentual de grupos amino livres presentes, é possível determinar as propriedades e as melhores aplicações da quitosana obtida. Estes usos abrangem diferentes áreas em que se requer biocompatibilidade como na área biomédica, agrícola, alimentícia biotecnológica, cosmética, farmacêutica, tratamento de efluentes industriais, entre outras [6].

Pretendeu-se utilizar um argilomineral na síntese dos filmes, de modo a possibilitar a melhoria de propriedades mecânicas e de barreira dos mesmos. A montmorilonita é constituída por grupos tetraédricos de silício ligados entre si formando camadas hexagonais contínuas. Estas camadas, também chamadas de folhas, quando se sobrepõem dão origem às estruturas dos argilominerais. No entanto, as ligações entre as folhas são mais fracas que as interações que ocorrem dentro das camadas. Devido a esta interação fraca e a uma fina camada estrutural, 1nm de espessura entre as duas folhas, tem-se a possibilidade de intercalar matrizes poliméricas com a dos argilominerais, proporcionando assim propriedades distintas a este composto formado [7].

Considerando-se a hidrofobicidade apresentada pelas hortaliças, utilizou-se o surfactante Tween 80, polissorbato 80, o qual consiste de óxidos de etileno tensioativos não iônicos hidrofílicos. Esse composto é amplamente utilizado na preparação de cosméticos e na indústria alimentar, uma vez que pode ser exposto a leves mudanças de ph e não irrita pele e mucosas. Do ponto de vista de revestimento, tal composto promove a melhoraria da interação superficial entre o filme a hortaliça [8].

Para a síntese dos filmes utilizou-se o método *casting,* o qual consiste em deixar que a solução do filme seja seca à temperatura ambiente. Primeiramente, procedeu-se à solubilização da quitosana em ácido acético e água, em concentração 1% mm. Concluída essa etapa, adicionou-se a montmorilonita a partir de 5 concentrações diferentes: 0%,1%,2%,4% mm, calculados a 1% mm quitosana, e agitou-se mecanicamente por 72h. Para os filmes adicionados de surfactante, este deverá ser adicionado junto ao argilomineral para garantir sua completa homogeneização.

Para a caracterização morfológica dos filmes produzidos, empregou-se microscopia eletrônica de varredura (MEV) a qual utiliza feixes de elétrons, possibilitando assim a visualização da superfície do material com uma melhor resolução [9]. Quanto às propriedades de barreira dos filmes sintetizados, testes de permeabilidade ao vapor de água e solubilidade em água foram desenvolvidos. Para a realização do teste de permeabilidade ao vapor de água utilizou-se do método padrão da norma ASTM E 96-00. Ocorreu a pesagem de cada célula a cada 24 horas durante 7 dias seguidos. As medições do ganho de peso foram utilizadas para calcular a taxa de permeabilidade indicada pela equação 1, e a permeabilidade ao vapor de água indicada pela equação 2 (Gontard et al.1994).

$$\text{TPVA} = \frac{g}{txA} \qquad (1)$$

Em que *g/t* representa a o coeficiente angular da reta obtida por regressão linear do gráfico de ganho de peso (g) versus tempo de acondicionamento (24h), *A* é a área de permeação de cada corpo de prova em m².

$$PER = \frac{TPVA\ x\ e}{ps\ x\ \left(\frac{Hr}{100}\right) - ps\ x\ \left(\frac{Hri}{100}\right)} \qquad (2)$$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Para esta formula temos que, *e* representa a espessura em mm, *ps* a pressão de saturação do vapor à temperatura (*T*) do ensaio, indicada pela equação 3. *Hr* e *Hri,* são respectivamente a umidade dentro do dessecador, e a umidade relativa dentro de cada célula.

$$ps = 0{,}6108e^{\frac{17{,}27\,x\,T}{T+237{,}3}} \quad (3)$$

Para se determinar o quanto de matéria foi solubilizada em água, utilizam-se corpos de prova com 1cm de raio, realizando a medição da diferença entre a massa antes e depois de serem submersos em água. Os filmes foram secos previamente em estufa durante 24h. Após esse período, foram pesados de modo a obter valor da massa total. Em seguida, foram submersos em recipientes com água, onde permaneceram 24h em agitação. Posteriormente, procedeu-se à filtração da água do recipiente a fim de que restassem somente os resíduos do filme, os quais foram colocados em estufa por mais 24h e pesados logo em seguida, possibilitando assim, a determinação da massa final.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir dos testes de solubilidade em água (FIGURA 1) indicam que os filmes sintetizados sem o polissorbato 80, apresentam menor solubilidade em solução aquosa que aqueles acrescidos do tensoativo. A presença do argilomineral propiciou aumento da solubilidade para as concentrações de 0,5% e 1% m/m, enquanto que para concentrações maiores, 2% e 4% m/m, ocorreu uma diminuição da mesma. Isso pode estar relacionado ao grau de dispersabilidade do argilomineral em quitosana, o qual pode ser menor para grandes concentrações de argila conduzindo a formação de aglomerados. Os resultados obtidos para os filmes sintetizados com o acréscimo do polissorbato 80, indicam que o acréscimo gradual do argilomineral ao filme não interfere diretamente na solubilidade dos mesmos.

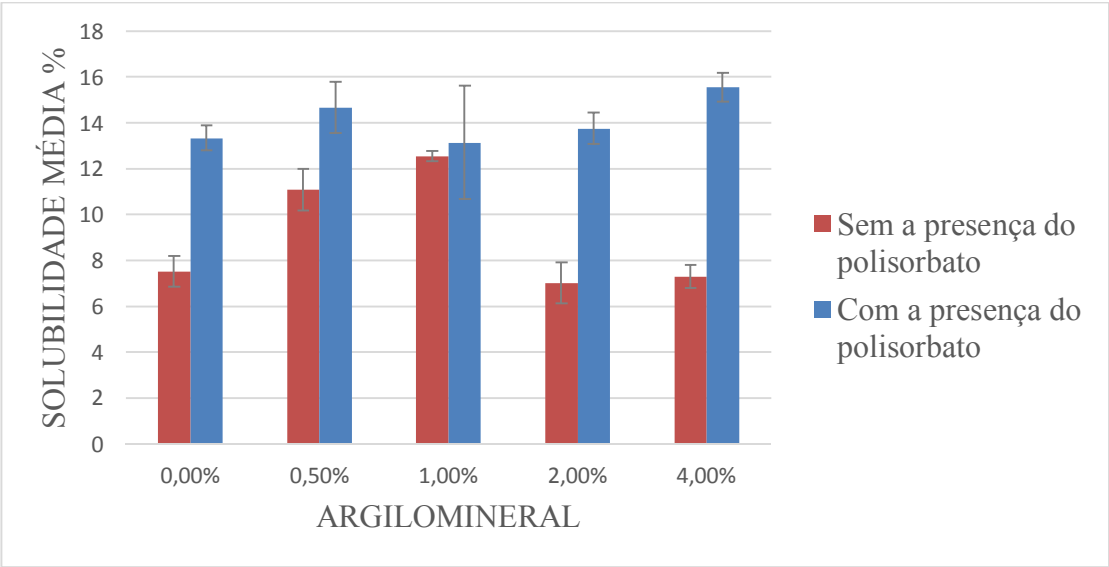


Figura 1 - Solubilidade média expressa em porcentagem de massa solubilizada em relação à massa inicial. Em vermelho, filmes contendo somente argilomineral. Em azul, filmes contendo argilomineral e polissorbato 80.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

As taxas de permeabilidade obtidas para os filmes sintetizados com e sem o acréscimo de tensoativo, além do acréscimo do argilomineral (FIGURA 2) indicam que para os filmes contendo somente argilomineral, a taxa de permeabilidade sem mantém praticamente a mesma apresentada pelo filme que não foi acrescido de argila. Ao inserir polissorbato 80 aos filmes nota-se que ocorre o aumento da permeabilidade dos mesmos, se comparado aos filmes não acrescidos do tensoativo, sendo esse aumento destacado para a amostra de 1% m/m. De acordo com a literatura, este aumento na permeação está relacionado ao aumento de regiões amorfas ou em função da separação de fases, ocasionando modificações na microestrutura do filme, o que favorece o processo de difusão do vapor de água [10].

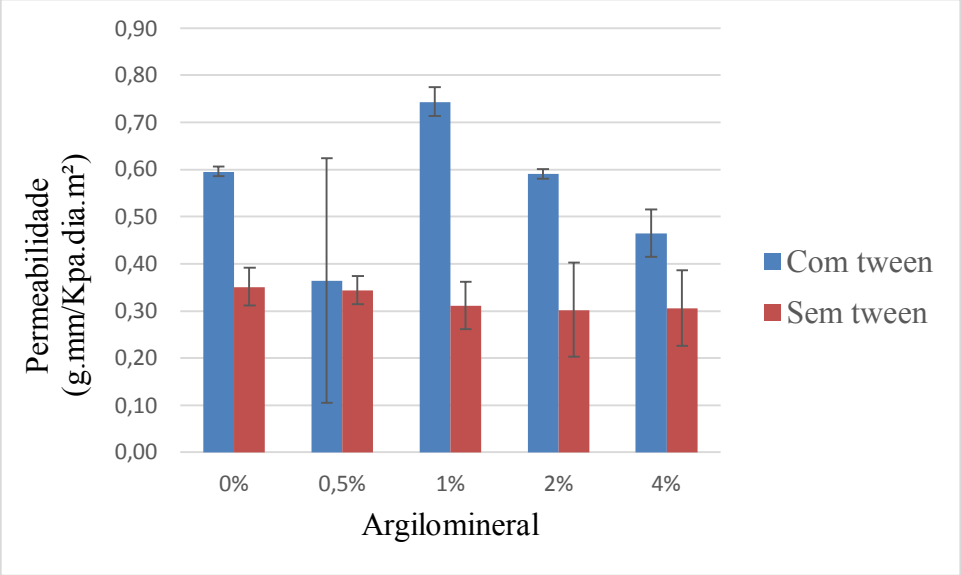


Figura 2 - Taxa de permeabilidade em função do acréscimo de argilomineral aos filmes sintetizados. Em vermelho, filmes contendo somente argilomineral. Em azul, filmes contendo argilomineral e polissorbato 80.

O comportamento morfológico apresentado pelos filmes (FIGURA 3) indicam uma morfologia bastante semelhante para todos os filmes, exceto para a concentração de 4,0% m/m. Observou-se a formação gradual de aglomerados nos filmes com o aumento da concentração de montmorilonita utilizada, indicando um limite de solubilidade da argila em quitosana, na confecção de filmes.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

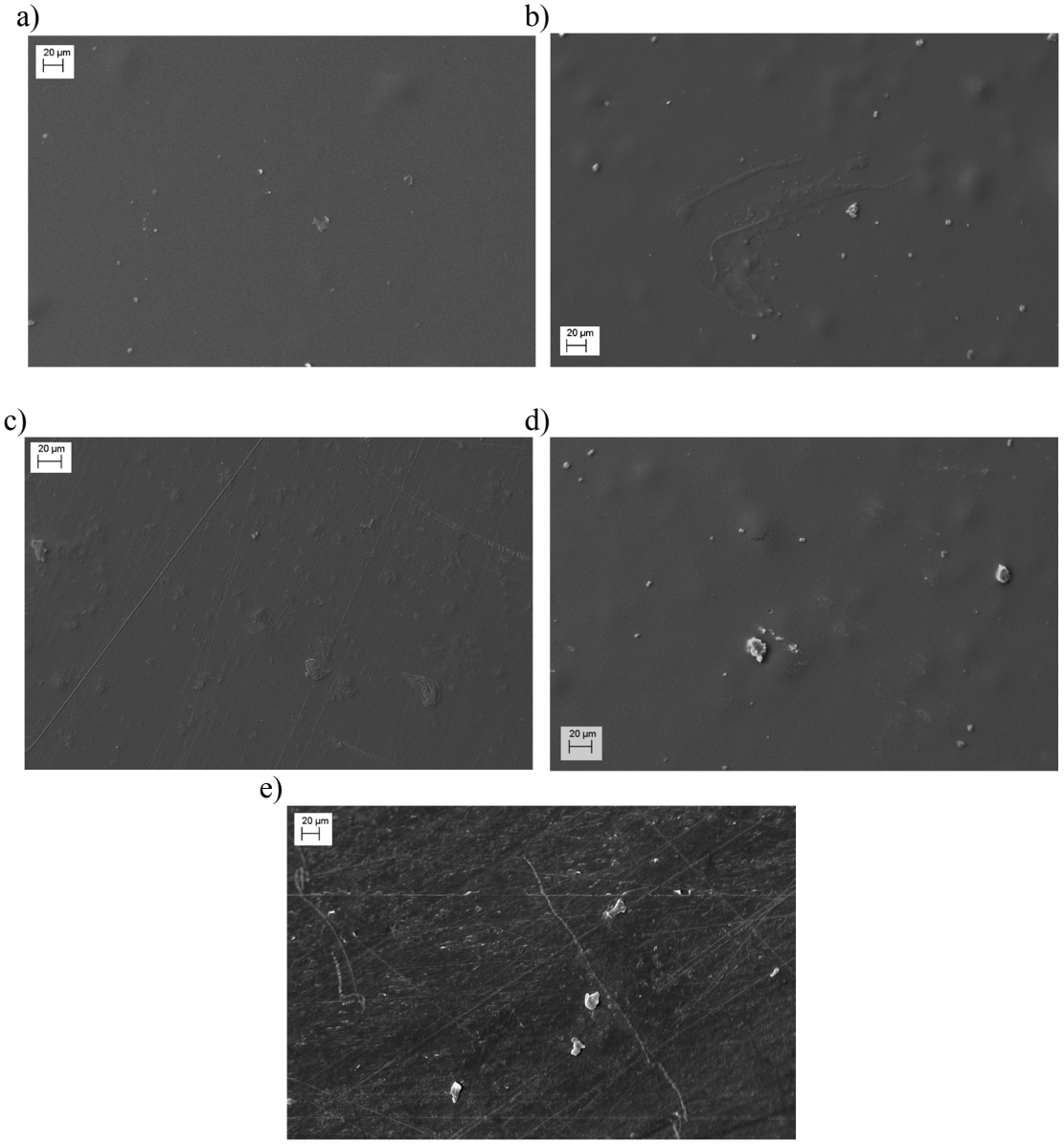


Figura 3 - Micrografias obtidas para os filmes sintetizados com adição do argilomineral nas seguintes concentrações: a) 0,0% m/m, b) 0,5% m/m, c) 1,0% m/m, d) 2,0% m/m e e) 4,0% m/m.

Não foi possível o revestimento das hortaliças com os filmes contendo somente argilomineral, em função da hidrofobicidade elevada apresentada pelas mesmas. Esse fato pôde ser contornado ao se acrescentar polissorbato 80 às soluções originárias dos filmes uma vez que o surfactante apresentou potencial de melhora da interação filme/hortaliça. No entanto, os testes de tempo de vida útil das hortaliças ainda se encontram em desenvolvimento.

CONCLUSÕES

Levando-se em consideração os aspectos investigados e seus devidos resultados, pode-se afirmar que a presença do argilomineral afeta as propriedades do filme de quitosana, não sendo

viável a inserção de grandes concentrações do mesmo no filme. Os filmes compostos somente por quitosana e quitosana/argilomineral, na concentração de 2% m/m, ofereceram melhores resultados para as propriedades de barreira. O revestimento das hortaliças com tais filmes não foi possível em função da propriedade de hidrofobicidade apresentada pelas mesmas. Adicionar polissorbato 80 permitiu o revestimento das hortaliças, promovendo melhoria da interação filme/superfície. Além disso percebeu-se que sua adição ao filme afeta drasticamente as propriedades dos filmes de quitosana. Devido a maior permeabilidade obtida para os filmes sintetizados com o tween 80, infere-se que a hortaliça revestida terá uma maior taxa de transferência de gases o que afetará diretamente no tempo de vida útil. Tais testes, entretanto, ainda se encontram em andamento.

A investigação de métodos alternativos para a condução da solubilização do argilomineral e do tween 80, em quitosana, para que se possa obter uma melhor homogeneização do filme constitui uma perspectiva neste trabalho. No entanto, tais métodos implicariam na elevação de custos ao se tratar de produção em larga escala, o que inviabilizaria o processo.

AGRADECIMENTO

Os autores gostariam de agradecer ao doutorando em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Mario Guimarães Junior e a discente de mestrado Camily Reis, a qual integra o Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biomateriais da Universidade Federal de Lavras (UFLA), pelas contribuições diretas oferecidas. Gostariam de agradecer também ao Departamento de Ciência dos Alimentos e ao Departamento de Fitopatologia da UFLA pela disponibilização dos equipamentos para realização dos testes desenvolvidos.

REFERÊNCIAS

1 ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. D.; FORATO, L. A. O Uso de Biopolímeros como Revestimentos Comestíveis Protetores Para Conservação de Frutas in natura e Minimamente Processadas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, v. 29, 2009.

2 WERNER, P. B. Análise de um Biopolímero para Desenvolvimento de Escova Dental. 2009.

3 BRITO*, G. F. et al. Biopolímeros, Polímeros Biodegra dáveis e Polímeros Verdes Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v. 6.2, p. 127-139, 2011.

4 RHIM, J.-W.; KIM, Y.-T. Chapter 17 - Biopolymer-Based Composite Packaging Materials with Nanoparticles. In: HAN, J. H. (Ed.). Innovations in Food Packaging (Second Edition). San Diego: Academic Press, 2014. p.413-442. ISBN 978-0-12-394601-0.

5 TAVARIA, F. K. et al. A quitosana como biomaterial odontológico: estado da arte. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, v. 29, p. 110-120, 2013. ISSN 1517-3151.

6 PEREIRA, F. S. ESTUDO E TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA DE BIOPOLÍMEROS A BASE DE QUITINA E QUITOSANA PARA PREPARAÇÃO DE MATERIAIS COM

DIVERSAS PROPRIEDADES. 2012.

7 SANTOS, M. C. D. Nanocompósitos de PHB e argilomineral montmorilonita contendo interfaces
responsivas a estímulos externos. 2013.

8 ACOFARMA. Fichas de informação técnica Tween.

9 DEDAVID, B. A.; GOMES, C. I.; MACHADO, G. Microscopia eletronica de varredura Aplicações e preparação de amostras. 2007.

10 RENATA P. HERRERA BRANDELERO, M. V. G., FABIO YAMASHITA. Hidrofilicidade de Filmes de Amido/Poli(Butileno Adipato Co‐Tereftalato) (Pbat) Adicionados de Tween 80 e Óleo de Soja. Polímeros, v. 23, n. 2, p. 270-275, 2013.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE *EREMANTHUS ERYTHROPAPPUS*[1] INOCULADAS COM *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

MARIANA GONÇALVES SOUZA[1], RICARDO HENRIQUE BARBOSA[2], FERNANDA DE CARVALHO[3], FATIMA M. DE S. MOREIRA[4], MARCO AURÉLIO C. CARNEIRO[5].

(1) Graduanda em Engenharia Agrícola, Bolsista PIBIT/CNPq, UFLA, (35) 91780666, marigsouza@gmail.com
(2) Graduando em Engenharia Florestal, Bolsista PIBIC/UFLA, UFLA, rbarbosa.engflorestal@gmail.com
(3) Pós-doutoranda, Bolsista CNPq/PNPD, Departamento de Ciência do Solo (DCS), Universidade Federal de Lavras (UFLA), fernandacarva@hotmail.com
(4) Professora titular, DSC/UFLA, bolsista de produtividade nível 1A do CNPq, fmoreira@dcs.ufla.br
(5) Professor Associado III, DSC/UFLA, bolsista de produtividade nível 2 do CNPq, marcocarbone@dcs.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A candeia é uma espécie florestal de múltiplos usos, tendo destaque tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental. Seu cultivo tem surgido como uma interessante opção no setor florestal, no entanto, um dos custos mais elevados para sua implantação e manutenção advém dos gastos com adubação e com as mudas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do uso de bactérias diazotróficas (BD) associativas como promotoras do crescimento de mudas de candeia. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Lavras. Foram utilizados tubetes, com areia e vermiculita (2:1) autoclavados. O experimento constitui-se de quatro tratamentos, sendo dois de inoculação (BD) e dois controles, um com baixa (5,25 mg L^{-1} N) e outro com alta concentração de nitrogênio (52,5 mg L^{-1} N) mineral. Os microrganismos utilizados foram estirpes de bactérias de *Azospirillum brasilense* ($BR11001^T$ e UFLA 214R). Os parâmetros avaliados foram: matéria seca da parte aérea, altura e diâmetro da copa da planta e peso seco raiz. A inoculação de bactérias diazotróficas associativas apresentaram respostas diferenciadas quanto à promoção do crescimento de mudas de candeia. A inoculação com *Azospirillum brasilense* $BR11001^T$ foi mais eficiente no aumento da matéria seca da parte aérea da candeia.
PALAVRAS–CHAVE: Candeia, espécies florestais, promotoras do crescimento vegetal.

DEVELOPMENT *EREMANTHUS ERYTHROPAPPUS*[1] SEEDLINGS INOCULATED WITH *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

ABSTRACT: The Candeia is a forest species with multiple uses, and highlighted both the environmental as economic point of view. Its cultivation has emerged as an interesting option in the forestry sector, however, one of the highest costs for implementation and maintenance comes spending on fertilizer and seedlings. The objective of this study was to evaluate the potential of using associative diazotrophs (BD) as growth promoting Candeia seedlings. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Lavras. Tubes were used, with sand and vermiculite (2:1) autoclaved. The experiment consisted of four treatments, two inoculation (BD)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

and two controls, one with low (5.25 mg L^{-1} N) and the other with high concentration of nitrogen (52.5 mg L^{-1} N) mineral. The microorganisms used were strains of Azospirillum brasilense bacteria ($BR11001^T$ and UFLA R214). The parameters evaluated were: dry matter of the aerial part, height and diameter of the plant's dry weight and root crown. Inoculation of associative diazotrophs showed different responses as to promote growth of Candeia seedlings. Inoculation with Azospirillum brasilense $BR11001^T$ was more effective in increasing dry matter of the aerial part of the Candeia.
KEYWORDS: Candeia, forest species, plant growth promoting.

INTRODUÇÃO

A candeia (*Eremanthus erythropappus*) é uma espécie arbórea nativa do Brasil, que atinge até 10 metros de altura, com grande ocorrência no estado de Minas Gerais. Encontrada em altitudes que variam entre 900 e 1700 metros, a candeia é reconhecida não somente por sua representatividade ecológica, como também, devido ao seu potencial econômico.

Do ponto de vista econômico, a candeia é uma espécie de usos múltiplos, destacando o uso de sua madeira como moirão de cerca, pela sua durabilidade, e para a produção de óleo essencial, cujo principal componente, o alfa bisabolol, possui propriedades antiflogísticas, antibacterianas, antimicóticas, dermatológicas e espasmódicas (Scolforo et al., 2015), usado principalmente na indústria cosmética. Do ponto de vista ecológico, a candeia é considerada uma espécie pioneira sendo precursora na invasão dos campos, colonizando solos pobres, arenosos e até mesmo pedregosos (Rizzini, 1981).

Devido a estas características a candeia é uma espécie indicada na recuperação de áreas degradadas. No entanto, mesmo sendo uma espécie com baixa exigência edáfica, estas necessitam de um sistema radicular mais profundo, com maior quantidade de raízes, principalmente de raízes finas, que possam melhor nutrir a planta, promovendo, assim, maior capacidade de crescimento e desenvolvimento em sítios desfavoráveis.

A utilização de microrganismos promotores do crescimento vegetal como as bactérias diazotróficas associativas, pode auxiliar no desenvolvimento de mudas florestais com maiores teores de biomassa.

As bactérias diazotróficas associativas podem promover o crescimento da planta por meio da fixação biológica de nitrogênio ou até mesmo por outros processos, como a produção de ácido indol acético no qual, dependendo da concentração produzida pode atuar no aumento do crescimento radicular (Moreira et al., 2010).

Esse trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de mudas de *E. erythropappus* após a inoculação de estirpes de bactérias diazotróficas da espécie *Azospirillum brasilense*.

MATERIAL E MÉTODOS

Promoção do crescimento de mudas de *E. erythropappus*

Para avaliar a eficiência da inoculação de bactérias diazotróficas associativas em mudas de *E. erythropappus*, foi conduzido um experimento em casa de vegetação constituído de quatro tratamentos com seis repetições cada. Os tratamentos constituíram de: inoculação somente com estirpes de bactérias diazotróficas associativas da espécie *Azospirillum brasilense* – BR11001T (B1)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

e UFLA 214R (B2) (Moreira et al., 2008) e de dois controles sem inoculação – um com baixa concentração de nitrogênio (N) (5,25 g L^{-1}) e outro com alta concentração de N (52,5 g L^{-1}).

Para a condução do experimento foram utilizados tubetes (240 cm-3) contendo vermiculita e areia 2:1 (v:v). Os tubetes e substrato foram esterilizados em autoclave à pressão de 1,5 kg cm2, a 121°C durante 40 minutos.

As sementes de *E. erythropappus* foram oriundas do Laboratório de Sementes Florestais da UFLA. Antes da semeadura, as sementes de *E. erythropappus* foram desinfestadas utilizando hipoclorito de sódio (0,5%) durante 30 minutos. Após, foram lavadas em água destilada estéril por sucessivas vezes. Foram semeadas em cada tubete três sementes.

Os microrganismos B1 e B2 utilizados neste estudo são pertencentes à coleção de culturas da UFLA localizada no setor de microbiologia do solo/DCS. As estirpes de bactérias diazotróficas BR11001T e UFLA 214R foram crescidas em meio de cultura GNA liquido sob agitação de 110 rpm, a 28ºC durante 3 dias.

Após a germinação das sementes nos tubetes, foram realizados as inoculações com 1 ml de cultura para as bactérias diazotróficas associativas por repetição conforme o tratamento. Os tubetes foram regados com solução nutritiva (Hoagland & Arnon, 1950) com baixa concentração de N, com exceção do controle com alta concentração de N, no qual foi utilizada solução nutritiva (Hoagland & Arnon, 1950) com alta concentração de N.

Aos 90 dias após a inoculação as mudas de candeia foram coletadas para avaliação de matéria seca da parte aérea, altura e diâmetro da copa.

Análise estatística

Os dados o foram submetidos à análise de variância, empregando-se o programa de análise estatística SISVAR, versão 5.3 (Ferreira, 2011). Os efeitos dos tratamentos foram comparados pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1

Tratamentos	Altura	Diâmetro	Peso fresco da raiz	Peso seco raiz	Peso seco da parte aérea
BR11001^T	50,54b	43,37b	1,93b	0,10b	0,117c
UFLA 214R	38,02c	35,44c	1,49c	0,08b	0,082c
Controle 5,25 mg N	37,34c	31,16c	0,94c	0,04c	0,043b
Controle 52,5 mg N	53,92a	67,88a	2,71a	0,21a	0,272a
CV(%)	16,61	10,10	17,89	50,62	25,98

A inoculação com bactérias diazotróficas associativas resultou em diferenças no desenvolvimento de mudas de *E. erythropappus* (Tabela 1). A estirpe BR11001^T apresentou um bom resultado quando comparado com o tratamento que recebeu a solução com alta concentração de N (52,5 g L^{-1}).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Estudos sobre o potencial de utilização de bactérias diazotróficas associativas no desenvolvimento de mudas de espécies florestais são escassos. No entanto, esta é uma importante alternativa na produção de mudas de espécies florestais, principalmente das não leguminosas.

As bactérias diazotróficas associativas, tais como as do gênero Azospirillum podem auxiliar no crescimento das plantas, tanto pela fixação biológica de nitrogênio, quanto por outros processos tais como a produção de fitormônios (auxinas, giberelinas e citocininas), solubilização de fosfatos, sideróforos, dentre outros (Moreira et al., 2010).

O cultivo de *E. erythropappus* tem surgido como uma interessante opção de cultivo florestal, no entanto, os custos mais elevados tanto na sua implantação quanto na manutenção estão relacionados com a adubação e com as mudas (Silva et al., 2014). O uso de microrganismos capazes de promover o crescimento de mudas de *E. erythropappus* pode auxiliar na redução de gastos com insumos químicos principalmente na etapa de implantação desta cultura, além disso, o uso destes microrganismos tornam as mudas mais saudáveis e resistentes diminuindo custos com a obtenção de mudas para o replantio, promovendo portanto, benefícios econômicos e ambientais.

CONCLUSÕES

A inoculação com Azospirillum brasilense BR11001^T foi a mais eficientes no aumento da matéria seca da parte aérea da candeia.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq, CAPES, FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e agrotecnologia, 35:1039-1042, 2011.

HOAGLAND, D. & ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soil. California. Agriculture Experimental Station. Circular. 1950. 347p.

MOREIRA, F. M. S. & SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e Bioquímica do Solo. 2.ed. Lavras: UFLA, 2006. 728p.

MOREIRA, F. M. S; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. Comunicata Scientiae, 1:74-99, 2010

MOREIRA, F. M. S.; LANGE, A.; KLAUBERG-FILHO, O.; SIQUEIRA, J. O.; NÓBREGA, R. S. A.; LIMA, A. S. 2008. Associative diazotrophic bacteria in grass roots and soils from heavy metal contaminated sites. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 80: 749-781.

RIZZINI, C. T. Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: E. Edgard Blücher, 1981. 296 p.

SILVA, C. S. J.; OLIVEIRA, A. D.; JUNIOR, L. M. C. et al. Viabilidade econômica e rotação florestal de plantios de candeia (Eremanthus erythropappus), em condições de risco. Cerne, 20:113-122, 2014.

SCOLFORO, J. R. S; OLIVEIRA, A. D; DAVIDE, A. C. et al. Manejo sustentado das candeias Eremanthus erytropappus (DC.) McLeish e Erematus incanus (Less.) Less. Disponível em: http://www.nucleoestudo.ufla.br/nemaf/candeia/manual_completo.pdf. Acesso em: 25 mai. 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA SIMPLIFICADO PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

BRUNO DE PAULA O. PAIVA[1], TERESA CRISTINA B. N. ASSUNÇÃO[2]

[1] Graduando em Engenharia Elétrica – Universidade Federal São João del-Rei (UFSJ)
[2] Doutora em Engenharia Elétrica e Professora do Curso de Engenharia Elétrica da UFSJ.
brunodepaula3p@yahoo.com.br[1]; bessa@ufsj.edu.br [2].

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Novas tecnologias estão chegando cada vez mais rápido ao mercado, entretanto, algumas delas ainda possuem altos custos de aquisição. A par desta situação, o trabalho em questão tem como objetivo a elaboração de um sistema de automação residencial de baixo custo, que seja capaz de proporcionar aos usuários em geral; conforto, acessibilidade e economia de energia. Quanto ao público-alvo, deseja-se que o sistema seja largamente utilizado por pessoas pertencentes à classe média baixa, em especial, idosos e deficientes físicos. Logo, visando atender as demandas levantas foi dada maior atenção a dispositivos amplamente difundidos no mercado que possuísse uma boa relação custo benefício, como exemplo tem-se: os microcontroladores PIC18F e ATMEGA para processamento de dados; o sensor LM 35 para medição de temperatura e o sensor LDR para luminosidade são alguns dos dispositivos que podem viabilizar a efetivação da proposta. Contudo em trabalhos futuros pretende-se montar uma maquete que possa ser utilizada como forma de analisar as potencialidades e limitações do projeto quando comparado com uma casa real, pois neste primeiro momento isto não foi possível devido a problemas de confiabilidade e robustez dos circuitos implementados.
PALAVRAS–CHAVE: domótica; automação residencial; economia de energia elétrica.

DEVELOPMENT OF A SIMPLIFIED SYSTEM FOR RESIDENTIAL AUTOMATION

ABSTRACT: New technologies are coming faster and faster to the market, however, some of them still have high acquisition costs. Alongside this situation, the work in question is aimed at the development of a home automation system with low cost, to be able to provide users in general; comfort, accessibility and energy efficiency. As for the audience, the system is desired to be widely used by people belonging to the lower middle class, especially elderly and disabled. Therefore, to meet the demands was given greater attention to widespread devices on the market that possess a cost benefit, as an example we have: the PIC18F and ATMEGA microcontroller for data processing; the LM 35 sensor for temperature measurement and LDR sensor to light are some of the devices that can enable the realization of the proposal. However in future studies we intend to set up a model that can be used as a means of analyzing the potential and limitations of the project compared to a real house, because for this first time this was not possible due to reliability problems and robustness of the implemented circuits.
KEYWORDS: dmótica; home automation; saving electricity.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

A automação surgiu nos primórdios da Humanidade, mas sem uma data caracterizada como um marco. Automatização é qualquer processo que auxilie o Ser Humano nas suas tarefas do dia-a-dia, sejam elas comerciais, industriais, domésticas ou no campo.

O termo automação pode se referir à utilização de equipamentos e sistemas automáticos, particularmente os de fabricação ou de processamento de dados, que exigem pouca ou nenhuma intervenção humana em suas operações normais. [CAMARGO, 1998]

Automação, de uma forma geral, pode ser definida como a substituição do trabalho humano por uma máquina, ou seja, é o controle de uma máquina ou sistema de forma automática, com a mínima ou sem nenhuma intervenção do homem [RIBEIRO, 1999].

Agora quando a automação é aplicada em residências, o termo utilizado é Automação Residencial. Todavia atualmente é bastante empregado o termo Domótica, quando a automação se torna mais complexa. Domótica é um neologismo da junção do radical latim *domus* que significa residência e robótica [CHAMUSCA, 2006].

O conceito de Domótica, introduzido na França nos anos 1980, refere-se à integração de diversas tecnologias no ambiente doméstico empregando simultaneamente eletricidade, eletrônica, informática e telecomunicações, buscando melhorar aspectos como segurança, conforto, flexibilidade de uso dos espaços, e, conseqüentemente, a qualidade de vida de seus moradores. [FERREIRA, 2010]

Hoje, o alcance da Domótica é muito mais amplo, pois com a automação pode-se controlar a residência remotamente, poupar tempo com tarefas repetitivas, economizar energia, dinheiro e aumentar o conforto e segurança [BOLZANI, 2004].

Automatizando os sistemas, há um aproveitamento melhor da luminosidade do ambiente, controlando luzes e persianas e mantendo sempre a temperatura ideal, mas sem desperdício, reduzindo o consumo de energia. Um ambiente inteligente é aquele que possibilita a otimização de certas funções inerentes à operação e administração de uma residência [BOLZANI, 2004].

Neste trabalho será apresentado o projeto de um sistema de automação residencial econômico, que é proposto para ser aplicado em residências populares. Espera-se que com a aplicação deste sistema seja possível possibilitar mais conforto para os moradores em geral, bem como economia de energia.

MATERIAL E MÉTODOS

Definição do público alvo.

Para dar início ao projeto foi necessário primeiro definir qual o público alvo e o tipo de habitação. Como público alvo, foi escolhida à classe média e como residência a do tipo popular.

A casa escolhida possui as seguintes características:

- Área total 30 m^2;
- 4 cômodos, sendo 2 quatros, 1 banheiro e 1 Sala/Cozinha;

Na Figura 1, é apresentado o projeto arquitetônico da residência.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

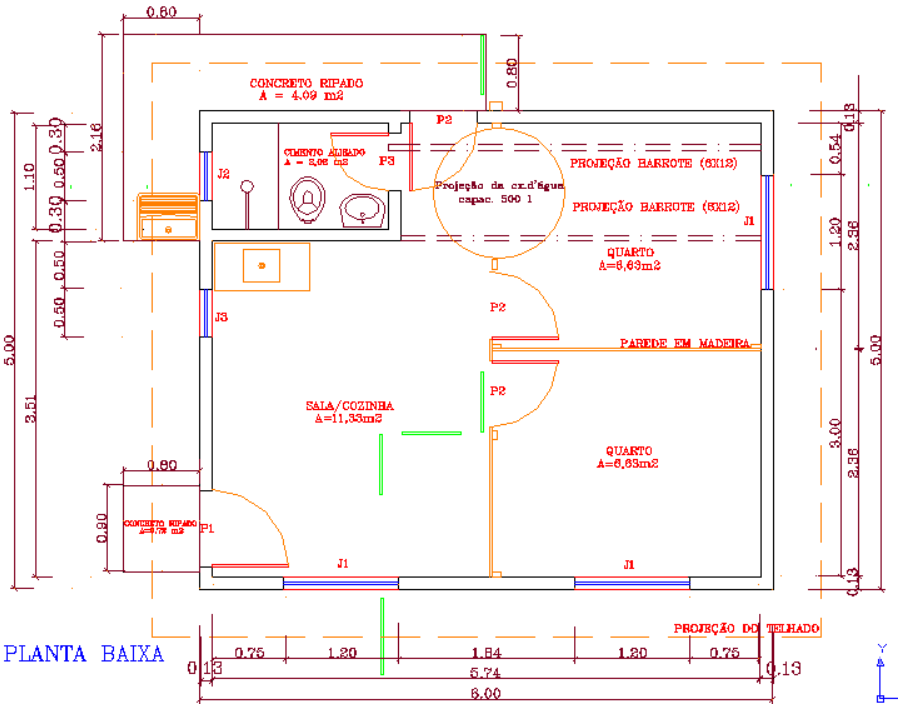


Figura 1 – Projeto Arquitetônico de uma casa popular. [Fonte: COHAB/SC].

Os motivos que levaram a escolha do público alvo como a classe média, foi principalmente o senso comum que automação residencial é algo muito caro e possível apenas para pessoas ricas. Quanto a escolha da casa popular, deve-se ao fato que boa parte da população de classe média possui uma casa igual a esta ou uma com um projeto semelhante. Contudo é importante esclarecer que o sistema foi idealizado para ser instalado em uma maquete, que é uma referência direta em escala do projeto da casa popular, mostrada na Figura 1.

Descrição geral dos sistemas

Para um projeto inicial, admitindo que seja simples e barato, foram propostos os seguintes sistemas:

Sistema de Iluminação:

Com este sistema pretende-se:

- Economia de energia elétrica;
- Iluminação adequada e eficiente no ambiente;
- Controle da iluminação para pessoas portadoras de deficiências físicas e idosas.

Sistema de Controle de Temperatura

Com este sistema pretende-se:

- Controle da temperatura ambiente.
- Economia de energia elétrica;
- Controle facilitado da temperatura ambiente para pessoas portadoras de deficiências físicas e idosas.

Sistema de Abertura e Fechamento de portas e janelas

Este sistema foi idealizado para ser aplicado apenas em residências onde existem portadores de deficiências físicas e idosos, pois o mesmo não possui fechadura eletrônica.

Descrição detalhada dos Sistemas

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação proposto basicamente possui sensores de luminosidade do tipo LDR, sensores infravermelhos e um microcontrolador PIC18F4550.

LDR (*Light Dependent Resistors*) são sensores fotocondutivos construídos com uma fina camada de material semicondutor, sendo resistência inversamente proporcional à radiação luminosa incidente. Este sensor apresenta curvas de sensibilidade parecidas com as da visão humana. São indicados, portanto para aplicações onde esta característica se torna necessária, como por exemplo, controle automático de intensidade luminosa em sistemas de iluminação. [HAUSMANN, 2000]. Outro fator muito importante é que o mesmo é muito barato, logo está coerente com os objetivos do projeto.

Na Figura 2 apresenta-se o esquema de ligação do LDR e na Figura 3 tem-se um sensor LDR.

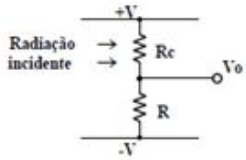


Figura 2 – Esquema de ligação de um LDR. [Fonte: GOOGLE].



Figura 3 – Sensor LDR. [Fonte: GOOGLE].

A detecção de movimento baseia-se no princípio da existência de uma variação na radiação emitida por corpos a temperaturas diferentes, como por exemplo, uma pessoa e uma parede [HAUSMANN, 2000].

O sensor de presença especificado é comumente encontrado em diversas lojas. As características do sensor são: três níveis de sensibilidade com alcance de 15 metros e alimentação de 12 volts em corrente contínua (Vcc). Na Figura 3 é apresentado como é o funcionamento do sensor e na Figura 4 tem-se um sensor de presença.

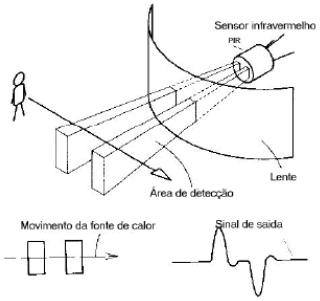


Figura 3 – Representação da ação do sensor. [Fonte: GOOGLE].

Um microcontrolador é um sistema computacional, no qual está incluída uma CPU (*Central Processor Unit*), memória de dados e programa, um sistema de *clock*, portas de I/O (*Input/Output*). Além disso, há outros possíveis periféricos, tais como, módulos de temporização e conversores A/D entre outros, integrados em um mesmo componente [DENARDIN, 2014].

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Outro fator importante é a vasta gama de equipamentos eletrônicos que contam com microcontroladores na execução de tarefas específicas, e por isso o microcontrolador pode ser definido como um "microcomputador dedicado".
O microcontrolador especificado é o PIC 18F4550 devido ao seu preço e grande capacidade de processamento. Na Figura 5 é apresentada a pinagem de um PIC18F4550.

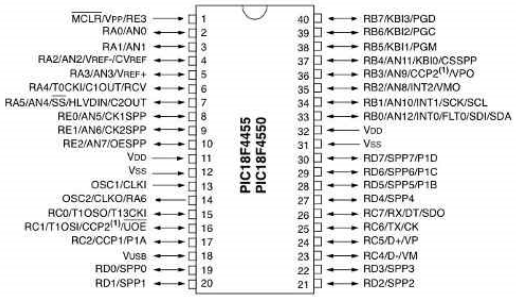


Figura 4 – Especificação de cada pino do microcontrolador PIC18F4550. [Fonte: MICROCHIP].

Descrição do funcionamento do sistema
Para obtenção de uma luminosidade média em uma instalação, quatro ou mais sensores de luminosidade devem ser dispostos pela sala (ou outro cômodo qualquer). A partir dos dados dos sensores de luminosidade, o microntrolador executa as possíveis ações de controle: ligar ou desligar uma lâmpada e aumentar ou diminuir a luminosidade. O sensor de presença evita que as lâmpadas fiquem ligadas quando não há pessoas no ambiente e também o acendimento automático das lâmpadas. Na Figura 5 é apresentada a simulação do protótipo do sistema.

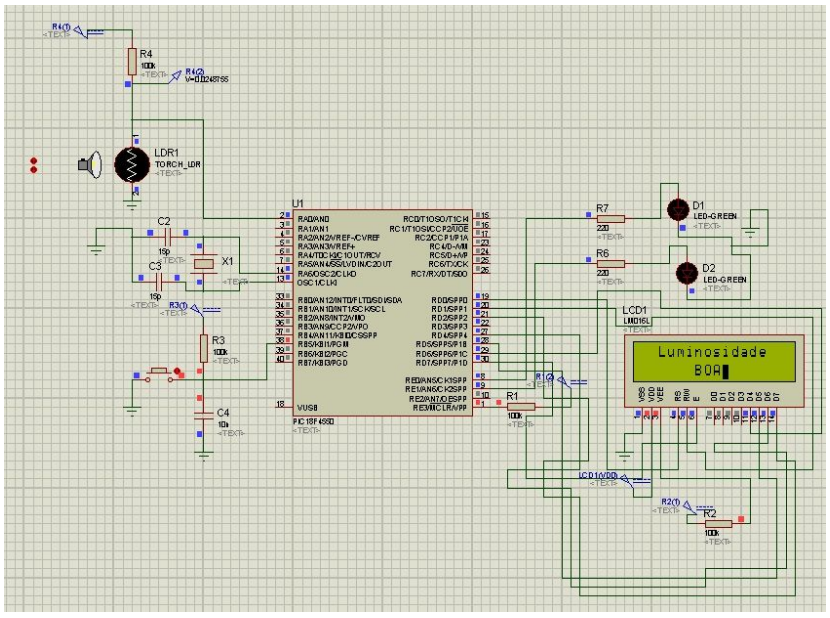


Figura 5 – Simulação do protótipo do Sistema de Iluminação.

Sistema de Controle de Temperatura
Este sistema é constituído com sensores de temperatura, um sensor de presença e um microcontrolador.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

O sensor de temperatura escolhido foi o LM 35 que é amplamente utilizado em diversas aplicações. Este sensor tem tensão de saída analógica de 10mV/ °C, faixa de medição de **-55 º C a +150 º C** com uma precisão de **± 0,5 º C**. A saída pode ser conectada diretamente a uma porta de qualquer microcontrolador. Na Figura 8 é apresentado os pinos do sensor e ligação, na Figura 9 tem-se o sensor LM35.

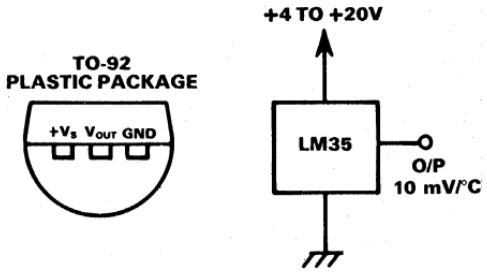


Figura 6 – Descrição do sensor de Temperatura LM35. [Fonte: GOOGLE].

Descrição do funcionamento do sistema

Para manter a temperatura média quatro ou mais sensores de temperatura devem ser dispostos pela sala (ou outro cômodo qualquer). A partir dos dados dos sensores de temperatura, o microntrolador executa as possíveis ações de controle: ligar ou desligar um ventilador e aumentar ou diminuir a potência de trabalho.

O sensor de presença evita que os ventiladores fiquem ligados quando não há pessoas no ambiente e possibilita o acionamento dos ventiladores em um ambiente onde a temperatura está elevada. Na Figura 7 é apresentado o protótipo do sistema de iluminação.

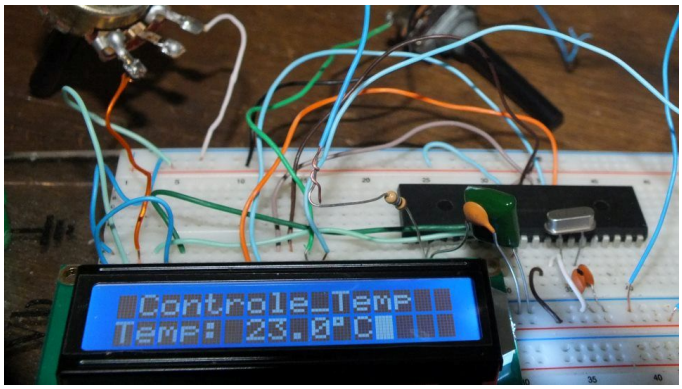


Figura 7 – Protótipo do Sistema de Controle de Temperatura montado no protoboard.

Sistema de Abertura e Fechamento de portas e janelas

Este sistema é constituído por sensores de presença, servo-motor e um microcontrolador. Servo-motor é um dispositivo eletromecânico, que possui um movimento no seu eixo proporcional a um comando. O seu controle é em malha fechada, ou seja, dado um sinal de controle o mesmo verifica a posição atual e após vai para a posição desejada.

Descrição do funcionamento do sistema

O sistema proposto não conta com fechaduras eletrônicas, e sim com convencionais. O seu funcionamento é o seguinte se: o indivíduo destrancar a porta a mesma fará a sua abertura total e fechamento após a pessoa passar. Com isso pretende-se facilitar a locomoção de pessoas deficientes e idosas. Quanto às janelas, após serem destrancadas as mesmas poderão ser abertas por meio de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

controle remoto. Como forma de garantir a segurança dos moradores, as janelas se fecharão após um determinado tempo se o cômodo estiver vazio ou quando todos os sensores de presença não identificarem ninguém nos cômodos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por motivos de ordem financeira e técnica não foi possível finalizar a montagem do protótipo do sistema em uma maquete, para testar as capacidades e limitações do sistema proposto. Contudo alguns resultados preliminares os seguintes resultados:

- Substituição da placa de desenvolvimento obtida artesanalmente por uma placa ARDUINO.
- O LDR pode ser utilizado como um sensor de luminosidade, desde que seja obtida a curva de calibração do mesmo;
- O desligamento das lâmpadas por meio do sistema de iluminação será uma boa opção desde que seja observada a mortalidade das lâmpadas;
- A aplicação de pulsos de ondas moduladas (PWM) é uma boa opção para o controle da luminosidade, sem que haja desperdício de energia;
- Analisando três sensores (DHT11, DS18B20 e LM35) de temperatura de baixo custo, observou uma concordância dos mesmo na temperatura aferida e que dentre os três o LM35 apresenta a melhor relação custo benefício;
- O controle da temperatura ambiente pode ser feita por meio de ventiladores acionados por PWM;
- Apesar de possuir um custo elevado, os servos-motores são a melhor opção quando se deseja realizar uma tarefa com precisão e delicadeza;

CONCLUSÃO

O sistema proposto pode ser visto como algo promissor, pois o mesmo busca atender uma clientela, não acostumada com comodidades por um preço relativamente baixo. Além disso, temos a questão da economia de energia que atualmente é algo tão necessário. Outro setor onde o sistema poderá ser útil é em instituições de ensino em geral, onde existe uma elevada quantidade de lâmpadas e ventiladores.

REFERÊNCIAS

[1] ALIEVI, C. A. *Automação residencial com utilização de controlador lógico programável.* 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências da Computação) – Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo. Dezembro/2008.

[2]CAMARGO, A. R. *As Interfaces Telemáticas dos Serviços Urbanos da Urbanização Virtual: Estudo das Redes de Infraestrutura, dos Edifícios Inteligentes, dos Ambientes Cognitivos e Comunicativos de Trabalho para as Unidades Terminais dos Serviços Urbanos*. Texto proposto ao ENTAC-98, S. Carlos, 98.

[3] COHAB – Companhia de Habitação do Estado de Santa Catarina. Disponível em http://www.cohab.sc.gov.br/ Acesso em 01 de Janeiro de 2015.

[4] DENARDIN, G. W. *Microcontroladores.* Universidade do Estado de Santa Catarina. Joinville. 2014. Disponível em:

http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/eduardo_henrique/materiais/apostila_micro_do_Gustavo_Weber.pdf Acesso em 10 de Janeiro de 2015.

[5] FERREIRA, V. Z. G. *A domótica como instrumento para a melhoria da qualidade de vida dos portadores de deficiência.* 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Automação Industrial) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Paraíba. Dezembro/2010.

[6] HAUSMANN, R. *Sistemas Inteligentes de iluminação para duas lâmpadas fluorescentes de 40W.* 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Dezembro/2000.

[7] LECHIETA, L. P. *Sistemas de iluminação residencial: uma análise sobre alternativas para redução do consumo de energia elétrica.* 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Controle e Automação) – Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel. 2006.

[8] MALVINO, A (2007). *Eletrônica*, Vol. 1, 7. ed, Mc Graw Hill.

[9] MIYADAIRA, A. N. (2012). *Microcontroladores PIC18 – Aprenda e Programe em Linguagem C.* 4. ed, Érica.

[10] OGATA, K. (2010). *Engenharia de Controle Moderno*, 5. ed, Pearson Education do Brasil.

[11] OLIVEIRA, A. M. *Automação Residencial.* 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Sistemas de Informação) – Centro Universitário Araraquara, Araraquara. 2005.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BLENDAS BIODEGRADAVEIS DE AMIDO/QUITOSANA/CLORAMINA T POR EXTRUSÃO

JULIANA FARINASSI MENDES[1], RAFAELLA TAKEHARA PASCHOALIN[2],VITOR BRAIT CARMONA[3], PEDRO IVO CUNHA CLARO[4], ANA CARLA MARQUES PINHEIRO5, JULIANO ELVIS OLIVEIRA[6]

[1]Mestranda em Engenharia de Biomateriais, UFLA, julianafarinassi@hotmail.com
[2] Doutoranda em Química, EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO, rafa.srtp@gmail.com
[3] Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais, EMBRAPA INSTRUMENTÇÃO, brait_carmona@hotmail.com
[4]Mestrando em Engenharia de Materiais, EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO, pedrocunhaclaro@ymail.com
[5] Professora Adjunta, UFLA, (35-3829-1034), anacarlamp@dca.ufla.br
[6] Professor Adjunto, UFLA, (35-3829-4609), juliano.oliveira@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Recentemente, vários grupos de pesquisa estão investigando alternativas para minimizar o impacto sobre o meio ambiente de polímeros sintéticos para as embalagens de alimentos. A utilização de polímeros biodegradáveis, tais como amido (TPS) e quitosana (CS) desempenham um papel muito importante na tecnologia de embalagens de alimentos. E vários biopolímeros e polímeros biodegradáveis têm sido amplamente utilizados para se obter blendas. Além disso, devido à deterioração microbiana nos alimentos, faz-se necessário o uso de antimicrobianos nas embalagens, como a cloramina T (C_T). Assim, o objetivo deste estudo foi desenvolver blendas biodegradáveis e antimicrobianas com amido de milho, CS, e cloramina T. Para tanto, foi utilizado amido de milho (Amidex®3001, Corn Products), Quitosana (Polymar, Lote:010913), Cloramina T (Sigma Aldrich) e Ácido Acético (Sigma Aldrich).As blendas biodegradáveis de TPS/CS foram preparadas em uma extrusora dupla rosca, co-rotante (ZSK18, Coperion Ltda), em concentrações de 5% e 10% (m/m) e 0,5% de C_T, seguido para o processamento em uma extrusora mono rosca (AX Plasticos), para se obter as amostras de tração. As propriedades das blendas, também foram avaliadas usando o DRX e análises térmicas (TGA/DTG). Essas análises confirmam que o TPS e CS possuem uma estrutura semi-cristalina. Blendas de TPS/CS/C_T têm uma ductilidade superior e estabilidade térmica. Portanto, esses resultados são relevantes para o desenvolvimento de embalagens biodegradáveis e antimicrobianas.
PALAVRAS–CHAVE: polímeros biodegradáveis, quitosana, extrusão.

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF BIODEGRADABLE BLENDS TPS/CHITOSAN/CHOLORAMINE T FOR EXTRUSION

ABSTRACT: Nowadays, several research groups are being investigated alternatives routes to minimize the impact on the environment of synthetic polymers for food packaging. The use of biodegradable polymers such as starch (TPS) and chitosan (CS) play a greater role in the food packaging technology. Several biopolymers and biodegradable polymers have been widely used to obtain blends. Furthermore, due to microbial spoilage in foods, it is necessary the use of antimicrobial agents in packaging, such as chloramine T (C_T). The aim of this study was to develop biodegradable and antimicrobial blends with corn starch, CS, and chloramine T. Corn starch (Amidex®3001, Corn Products), chitosan (Polymar, Lot: 010913) and Chloramine T (Sigma Aldrich) and acetic acid (Sigma Aldrich) were obtained. Biodegradable blends of TPS and chitosan were prepared in a twin screw extruder, co-rotating (ZSK18, Coperion Ltd.) at concentrations of 5% and 10% (w/w) and 0.5% C_T followed for processing in a mono screw extruder (Ax plastics), to

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

obtain tensile specimen. The blends properties, also were evaluated using the XRD, and thermal analysis (TGA/DTG). These analytical steps confirm that TPS and CS have a semicrystalline structure. Blends of TPS/CS/CT have a higher ductility and thermal stability. These results are relevant to the development of biodegradable and antimicrobial packaging.
KEYWORDS: biodegradable polymers, Chitosan, Extrusion.

INTRODUÇÃO

Recentemente, várias alternativas têm sido investigadas para minimizar e substituir o uso das embalagens produzidas por polímeros petroquímicos, não biodegradáveis e de fontes não renováveis, de forma a reduzir o impacto ambiental. Dentre essas alternativas, temos a utilização de biopolímeros biodegradáveis, tais como, o amido, quitosana e celulose.

Por causa de sua abundância, baixo custo, e degradabilidade, a utilização do amido de milho, na produção de filmes biodegradáveis tem sido extensivamente investigada (ALVES, V.D.; MALI, S.; BELÉIA, A.; GROSSMANN, 2007; SILVESTRE; NETO; FREIRE, 2012; TEIXEIRA E.M., et al.,, 2010). No entanto, apesar do amido de milho poder ser transformado em amido termoplástico, pela adição de calor e forças de cisalhamento, em conjunto com a incorporação de plastificantes (CORRADINI et al., 2007), as aplicações tecnológicas do mesmo normalmente requerem a melhoria das propriedades mecânicas e de barreira, uma vez que os filmes são quebradiços e apresentam alta absorção de umidade.

Assim, uma das formas de melhorar tais inconvenientes e aumentar a área de aplicação do amido de milho, tem-se o desenvolvimento de blendas e/ou compósitos com outros biopolímeros, como por exemplo, a quitosana (PELISSARI; YAMASHITA; GROSSMANN, 2011; PELISSARI et al., 2009; SILVESTRE; NETO; FREIRE, 2012).

A quitosana (CS) é um biopolimero linear, obtida industrialmente a partir da desacetilação alcalina da quitina. Sendo que ambas tem atraído a atenção em diversos estudos, devido às suas propriedades como a biocompatibilidade e ausência de alergenicidade (DANG; YOKSAN, 2014), além de ser biodegradável e um polímero com atividade antimicrobiana, no qual são características importantes para a produção de embalagens de alimentos. Em geral, a quitosana é insolúvel em água, solventes orgânicos e alcalinos, mas solúvel em soluções aquosas de ácidos orgânicos, tais como ácidos láctico e ácido fórmico, e ácido acético a um pH abaixo de 6 (TUHIN et al., 2012).

Além disso, devido à deterioração microbiana nos alimentos, faz-se necessário o uso de antimicrobianos nas embalagens, como a cloramina T (C_T). A Cloramina T, trata-se de um antimicrobiano que possui ação biocida por meio da reação oxidativa e da hidrólise protéica, reagindo com o material orgânico dos microrganismos (bactérias, fungos e vírus), penetrando e/ou rompendo as paredes celulares, tanto em ambiente aeróbio como anaeróbio muito rapidamente, mesmo em baixas concentrações.

A maioria dos trabalhos relacionados com a produção de filmes biodegradáveis à base de amido/quitosana e cloramina T são obtidos por casting (IBRAHIM et al., 2010; LECETA et al., 2015; SINDHU MATHEW, 2008).Na maior parte deles, o amido é pré-gelatinizado antes da adição de quitosana e vertido em um molde. Tais métodos não são adequados para produção em larga escala de embalagens, por consequência, limita a produção industrial. Por outro lado, o processamento de amido-quitosana por métodos tais como extrusão e moldagem por injecção têm sido relativamente negligenciados. Assim neste trabalho, as misturas de amido-quitosana, juntamente com um antimicrobiano foram produzidos por extrusão, de modo a avaliar o efeito da

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

adição de quitosana, com a Cloramina T, em relação a morfologia das blendas, e as propriedades mecânicas e térmicas.

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL

Quitosana (Lote: 010913) foi adquirida da Polymar, de grau de desacetilação entre 85-95%. O amido de milho, contendo 70% amilose e 30% amilopectina (Amidex® 3001), fornecido pela Corn Products do Brasil (Balsa Nova - PR, Brasil). A Cloramina T hidratada ($CH_3C_6H_4SO_2N(Cl)Na \cdot xH_2O$), foi adquirida da Sigma Aldrich (Peso Molecular: 227,64 g/mol). O Glicerol, ácido cítrico e esteárico foram adquiridos da Synth (Rio de Janeiro, Brazil).

MÉTODOS

PREPARAÇÃO DAS BLENDAS DE AMIDO-QUITOSANA POR EXTRUSÃO

Para preparar o TPS foi utilizado amido de milho nativo, glicerol e água nas proporções 60%, 24% e 16% (m/m), respectivamente. A quitosana termoplástica (CS) foi obtida a partir da mistura física de quitosana em pó (17%), ácido acético (2%), glicerol (33%) e água (50%). Ambos foram adicionadas de 1% em massa de ácido esteárico e 1% em massa de ácido cítrico.

As misturas foram individualmente pré-misturadas manualmente para homogeneizar o material. E em seguida foram preparadas em uma extrusora modelo ZSK18(Coperion Ltda, SP, Brasil), com L/D = 40, dupla-rosca co-rotante, com roscas de diâmetros de 18 mm e equipada com sete zonas de aquecimento. O perfil de temperatura do barril foi mantido em 120/125/130/135/135/140/140ºC para o processamento do TPS, 108/90/90/100/100/110ºC para CTS (temperaturas presentes na alimentação até a matriz). A velocidade dos parafusos para cada amostra foi ajustada para 300 e 200 rpm, respectivamente.

As blendas das matrizes amido/CS foram preparadas pela mistura do amido de milho nativo e dos pellets da quitosana termoplástica, com diferentes concentrações de CS, contendo 5 e 10% e com a adição da cloramina T, na proporção fixa de 0,5% em ambas concentrações de quitosana (nomeados de TC_T5 e TC_T10) por meio de uma extrusora de dupla rosca co-rotante, cujo perfil de temperatura foi de 101/104/109/109/107/106/107ºC e velocidade de 350 rpm.

Os extrudados foram cortados em pelletes de 2mm de comprimento por meio de um peletizador e tratados em uma extrusora de rosca simples (AX Plasticos Ltda, Brasil) operando a 120 rpm e perfil de temperatura de 80,90 e 100ºC para a obtenção de fitas para posterior prensagem e formação de filmes.

CARACTERIZAÇÕES DAS BLENDAS

DIFRAÇÃO DE RAIOS X (DRX)

As estruturas cristalinas do TPS e das blendas foram identificadas pelo estudo do DRX. Os difratogramas foram obtidos em um difratômetro de Raios X Shimadzu, XRD-6000. As amostras foram varridas com ângulos de difração (2Θ) de 5 a 40º utilizando uma velocidade de varredura de $1ºmin^{-1}$. Os difratogramas foram ajustados, colocando em forma de picos gaussianos após a deconvolução dos picos, utilizando o software (Origin 8.0™). O IC do TPS foi estimado como função da forma cristalina B e Vh, de acordo com HULLEMAN et al., 1999.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANÁLISES TERMOGRAVIMÉTRICAS (TG/DTG)

A TG/DTG dos biopolímeros e das blendas foi realizada no equipamento TGA Q500 (TA Instruments, USA). As curvas termogravimétrica dos mesmos foram realizados sob atmosfera de ar sintético, bandeja de plantinha, massa de amostras de aproximadamente de 6 mg, com razão de aquecimento de 10ºC.min^{-1} desde 25 a 600ºC.

PROPRIEDADES MECÂNICAS

A resistência à tração, o alongamento máximo na ruptura e o módulo de elasticidade foram medidos em um equipamento universal de ensaios mecânicos modelo DL3000 (EMIC, São Paulo, Brazil). Os testes foram realizados de acordo com ASTM D882-09. As amostras do teste foram cortadas com uma seção intermediaria de 15 mm de largura; 100 mm de comprimento e 0,8mm de espessura. A separação inicial entre as garras, velocidade e célula de carga foram fixados em 50 mm, 25 mm.min^{-1} e 50kgf, respectivamente. A resistência à tração (σmáx) foi calculada dividindo a força máxima sobre a área da secção transversal e a porcentagem de alongamento (ε) foi calculada como se segue:

$$\varepsilon(\%) = \frac{d - d_0}{d_0} \times 100 \qquad (1)$$

onde, d foi a distância entre as garras segurando a amostra antes ou depois da fratura da amostra.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para determinar as diferenças estatísticas. As comparações múltiplas foram realizadas pelo teste de Tukey utilizando o software estatístico Sisvar® (Versão 5.4). As diferenças estatísticas foram declaradas em $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DIFRAÇÃO DE RAIOS X (DRX)

Os padrões de difração de raios X do filme TPS e das blendas são mostrados na Fig. 1.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

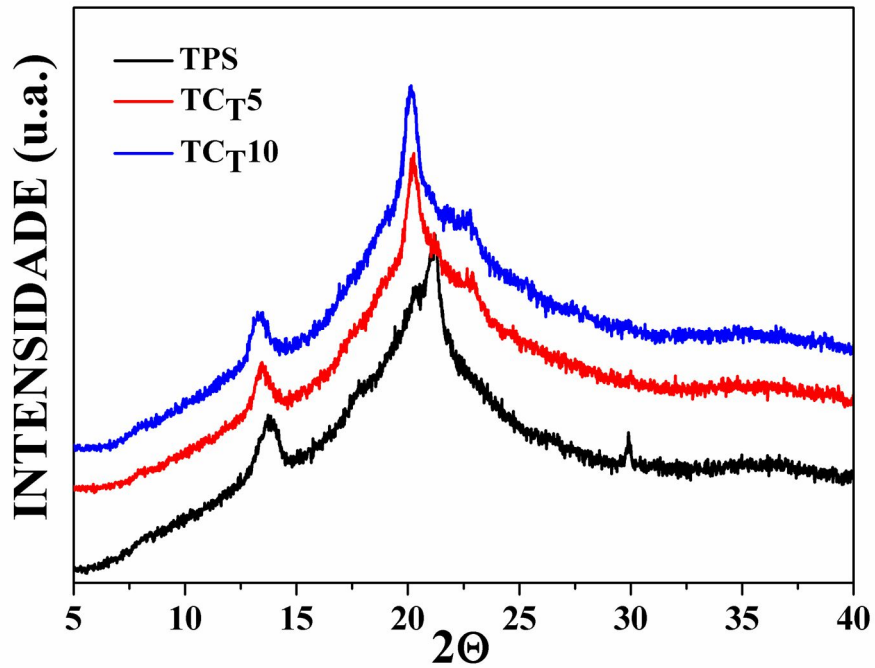


Figura 1 – Espectros de DRX do filme de Amido de milho termoplástico (TPS), e as blendas TC_T5/ TC_T10

O padrão de difração do filme de TPS apresentou picos largos e uma dispersão amorfa na base, características de um polímero semi-cristalino, com baixo grau de cristalinidade. O filme TPS apresentou picos de difração característicos a 2Θ de 13,7º;17,7º;20,4º; 21,1º e 29,9º (Fig.1). Os picos localizados em 13,7º e 21,1º foram atribuídos a forma de cristais do tipo V_h, formados pela complexação da amilose e do glicerol (TEIXEIRA E.M., LOTTI C., ANA C. CORRE, KELCILENE B. R. TEODORO, JOSÉ M. MARCONCINI, LUIZ H. C. MATTOSO, 2010), enquanto que os picos em 17,7º e 29,9º pertencem aos cristais do tipo β os quais podem ter surgido durante o armazenamento (DANG; YOKSAN, 2014). Além disso, a ausência da estrutura cristalina do tipo α, a qual é característica dos amidos de cereais, evidência que os grânulos de amido de milho nativo foram destruídos completamente durante o processo de extrusão.

Já em relação ao filme de TPS e as blendas TC_T5 e TC_T10 apresentaram picos semelhantes ao da matriz de TPS, uma vez que a maior parte da composição dos mesmos é de TPS, fazendo com que ocorra um recobrimento dos picos característicos da quitosana e cloramina T.

ANALISES TERMOGRAVIMETRICAS (TG/DTG)

A estabilidade térmica do TPS e das blendas foram avaliadas pela técnica TGA/DTG, cujos termogramas e as temperaturas de decomposição são apresentados na Figura 2 e Tabela 1, respectivamente.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

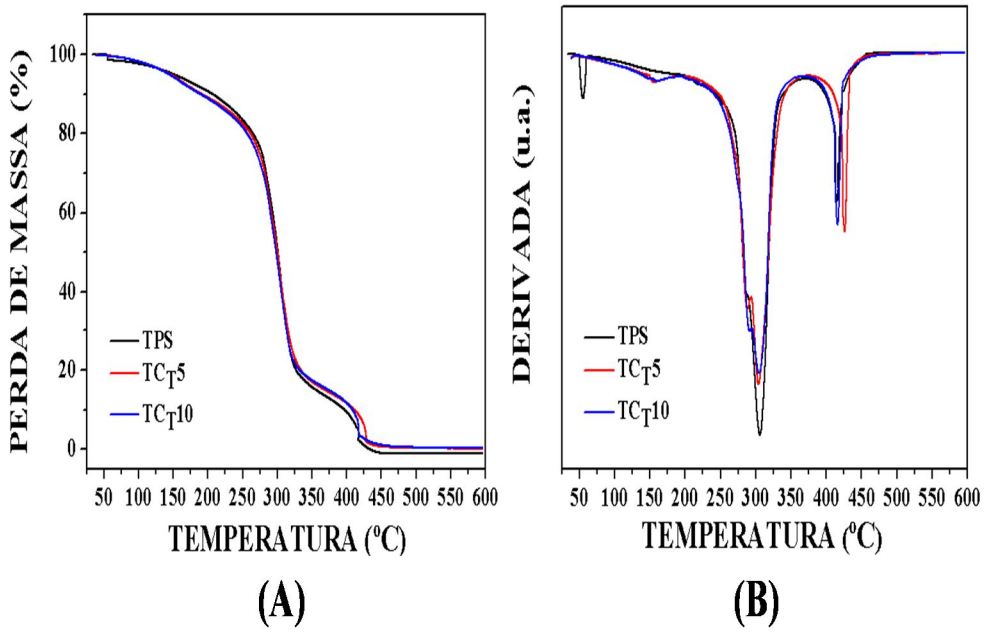


Figura 2– Curvas de TGA (A) e DTG (B) de Amido de milho termoplástico (TPS), e as blendas TC_T5/ TC_T10, com taxa de aquecimento de 10ºC.min^{-1} sob atmosfera de ar sintético.

O filme de TPS ilustra claramente uma perda de massa de três etapas em faixas de temperatura de 25-160ºC, 160-500ºC e 500-600ºC, atribuído a evaporação da água livre (Pelissari et al., 2009), evaporação da água e glicerol (CYRAS et al., 2008) e decomposição do amido (PELISSARI et al., 2012), respectivamente (Figura 2).

Tabela 1 – Propriedades Térmicas do filme de TPS e das blendas TC_T5 e TC_T10.

Amostras	%Voláteis (<160ºC)	% Orgânicos (160ºC<T<500ºC)	% Resíduo (500ºC)	Ti (ºC)	Tonset (ºC)
TPS	4	96	0,1	159	277
TC_T5	5	94	0,3	165	275
TC_T10	6	94	0,4	183	273

As blendas (Fig. 2) apresentaram uma perda de massa nas faixas de temperatura de 25-160ºC, 160-500ºC e 500-600ºC, atribuída a evaporação da água livre, a evaporação da água e glicerol (CYRAS et al., 2008) e decomposição do amido e quitosana (PELISSARI et al., 2009), respectivamente. Além disso, observa-se na Tabela 1, que a redução orgânica dos filmes aumentou com o aumento do teor de quitosana (5% e 10%) e com a adição de cloramina T. E após a decomposição a 500ºC, a massa restante (resíduo) do filme de TPS foi menor, enquanto aqueles das blendas foram mais elevadas, o que implica que as mesmas continham uma quantidade de substâncias inorgânicas.

PROPRIEDADES MECÂNICAS

A resistência à tração, deformação na ruptura e o módulo de elasticidade do filme de TPS e das blendas são apresentados na Tabela 2. A Figura 3 mostra as curvas de tensão-deformação

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

representativos destes polímeros e das blendas. No qual, as mesmas apresentam um comportamento típico de polímeros à base de amido termoplástico (TPS), onde exibe um perfil de deformação plástica até a ruptura da amostra, durante a execução do teste.

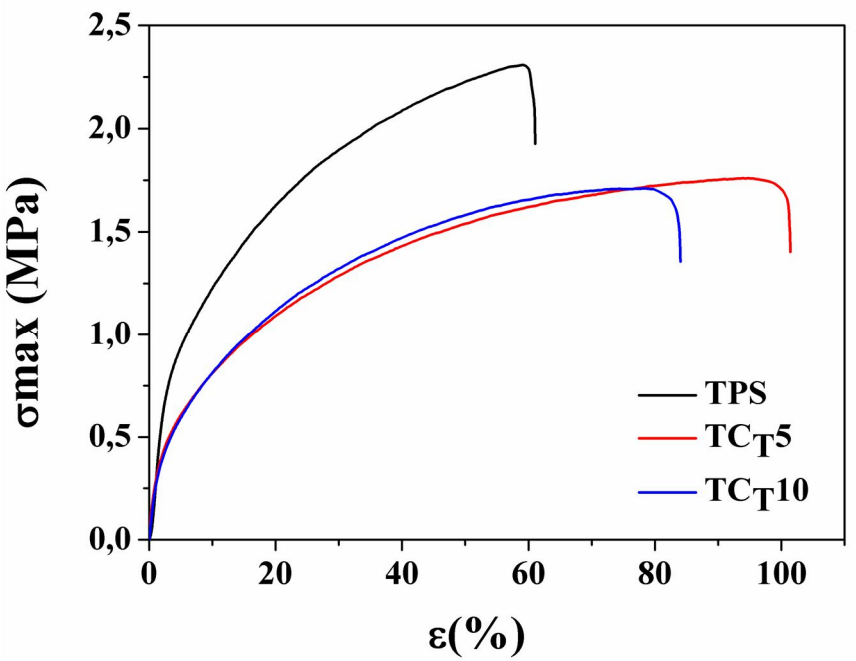


Figura 3– Curvas de Tensão-Deformação de Amido de milho termoplástico (TPS), e as blendas TC_T5/ TC_T10.

Como se verifica na Tabela 2 e na Figura 3, a adição de quitosana termoplástica e da Cloramina T, afetaram significativamente a deformação de ruptura, em comparação com o filme de TPS. Sendo que esse aumento na deformação das blendas (TC_T5 e TC_T10), de aproximadamente de 42% e 34%, respectivamente, é verificado com o aumento da concentração de quitosana. Um comportamento semelhante foi relatado na literatura (PELISSARI et al., 2009), no qual foram estudadas as propriedades físico-químicas de filmes de amido-quitosana incorporado de óleo essencial de orégano.

Já em relação ao módulo de elasticidade e a tensão máxima das blendas em comparação ao filme de TPS, observou-se que ocorreram diminuições. Tal fato pode ter acontecido, por a quitosana juntamente com a cloramina, passassem a atuar como um plastificante na matriz do filme de TPS.

Tabela 2 – Propriedades Mecânicas do filme de TPS e das blendas TCT5 e TCT10.

AMOSTRAS	DEFORMAÇÃO (%)	TENSÃO MÁXIMA (MPa)	MÓDULO DE ELASTICIDADE (MPa)
TPS	69 (±16) [(a)]	2,1 (±0,3) [(a)]	39,00 (±0,07)[(a)]
TC_T5	98 (±8)[(b)]	1,9 (±0,2)[(a,b)]	26,30 (±0,04)[(b)]
TC_T10	93 (±6)[(b)]	1,6 (±0,1)[(b)]	17,70 (±0,04)[(b)]

Os valores acima correspondem à média e o desvio padrão das propriedades mecânicas. Duas letras consecutivas do mesmo tipo mostram que os valores não são significativos estatisticamente ($p < 0,05$). Letras diferentes indicam que a média dos valores são estatisticamente diferentes ao mesmo nível de significância ($p < 0,05$).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

Os filmes de amido de milho (TPS) com quitosana/cloramina T, obtidos por extrusão, apresentaram uma espessura uniforme e boa aparência. Pode-se afirmar por meio dos resultados de análise térmica que as blendas em relação ao filme de TPS são mais estáveis, apresentando temperatura de decomposição (T_{onset}) em torno de 300ºC. Além disso, a adição de 5 e 10% de quitosana na matriz de TPS proporcionou um aumento na deformação da ruptura e redução na resistência a tração e o módulo de elasticidade. Portanto, esses resultados são relevantes para aplicações em embalagens biodegradáveis e antimicrobiana.

REFERÊNCIAS

ALVES, V.D.; MALI, S.; BELÉIA, A.; GROSSMANN, M. V. E. Effect of glycerol and amylose enrichment on cassava starch film properties. **Journal of Food Engineering**, v. 78, p. 941–946, 2007.

CORRADINI, E. et al. Amido Termoplástico. **Documentos 30**, p. 27, 2007.

CYRAS, V. P. et al. Physical and mechanical properties of thermoplastic starch/montmorillonite nanocomposite films. **Carbohydrate Polymers**, v. 73, n. 1, p. 55–63, jul. 2008.

DANG, K. M.; YOKSAN, R. Development of thermoplastic starch blown film by incorporating plasticized chitosan. **Carbohydrate polymers**, v. 115, p. 575–81, 22 jan. 2014.

HULLEMAN, S. H. . et al. Origins of B-type crystallinity in glycerol-plasticised, compression-moulded potato starches. **Carbohydrate Polymers**, v. 39, n. 4, p. 351–360, ago. 1999.

IBRAHIM, M. et al. Spectrochimica Acta Part A : Molecular and Biomolecular Spectroscopy Molecular spectroscopic analysis of nano-chitosan blend as biosensor. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 77, p. 802–806, 2010.

LECETA, I. et al. Ageing of chitosan films : Effect of storage time on structure and optical , barrier and mechanical properties. **European Polymer Journal**, v. 66, p. 170–179, 2015.

PELISSARI, F. M. et al. Antimicrobial, mechanical, and barrier properties of cassava starch-chitosan films incorporated with oregano essential oil. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 57, n. 16, p. 7499–504, 26 ago. 2009.

PELISSARI, F. M. et al. Constrained mixture design applied to the development of cassava starch–chitosan blown films. **Journal of Food Engineering**, v. 108, n. 2, p. 262–267, jan. 2012.

PELISSARI, F. M.; YAMASHITA, F.; GROSSMANN, M. V. E. Extrusion parameters related to starch/chitosan active films properties. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 46, n. 4, p. 702–710, 14 abr. 2011.

SILVESTRE, A. J. D.; NETO, P.; FREIRE, C. S. R. Antibacterial thermoplastic starch-chitosan based materials prepared by melt-mixing. v. 7, p. 3398–3409, 2012.

SINDHU MATHEW, T. E. A. ARTICLE IN PRESS Characterisation of ferulic acid incorporated starch – chitosan blend films. **Food Hydrocolloids**, v. 22, p. 826–835, 2008.

TEIXEIRA E.M., LOTTI C., ANA C. CORRE, KELCILENE B. R. TEODORO, JOSÉ M. MARCONCINI, LUIZ H. C. MATTOSO. Thermoplastic Corn Starch Reinforced with Cotton Cellulose Nanofibers. **Journal of Applied Polymer Science**, 2010.

TUHIN, M. O. et al. Modification of mechanical and thermal property of chitosan–starch blend films. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 81, n. 10, p. 1659–1668, out. 2012.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE UMA NOVA TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE CONCRETO A PARTIR DO REAPROVEITAMENTO DE EFLUENTES AQUOSOS DO SEGMENTO TÊXTIL

MAGNO ANDRÉ DE OLIVEIRA[1], OSÓRIO JOSÉ DOS SANTOS[2], JÉSSICA STÉFANE SANTOS CANDIDO[3]

[1] Engenheiro Ambiental, Centro Universitário de Belo Horizonte, (31) 9696-7610
[2] Engenheiro Civil, Escola de Engenharia Kennedy, (31) 9132-4045
[3] Graduanda em Geologia, Centro Universitário de Belo Horizonte, (31) 9944-2069

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO:. A disposição inadequada de resíduos promove consequências nocivas ao meio ambiente, como ameaças de contaminação a fontes de água. Dessa forma, o emprego de efluentes aquosos provenientes do descarte da indústria têxtil na elaboração de uma nova tecnologia que faça uso de 100 % das mesmas para confeccionar uma nova tecnologia em concreto, é de grande valia, uma vez que dará às indústrias de obras uma nova possibilidade de desenvolvimento sustentável, com base do tripé da sustentabilidade, visando benefícios para o meio ambiente, indústria e sociedade de forma a solucionar problemas relacionados à escassez hídrica. Trata-se de uma tecnologia de baixo custo que demonstrou eficiência, atendendo às expectativas a respeito do produto e apresentando um bom desempenho pretendido para seu uso no setor da construção civil. Ademais, estima-se que a aplicação desse material resulte num produto de boa qualidade, sustentável, de fácil manuseio e que atenda as normas e padrões ambientais, além das diretrizes que regem a indústria cimenteira.
PALAVRAS–CHAVE: Meio Ambiente, Nova Tecnologia, Escassez Hídrica.

SUSTAINABLE DEVELOPMENTE OF A NEW TECHNOLOGY ON CONCRETE PRODUCTION REUSING WASTEWATER FROM TEXTILE SEGMENT

ABSTRACT: The improper disposal of waste in large quantities promotes harmful consequences to the environment, such as pollution threats to water sources. Thus, the use of wastewater from the textile industry disposal in developing a new technology that makes use of 100% of them in order to make a new technology in concrete, is valuable, as it will give the civil constructor industries one new possibility of sustainable development, based on the triple bottom line, seeking benefits for the environment, industry and society in order to solve problems related to water scarcity. It is a low cost technology that has demonstrated effectiveness, meeting the expectations regarding the product and showing a good performance intended for use in the construction sector. Moreover, it is estimated that the application of this material resulting in a product of good quality, sustainable, easy to use and meets the standards and environmental standards, as well as the guidelines that governs the cement industry.
KEYWORDS: Environment, New Technology, Water Scarcity.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

De acordo com Torres (2005), um dos maiores desafios da sociedade atualmente diz respeito à administração da oferta e demanda de recursos naturais, renováveis ou não. Segundo Gomes e Gubert (2007), além de envolver altos custos ambientais e financeiros, a exploração destes exige atualmente um desenvolvimento econômico sustentável tanto de empresas, quanto dos governantes, principalmente no que tange a assuntos sobre o uso da água, a qual, para Ziglio (2008) e Torres (2005), antes considerada abundante, hoje instiga o homem no que se refere à sua disponibilidade e qualidade.

Estimado como um patrimônio público e objeto de bem-estar social, a água segundo Vitorino (2007), ocupa quase a totalidade da superfície terrestre. Dessas, conforme Nunes *et al.* (2009), apenas 3% são consideradas próprias para o consumo humano, uma vez que cerca de 97% compreende águas salgadas, retidas em oceanos. Para ser qualificada como potável, além de possuir boa aparência, deve conter porções pouco significativas de substâncias que lesionem a saúde, e seu uso deve ser ainda, economicamente viável (KFOURI; FAVERO, 2011).

Para Pereira (2004), a redução na escala de qualidade dos recursos hídricos deteve um elevado acréscimo nos últimos anos. De acordo com Guerra e Cunha (2013), o homem é tido como um dos principais agentes causadores de tal degradação ambiental, como pelo uso inconsciente da água além do consumo doméstico, para agricultura e indústria, sendo a última, responsável por objeções incontáveis no quesito de reaproveitamento.

O setor têxtil, conforme Sanin (1997), corresponde a aproximadamente 15% da utilização de água doce por indústrias, as quais, após o uso são descartadas. Diversos meios são realizados para o tratamento dessas águas, empregando processos de coagulação, e consequente fragmentação por flotação ou sedimentação, algo que demanda de um elevado investimento em longo prazo e deve ocorrer antes que a mesma atinja corpos hídricos, além de não serem totalmente eficazes (KUNZ *et al*., 2002). Se não forem corretamente tratados, como elucidado por Kunz (2001), os efluentes provenientes dessa atuação manufatureira podem acarretar em danos como os de contaminação ambiental, poluindo corpos hídricos e resultando até em modificações de ciclos biológicos, como o processo de fotossíntese. A remoção da cor dos efluentes é um dos grandes problemas enfrentados pelo setor têxtil. Estima-se que, cerca de 15% dos corantes são perdidos durante o processo de tingimento e liberados no efluente, o que resulta em um lançamento de aproximadamente 36 toneladas de corantes por mês para o ambiente (GALINDO; JACQUES; KALT, 2001).

Ademais, com a legislação ambiental, a pressão por parte da sociedade e as exigências atuais do mercado como a ISO 14000 têm forçado às indústrias no que tange o tratamento dos seus efluentes. Segundo Weiler (2005), cada vez mais se têm o crescimento da demanda por novos projetos que impliquem no reaproveitamento dessas águas contaminadas por efluentes têxteis, de forma com que a utilização das mesmas dê origem a novo um produto. Como exemplo, exposto por Fontana; Trierweiler; Thoming (2002), empresas que apresentem grande potencial em ações de conversão dos resíduos do segmento têxtil em matéria prima, tanto quanto, de acordo com Filho (2009), para uso na indústria de construção civil, a qual, para a fabricação de concreto também se faz necessária à aplicação de um elevado volume hídrico.

Segundo Barbosa (2009), além do uso de água, este material provém da combinação de um aglomerante hidráulico e materiais fixos. Conforme Almeida (2002), é amplamente utilizado por ser um produto de grande economia em relação à construção e conservação, ser moldável, possuir resistência a choques e vibrações e apresentar segurança contra incêndios. Ademais, de acordo com Giongo (2007), devido a suas propriedades exibe extensa adaptação a formas estruturais diversificadas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um concreto à base de água 100% reutilizada da indústria do segmento têxtil, de forma a minimizar os impactos ambientais causados pela mesma. Ademais, a realização de um levantamento bibliográfico sobre o assunto abordado, bem como a confecção de uma análise físico-química da água proveniente destas indústrias desenvolvendo um novo conceito de concreto à base de água reciclável. Por fim, avaliar por meio de ensaios laboratoriais a qualidade do produto desenvolvido. Uma vez que proporcionará às indústrias do segmento da construção civil, um novo conceito de concreto embasado no tripé da sustentabilidade, visando benefícios para o ambiente, indústria e sociedade.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a criação do concreto proposto e a elaboração do concreto comparativo, utilizou-se amostras de: 34,442 kg de brita gnaisse 01; 11,186 kg de pó de brita; 25,184 kg de areia; 9,67462 l de água, sendo que destes, 5,01891 l são provenientes do descarte de efluentes têxteis para elaboração do produto sustentável e 4,65571 l de água potável aplicada para a preparação do concreto normal; além de 8,412 kg de cimento Portland. A confecção de dois produtos distintos fora realizada de forma que se tornasse possível a viabilidade para o uso em construções civis, confirmadas por meio de ensaios laboratoriais.

Realizou-se análises físico-químicas da água coletada em campo na lagoa proveniente do tratamento têxtil, a partir do uso do Ecokit para Educação Ambiental- Alfakit Ltda. Com o objetivo de se comparar em relação aos parâmetros analisados de acordo com a resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005, como o teor de Oxigênio Dissolvido - OD, turbidez, N-Amonical, Nitrato, Nitrito, fósforo total, pH e temperatura.

Na elaboração do traço experimental em laboratório utilizou-se materiais citados conforme a (Tabela 1), os quais foram caracterizados e atendem a norma da ABNT NBR 6118:2014 Projetos de estruturas de concreto – Procedimento. Dessa forma, possibilitou-se a viabilização dos ensaios laboratoriais realizados posteriormente.

Tabela 1 – Determinação da quantidade de materiais em Kg para elaboração do concreto proposto

Nº traço	**Concreto água potável**	**Concreto efluente têxtil**
Material	**Quantidade (kg)**	
Cimento	4,26	4,26
Areia	12,592	12,592
Pó de pedra	5,593	5,593
Brita	17,221	17,221
Água	5,01891	4,65571

Fora efetuada a coleta do efluente aquoso proveniente da indústria têxtil no dia 01 de setembro de 2015. Para isso, acondicionou-o em bombonas de plástico esterilizadas, a fim de se evitar qualquer tipo de alteração dos parâmetros físico-químicos.

Para confirmar a viabilidade do produto elaborado foram realizados ensaios laboratoriais de amostragem de concreto obedecendo a norma ABNT NBR NM 33:1998 Amostragem de concreto fresco, bem como por parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR NM 67:1998 - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone, efetuados exames de abatimento do tronco de cone (*slump test*),) no intuito de se obter uma consistência de 10 ± 2 cm aproximadamente.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Subsequente ao processo foram moldados dez corpos-de-prova cilíndricos de acordo com ABNT NBR 5738:2015 Concreto – Moldagem de corpos-de-prova cilíndricos, de dimensões 10 X 20 cm, sendo dois para a determinação da resistência à compressão axial. Os mesmos, foram efetuados em cada idade de rompimento.

Manteve-se em seguida os corpos submetidos a cura até a idade de rompimento (1; 3; 7; 14; e 28 dias). Após o cumprimento das respectivas datas, o ensaio de rompimento à compressão axial de acordo com a ABNT NBR 5739:2007 - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos, que, por sua vez, foram analisados estatisticamente de acordo com a ABNT NBR 12655:2015

O preparo, controle, recebimento e aceitação concreto de cimento Portland, fora realizado conforme procedimento da ABNT NBR 6118:2014 – Projetos de estruturas de concreto Procedimento. Tal processo tem objetivo comparar o efeito da substituição da água potável pela água do efluente proveniente do processo de produção das industrias do segmento têxtil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseando-se nos resultados obtidos através dos experimentos realizados neste trabalho, fora possível concluir que a utilização de efluentes aquosos provenientes da indústria têxtil na produção de concreto, contribuem não só para a minimização dos gastos de água potável, mas também na redução da possibilidade de contaminação causada pelo lançamento de substâncias químicas em cursos d'água. Tais benefícios favorecem o aumento da acessibilidade à água para o uso de atividades essenciais a sobrevivência e desenvolvimento humano, como o abastecimento público por exemplo.

O lançamento de efluentes têxteis no ambiente causam diversos impactos ambientais à água, como a eutrofização; acúmulo de materiais; prejuízos à biota aquática e à saúde de microrganismos patogênicos, que são responsáveis pela causa de doenças de veiculação hídrica; além de impactos socioeconômicos, os quais refletem em parcelas da população de baixa renda que vivem sob condições precárias de saneamento básico, tendo que conviver com maus odores e péssima qualidade estética e do ambiente local.

Assim, faz-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias/produtos eficientes que consigam amenizar tais impactos causados ao ambiente. Neste contexto, o presente trabalho analisou o efluente têxtil, comparando os valores pré-estabelecidos de acordo Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005, conforme ilustrado na (Tabela 2).

Tabela 2 – Análises dos parâmetros físico-químicos avaliados em campo

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO EFLUENTE AQUOSO			
Parâmetros	**Unidade**	**Valores encontrados**	**Regulamentação**
OD(Oxigênio Dissolvido)	mg/l de O2	9	Não inferior a 6 mg/O2
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	72,5	250
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	54	60
N-Amoniacal	mg/l de N-NH3	1	Máximo 0,5 - acima de 2,5 letal
Nitrato	mg/l de N-N03	1	Máximo 10 mg/l N

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Nitrito	mg/l de N-N02	0,05	Máximo 10 mg/l N
pH	mol/ L-1	8	6,0 a 9,0
Cobre Total	mg/L	0,069	--
Materiais Sedimentáveis (Sólidos sedimentáveis)	ml/L	<0,10	1
MBAS	mg/L	0,51	2,0
Óleos e Graxas totais	mg/L	<1	--
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	19	100
Sulfeto Total	Mg/L	<0,001	1,0
Temperatura do efluente	ºC	23,0	< 25ºC

Desta forma, pôde-se confirmar através da realização de experimentos em campo que os parâmetros físicos, químicos e biológicos se enquadram à aplicação em concreto, permitindo assim enormes benefícios sócios, econômicos e ambientais, o que remete a uma economia significativa de água potável de aproximadamente 27,37 reais para 1t de concreto processado, que podem variar dependendo do volume de água gasto (COPASA, 2015). É importante ressaltar que as análises da consistência de resultados dos ensaios obtidos atenderam a especificações pré-estabelecidas (10 ± 2 cm), o que permitiu igualdade para se comparar a característica abordada abaixo.

A resistência do concreto normal ensaiado em laboratório de Engenharia de Materiais do Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH, Campus Estoril, demonstrou qualidade inferior se comparado aos valores encontrados quanto aos ensaios do concreto proveniente da água do segmento têxtil, que por sua vez, apresentaram um ganho de 87,9% com base nos ensaios de resistência à compressão axial. Tal dado fora obtido conforme a fórmula ilustrada abaixo:

$$\left(\frac{fc1}{fc2} - 1\right) x\ 100 \quad (1)$$

Em que fc1 é a resistência à compressão do concreto elaborado à base da água proveniente da indústria têxtil; e fc2 é a resistência à compressão do concreto normal.

CONCLUSÕES

Neste contexto, pôde-se afirmar que se trata de uma tecnologia de baixo custo, uma vez que será substituído 100% d´água potável pelo efluente têxtil para a fabricação de concreto, além de ser um produto inovador que demonstrou eficiência, atendendo às expectativas a respeito de um bom desempenho para seu uso no setor da construção civil. Ademais, estima-se que a aplicação desse material resulte num produto de boa qualidade, sustentável, fácil manuseio e que atenda as normas e padrões ambientais, além das diretrizes que regem a indústria cimenteira.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 12655:2015 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento.
ABNT NBR 5738:2007 – Moldagem de corpos-de-prova cilíndricos.

ABNT NBR 5739:2007 – Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**.**
ABNT NBR 6118:2014 – Projetos de estruturas de concreto – Procedimento.
ABNT NBR NM 33:1998 – Amostragem de concreto fresco.
ABNT NBR NM 67:1998 – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.
AÏTCIN, P.-C. **Concreto de Alto Desempenho**, tradução de Geraldo G. Serra – São Paulo – Editora Pini, 2000.
ALMEIDA, L. C. de. **Concreto**. 24 f. Departamento de Estruturas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. ACI 363R-92 (Reapproved 1997) **State-of-the-art report on highstrength concrete**. ACI Manual of Concrete Practice 2001. ACI, Detroit (USA), 2001. 55 p.
BARBOSA, F. R. **Análise da Influência do Capeamento de Corpos-de-Prova Cilíndricos na Resistência à Compressão do Concreto.** In: ANAIS DO 51° CONGRESSO BRASILEIRO DE CONCRETO, 51CBC0000, 2009, Cordeiro. IBRACON, 2009. 1 – 16.
CARVALHO, J. D. N. de. Sobre as Origens e o desenvolvimento do Concreto. **Revista Tecnológica**, Maringá, v. 17, p. 19 – 28, 2008.
COPASA, 2015. Disponível em: < http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet >. Acesso em: 02 out. 2015.
FILHO, J. de M. **Introdução ao Estudo do Concreto**. 41 f. Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2006.
FONTANA, D., SECCHI, A. R., TRIERWEILER, J. O., THOMING, J., **Recuperação de água de processos**: formulação de um problema padrão. XIV Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2002.
GALINDO C.; JACQUES, P.; KALT, A (2001). Photooxidation of the phenylazonaphtol A020 on TiO2: kinetic and mechanistic investigations. Chemosphere. vol. 45.
GEYER, A. L. B.; SÁ, R. R. de. **Importância do Controle de Qualidade do Concreto no Estado Fresco.** Tecnologia em Concreto: Modernidade a Serviço do Cliente. Aparecida de Goiânia, v. 2, n. 2, 1 – 8, jun. 2006.
GIONGO, José. **Concreto Armado**. Projeto Estrutural de Edifícios. Departamento de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007.
GOMES, S. M. da S.; GUBERT, T. dos S. **Recursos Naturais Não-Renováveis:** Procedimento Contábil em Duas Empresas Brasileiras. In: XXXI Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro, 2007.
GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B.; **Geomorfologia**: Uma atualização de bases e conceitos. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. 472 p. ISBN 978-85-286-0326-2.
HARTMAN, C. T.; HELENE, P. R. L., **Pilares com 125 MPa**: Recorde Mundial em Concreto de Alto Desempenho Colorido, 2004.
KFOURI, A.; FAVERO, F. **Projeto Conservador das Águas Passo a Passo:** Uma Descrição Didática sobre o Desenvolvimento da Primeira Experiência de Pagamento por uma Prefeitura Municipal no Brasil. v. 4. Ed. 1ª. Brasília: Série Água, Clima e Floresta, Projeto Extrema: 2011.
KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S. G. de; DURAN, N. **Novas Tendências no Tratamento de Efluentes Têxteis**. *Quím. Nova* [online]. 2002, vol.25, n.1, pp. 78-82. ISSN 1678-7064.
KUNZ, A.; REGINATTO, V.; DURAN, N.; **Chemosphere**, 2001, 44, 281.
LEAL FILHO, Walter. Meio ambiente: um tema de valor estratégico para a universidade brasileira. **Ambient. soc.** [online]. 1999, n.5, pp. 191-201. ISSN 1809-4422.
LEVY, S. M. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos, produzidos com resíduos de concreto e alvenaria**. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2001. 194p. (Tese de Doutorado em Engenharia).

MARCOLIN, N. **Criação do Concreto**. FAPESP, n. 127, set. 2006.
MIRANDA, P. E. V. de. Materiais e Meio Ambiente. **Matéria (Rio J.)** [online]. 2012, vol.17, n.4, pp. 0-0. ISSN 1517-7076.
NUNES, Y. R. F.; AZEVEDO, I. F. P.; NEVES, W. V.; VELOSO, M. D. M.; SOUZA, R. A. e FERNADES, G. W. Pandeiros: O Pantanal Mineiro. **MG.Biota**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, 2009.
PEREIRA, R. S. **Identificação e Caracterização das Fontes de Poluição em Sistemas Hídricos.** Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH – UFRGS. v. 1, n. 1. P. 20-36. 2004.
PINHEIRO, L. M.; MUZARDO, C. D.; SANTOS, S. P.; CATOIA, T.; CATOIA, B. **Estruturas de Concreto**. 13 f. Departamento de Engenharia de Estrutas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
RAMOS, F. M. S. *et al*. Avaliação da técnica de solidificação/estabilização no tratamento de resíduo têxtil: produção de bloco cerâmico de vedação**. Cerâmica** [online]. 2009, vol.55, n.336, pp. 408-414. ISSN 0366-6913.
RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 Publicada no DOU nº 053, págs. 58-63 Acesso em: 28 sent. 2015. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf
SANIN, L. B. B., A **Indústria Têxtil e o Meio Ambiente**. Química Têxtil, p.13-34, Março 1997.
SANTOS, A. **Pesquisa Ressalta Presente e Futuro do Concreto**. Set. 2013.
SANTOS, M. O. R. M. **O Impacto Da Cobrança pelo uso de Água no Comportamento do Usuário**. Rio de Janeiro, 2002. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
SERRA, G. G. **Concreto de Alto Desempenho e a Nova Arquitetura**. Universidade de São Paulo, CD-ROM: Concreto de Alto Desempenho, Versão 1.0. Produzido por NUTAU/USP.1997.
TORRES, A. T. G. **Reflexões Sobre o Conceito da Água como Mercadoria.** 14 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.
VICTORINO, C. J. A. **Planeta Água Morrendo de Sede:** Uma Visão Analítica na Metodologia do Uso e Abuso dos Recursos Hídricos. Ed. Ún. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. 231 p. ISBN 98-85-7430-661-2.
WEILER, D. K. **Caracterização e Otimização do Reuso das Águas da Indústria Têxtil.** 2005. 112 f. Dissertação (Pós-Graduação) – Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
ZIGLIO, L. Geografia Política da Água. **Ambient. Soc**. 2008, vol. 11, n. 2, pp. 447450. ISSN 1809-4422.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DESTINAÇÃO DE COPRODUTOS DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL NA NUTRIÇÃO VEGETAL

GUILHERME DE OLIVEIRA MARTINS[1], HAMILTON LIMA[2], SAULO KIRCHMAIER TEIXEIRA[3], PEDRO CASTRO NETO[4], ANTÔNIO CARLOS FRAGA[5]

[1] Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras, guilherme.ambientalufla@gmail.com
[2]Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, hamiltonoplj@gmail.com
[3]Graduando em Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Lavras, Saulokirchmaier@gmail.com
[4] Professor Titular do Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, pedrocn@deg.ufla.br
[5] Professor Titular do Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, fraga@dag.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Os **resíduos sólidos** são todos os **restos sólidos** ou **semissólidos** que embora possam não ser utilizados para a atividade fim de onde foram gerados, podem assumir outra composição através da compostagem, por exemplo. Na produção do biodiesel a partir da extração de óleos de plantas oleaginosas, os resíduos finais, depois de decompostos podem reduzir seu volume colaborando para uma menor quantidade de resíduos, e servindo como insumos. O presente trabalho tem por objetivo analisar a eficiência da implantação do processo de compostagem nos resíduos de sementes após a extração de óleo, visando a redução final de resíduos, e a qualidade do composto gerado através da análise de temperatura, aeração, umidade e ação microbiológica. Inicialmente as amostras são alocadas em células de 1m³ onde há alternância entre resíduos (matéria orgânica verde fornecedora de nitrogênio) e matéria orgânica seca (fornecedora de carbono). A relação carbono/nitrogênio está intimamente ligada aos organismos vivos que irão degradar a matéria orgânica e à qualidade do insumo produzido a partir do composto. Por fim, o composto gerado é submetido a processo de adensamento (peletização) de forma a facilitar a armazenagem pela diminuição volumétrica e também permitir a liberação lenta de nutrientes para as plantas. Sendo assim visa-se a utilização do produto final gerado na agricultura servindo como adubo podendo obter uma avaliação nutricional superior aos demais insumos do mercado.
PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos, Compostagem, Insumos.

ALLOCATION OF CO-PRODUCTS FROM THE EXTRACTION OF OIL FOR BIODIESEL PRODUCTION IN PLANT NUTRITION

ABSTRACT: The solid wastes are all waste solids or semi-solids that though they may not be used for the activity order from which they were generated, may take another composition through composting, for example. In the production of biodiesel from oil extraction plants, the final waste, after decomposed may reduce its volume collaborating for a smaller amount of waste, and serving as inputs. The present work aims to analyze the efficiency of the implementation of the process of composting in the waste of seeds after the extraction of oil, aiming at the reduction of waste, and the quality of the compost generated through the analysis of temperature, aeration, moisture and microbial action. Initially the samples are allocated to cells of 1m³ where there is alternation between waste (organic matter green supplier of nitrogen) and organic matter drought (supplier of carbon). The carbon/nitrogen ratio is closely linked to living organisms that will degrade the organic matter and the quality of the material produced from the compound. Finally, the compound

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

generated is subjected to the process of crowding (pelletization) in order to facilitate the storage by volumetric decrease and also allow the slow release of nutrients for the plants. Thus aims to use the final product generated in agriculture serving as fertilizer and may obtain a nutritional assessment than to the other inputs of the market.
KEYWORDS: Solid Waste, Composting, Inputs.

INTRODUÇÃO

Com a crise energética mundial tem se buscado alternativas renováveis para ampliar a matriz energética que possam substituir, gradativamente, o uso de combustíveis fósseis, evitando, com isso, colapsos no abastecimento (HOLANDA, 2004). Uma das maneiras de produzir esse biocombustível é através da extração de óleo de plantas oleaginosas, porem esse método gera uma quantidade considerável de resíduos que acabam por não ter outra finalidade após a extração. Segundo Kiehl (1995) a extração do óleo de mamona, por exemplo, pode resultar na obtenção de toneladas de resíduos conhecidos como torta ou farelo. Estas atividades em geral geram uma grande diversidade de resíduos, e estes, muitas vezes não são aproveitados, e são descartados deliberadamente em lixões, podendo até mesmo provocar sérios problemas de poluição (CARVALHO, 1999). Na produção de biodiesel a partir da extração de óleos de sementes de oleaginosas, os resíduos finais se tornam uma problemática ambiental já que não são estabelecidas outras finalidades para esses biossólidos depois dessa extração.

Uma das alternativas para esse problema é a utilização do processo de compostagem desses resíduos. A compostagem pode ser definida como uma bioxidação aeróbia exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo, no estado sólido, caracterizado pela produção de CO_2, água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável (FERNANDES, 1996).

Através do processo de decomposição da matéria orgânica são levados em conta a atividade microbiológica, em condições pré-estabelecidas como aeração, temperatura, umidade e relação Carbono/Nitrogênio (C/N); esta por sua vez é responsável pela qualidade do composto gerado após todo o processo, podendo utiliza-lo como insumo agrícola de alta eficiência. Tendo em vista o equilíbrio ambiental, a compostagem tende a ajudar a reduzir resíduos, e estes após transformação podem ser inseridos na agricultura colaborando assim para um processo mais sustentável e de alta avaliação nutricional para as plantas que receberem o insumo.

Sendo assim, o presente trabalho objetiva avaliar a eficiência da implantação do processo de transformação dos resíduos em composto, analisando os fatores atuantes no processo ao todo e através de tecnologias de adensamento (peletização), facilitar o armazenamento e equilibrar a liberação de nutrientes dos insumos produzidos no final.

MATERIAL E MÉTODOS

O procedimento para a compostagem envolve a escolha dos materiais, a seleção do local, e a seleção do sistema de compostagem. O processo de compostagem pode depender dos materiais existentes e do tempo disponível para a compostagem desses materiais.

O experimento foi desenvolvido no laboratório de pesquisas em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG no período de junho de 2015 até o fim de agosto do mesmo ano. Depois da extração das oleaginosas os resíduos finais (torta e farelo de mamona) foram alocados em células para compostagem de 1m³ alternadamente em camadas de torta e palha, de 25cm e 15cm respectivamente até completar o volume total da

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

célula. No início do processo há um forte crescimento dos microrganismos mesófilos. Conforme a temperatura vai se elevando devido a biodegradação, esta população diminui e os microrganismos termófilos proliferam com mais intensidade. A população termófila é extremamente ativa, provocando intensa e rápida degradação da matéria orgânica e maior elevação da temperatura, o que elimina os microrganismos patogênicos como mostrado na figura 1. Nesse processo foram analisados fatores como temperatura, umidade, aeração e relação C/N.

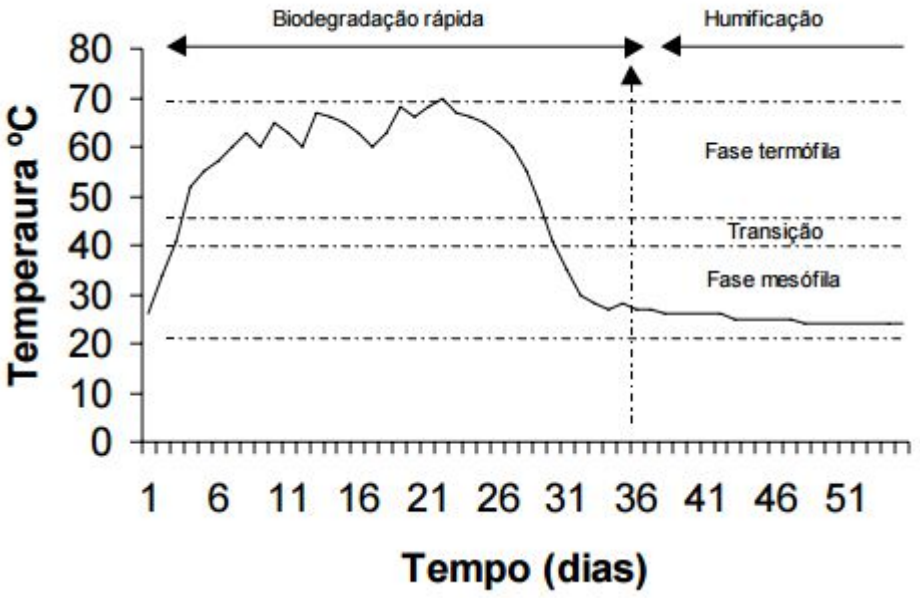


Figura 1: Exemplo genérico da evolução da temperatura de uma célula em compostagem. Fonte: Manual prático para compostagem de biossólidos (FERNANDES, 1996).

A temperatura é um fator indicativo do equilíbrio biológico, de fácil monitoramento e que reflete a eficiência do processo. Se a célula, em compostagem, registrar temperatura da ordem de 40-60°C nos três primeiros dias é sinal que o ecossistema está bem equilibrado e que a compostagem tem chances de ser bem sucedida (FERNANDES, 1996). No experimento em questão foram medidas as temperaturas das células diariamente através de um sensor de temperatura TERMOPAR Tipo T, e observou-se se as medições mostravam-se dentro dos limites aceitáveis. As medidas de controle da temperatura estão de acordo com a tabela 1.

Tabela 1: Alterações de temperatura e medidas de controle.

Temperatura entre 40-60°C	**Temperatura > 60°C**
Manter os componentes sem alteração	Aeração através de bombeamento de ar comprimido

No composto, o teor ótimo de umidade, de modo geral, situa-se entre 50 e 60% pois o excesso ou limitação de agua pode alterar a ação microbiológica de acordo com a tabela 2. O ajuste da umidade pode ser feito pela criteriosa mistura de componentes ou pela adição de água. Experimentalmente as amostras foram irrigadas com mangueiras de jardinagem a cada dois ou três dias, de modo que se mantivesse a ação microbiana em condições ótimas para a decomposição dos materiais. O teste da esponja é um teste que consiste em pegar numa mão cheia de composto e

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

apertar e não deverá escorrer água (pode pingar algumas gotas) mas deve ficar umidade na mão.

Tabela 2: Alterações no composto relativas ao teor de umidade.

Umidade < 30%	**Umidade entre 35-40%**	**Umidade entre 50-60%**	**Umidade > 65%**
Decomposição é interrompida	Decomposição fortemente reduzida	Condições ótimas para a compostagem	Retardamento da decomposição

Sendo a compostagem um processo aeróbio, o fornecimento de ar é vital à atividade microbiana, pois os microrganismos aeróbios têm necessidade de O_2 para oxidar a matéria orgânica que lhes serve de alimento. A circulação de ar na massa do composto é, portanto, de importância primordial para a compostagem rápida e eficiente (FERNANDES, 1996). No trabalho realizado foram instalados em cada célula uma tubulação para aeração com canos de PVC de 2’ à uma altura de 10cm da base da célula, onde o ar foi bombeado através de um aerador W22 PLUS modelo CV501. Durante a compostagem, a demanda por O_2 pode ser bastante elevada e a falta deste elemento pode se tornar em fator limitante para a atividade microbiana e prolongar o ciclo de compostagem. Com a utilização do bombeamento de O_2, permitiu-se que a ação microbiológica fosse mantida em condições ideais não alterando seu rendimento; ao mesmo tempo em que o O_2 excedente serviu para o resfriamento quando há temperatura muito elevadas. A frequência de oxidação dependeu das variações de temperaturas analisadas.

Os microrganismos necessitam de carbono, como fonte de energia, e de nitrogênio para síntese de proteínas. É por esta razão que a relação C/N é considerada como fator que melhor caracteriza o equilíbrio dos substratos. A equação 1 representa a relação C/N ideal para atividade microbiológica.

$$\frac{C}{N} = \frac{30}{1} \qquad (1)$$

Para uma aproximação das quantidades de carbono e nitrogênio adicionadas ao composto foram feitas camadas de matéria orgânica verde (torta ou farelo) e matéria orgânica seca (palha) de modo que fosse alcançado o equilíbrio entre as trocas de substancias otimizando a ação dos microorganismos.

Sabe-se que níveis de pH muito baixos ou muito altos reduzem ou até inibem a atividade microbiana. Se a relação C/N for conveniente, o pH não é um fator crítico no processo, porém deve-se manter o potencial hidrogeniônico próximo à neutralidade para que não haja interferências nas mudanças da fase mesófila para a fase termófila. Para a determinação do pH pesou-se uma quantidade de amostra equivalente a 60ml de volume, adicionando 300ml de agua destilada e agitou-se o frasco por 1 hora em rotação constante em agitador modelo QUIMIS Q261-12. Mediu-se o pH em tiras de medição de pH MACHEREY NAGEL.

Após as técnicas aplicadas aos resíduos controlando a decomposição dos mesmos e obtendo um material estável, rico em húmus e nutrientes minerais, os compostos gerados foram levados para

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

o processo de peletização (adensamento) de modo reduzisse-se seu volume, higienizasse-se as amostras, e transformassem-nas em um produto mais atrativo.

Após retirados das células, os compostos foram levados para um moinho de martelos acoplado a um ciclone modelo PDW06-10V25 onde são separadas qualquer impurezas que possam ser consideradas interferências à qualidade do composto. Em sequência, transportou-se o composto para um misturador modelo MRO1000TP para homogeneizar as amostras para a peletização. No processo de peletização, o composto foi compactado com Peletizadora Lippel UP-200 e assim finalizou-se o processo de transformação do composto em pellets.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto foi avaliado durante os três meses que decorrem da compostagem para controle do processo. Foram consideradas para o presente trabalho, a avaliação dos fatores no período de finalização do experimento para que se obtivesse uma avaliação qualitativa completa do final do processo por completo. Sendo assim, foram obtidos os resultados conforme cada parâmetro.

A temperatura, medida dentro da célula variou de acordo com a figura 2, e mostrou-se dentro do ideal para a ação microbiológica.

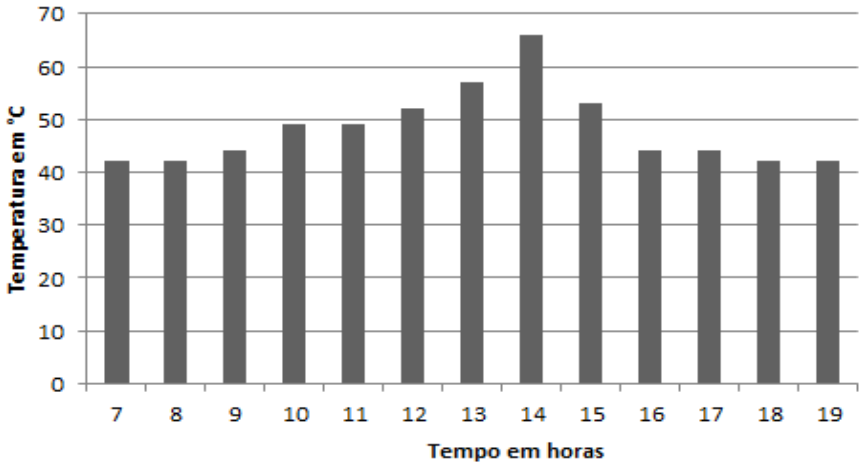


Figura 2: Variações de temperatura em relação ao tempo durante um dia.

Em alguns casos quando a temperatura obteve medidas muito altas (acima de 65°C), ligou-se o aerador durante dez minutos para que fosse controlado e dissipado o calor excessivo. No final do experimento depois de decorrer três meses sob ação dos microorganismos, e com a estabilização do composto a temperatura foi medida novamente marcando 35°C, o que indica que o processo de decomposição já havia terminado.

A umidade foi controlada irrigando as células periodicamente (geralmente a cada dois ou três dias, dependendo das condições dos compostos através do teste da esponja). Preveniu-se contra o excesso de agua não deixando que o volume utilizado ultrapassasse 60% do volume total da célula. Em algumas células, para controlar o excesso de agua, o sistema de aeração foi ligado de modo a controlar o mesmo.

Para o fornecimento de ar através do bombeamento de O_2, o aerador foi ligado em períodos pré-determinados (a cada dois ou três dias), ou quando se existiu a necessidade de resfriar o

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

composto. O oxigênio foi inserido com uma vazão de 6,30 m³/min e desligado quando houve queda de temperatura para a faixa ideal.

A relação C/N foi controlada alternando as quantidades de matéria orgânica verde, e matéria orgânica seca depositada em cada célula, aproximadamente 25cm de torta de mamona fornecendo nitrogênio, e 15cm de palha fornecendo carbono. Para não limitar o desenvolvimento dos microorganismos adicionou-se esterco bovino aumentando a concentração de nitrogênio no composto potencializando a decomposição.

Na analise de pH, uma amostra do composto foi levada ao laboratório e seguindo a metodologia durante três repetições, obteve-se pH segundo a tabela 3. Considerou-se a média das medidas para a amostra.

Tabela 3: Valores de pH para a amostra.

Repetição 1	**Repetição 2**	**Repetição 3**	**Média**
8.1	8.1	8.2	8.1

O pH mostrou-se dentro do esperado para a amostra de composto. Ao final do período de decomposição, os resíduos tiveram uma redução de 52% do seu volume inicial, um aspecto húmico, homogêneo e inodoro, conforme mostra figura 1, o que comprova que a compostagem é uma alternativa viável para a redução de resíduos.



Figura 1: Composto no final do processo de decomposição.

Os compostos gerados foram misturados, peneirados, homogeizados e peletizados. A formação destes pellets permitiu uma maior redução do volume por adensamento e transformação em partículas menores conforme figura 2. Os compostos quando transformados em pellets aumentaram o potencial nutricional do insumo, pois os grânulos concentram uma quantidade maior de nutrientes em um menor volume de material.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 2: Composto após a peletização.

CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados das analises feitas após o experimento, conclui-se que o processo de compostar os resíduos provenientes da extração de óleo é viável ambientalmente, pois reduz o volume de sólidos descartados sem finalidade correta. A transformação do composto em insumos agrícolas também faz parte de um processo sustentável pois o adubo gerado é considerado orgânico e não causa poluição do solo. Sua avaliação nutricional parece ter mais vantagens aos consumidos pelo mercado agrícola, pois seus componentes nutricionais tendem a ser superior aos demais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Lavras, ao laboratório de pesquisas em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel (G-Óleo) pelos recursos e oportunidades e às instituições de incentivo CNPq, FAPEMIG, FINEP e a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB).

REFERÊNCIAS

Prochnow, L. I.; Kiehl, J. C.; Pismel, F. S.; Corrente, J. E. **Controlling ammonia losses during manure composting with the addition of phosphogypsum and simple superphosphate**. Scientia Agricola, v. 52, n. 2, p.346-349, 1995.

Holanda, A. **Biodiesel e Inclusão Social.** Brasília, DF: Câmara dos Deputados – Coordenação de Publicações, 2004, 200 p. (Caderno Altos Estudos).

FERNANDES, F; SILVA, S. **Manual pático para a compostagem de biossólidos.** Universidade Estadual de Londrina – UEL, 1996.
CARVALHO, G. J. **Compostagem de resíduos agrícolas.** Universidade Federal de Lavras, 1999 (Circular Técnica). 12 p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UMA CÓRNEA UTILIZANDO OTIMIZAÇÃO

HANNA SÉRGIA SOUSA DE MAGALHÃES[1], RICARDO RODRIGUES MAGALHÃES[2]

[1] Mestranda em Engenharia de Sistemas e Automação, Universidade Federal de Lavras - UFLA, (35) 9802-2007, hannasmagalhaea@gmail.com
[2] Professor, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-5234, ricardorm@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Otimização por Enxame de Partículas (PSO) é uma técnica de inteligência artificial (AI), que pode ser usada para encontrar soluções aproximadas para problemas numéricos de maximização e minimização extremamente difíceis. Neste trabalho, utilizou-se um algoritmo de PSO, originalmente desenvolvido na plataforma Visual Basic® para uma amostra de córnea humana. Por meio dos resultados de simulações via análise inversa pelo Método dos Elementos Finitos (MEF), em conjunto com o algoritmo do PSO, foram determinadas as propriedades mecânicas de uma córnea. Nas simulações, buscou-se aliar a capacidade de análise do MEF à simplicidade e robustez do PSO. Para A obtenção dos dados de entrada no algoritmo PSO, foram utilizados dados experimentais oriundos da Universidade de Liverpool-UK, sendo possível definir a função objetivo. O principal objetivo deste trabalho foi gerar curvas de deformação próximas aos dados obtidos experimentalmente, a partir de valores máximos e mínimos de duas incógnitas (propriedades hiperelásticas da córnea). Resultados das simulações mostraram que, ao variar os limites máximos e mínimos das variáveis, valores de deslocamentos obtidos foram coerentes com a função objetivo.
PALAVRAS–CHAVE: Otimização por Enxame de Partículas, Método dos Elementos Finitos, córnea humana.

DETERMINATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF A CORNEA USING OPTIMIZATION

ABSTRACT: Particle Swarm Optimization (PSO) is an artificial intelligence technique (AI) that can be used to find approximate solutions to numerical problems of maximization and minimization with extreme difficulty. In this study, PSO algorithm was used, originally developed in the Visual Basic ® platform for a sample of human cornea. Through the results of simulations via inverse analysis by the finite element method (FEM), in conjunction with the PSO algorithm, the mechanical properties of de cornea were analyzed. In the simulation, the combination of MEF analytical capacity and the simplicity and robustness of the PSO was used. For obtaining the input data the PSO algorithm was used experimental data from the University of Liverpool - UK, which provided the objective function definition. The main objective of this work was to generate curves of the mechanical behavior close to the experimental data, from maximum and minimum values of two variables (cornea hyperelastic properties). Results showed that by varying PSO inputs displacement values were consistent with the objective function.
KEYWORDS: Particle Swarm Optimization, Finite Element Method, human cornea.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Problemas de otimização são frequentes em várias áreas do conhecimento na busca de melhores adequações de métodos e/ou processos empregados na engenharia e outras áreas. Muitos destes problemas demonstram ter um alto grau de dificuldade para a maioria das técnicas de otimização, o que por anos os deixou sem solução aparente. A partir da segunda metade do século XX, técnicas de otimização baseadas em processos aleatórios e guiadas por alguma heurística, conhecidas como técnicas estocásticas, começaram a ser desenvolvidas e a ganhar destaque ao obterem algum êxito na solução de problemas que até então encontravam-se sem solução. A partir de então, diversas outras técnicas de otimização baseadas nos mesmos conceitos, porém com outras características (guiadas por outras heurísticas) foram desenvolvidas e puderam ser implementadas cada vez com maior eficiência para os mesmos problemas dado também pelo avanço da capacidade de processamento dos computadores.

Soares (1997) define otimização, como sendo um mecanismo de análise de decisões complexas, envolvendo seleção de valores para variáveis, com o simples objetivo, o de quantificar performance e medir a qualidade das decisões. A intenção do algoritmo é encontrar a melhor solução, respeitando, se necessário, restrições de viabilidade imposta aos parâmetros do problema

Otimização por Enxame de Partículas (PSO) é um método computacional baseado em pesquisa estocástica, desenvolvido para ser uma ferramenta versátil e eficiente para problemas de engenharia envolvendo análise inversa. PSO é uma técnica de inteligência artificial (AI), que pode ser usado para encontrar soluções aproximadas para problemas numéricos de maximização e minimização extremamente difíceis.

Neste trabalho, utilizou-se um algoritmo baseado no método PSO, originalmente desenvolvido na plataforma Visual Basic® para uma amostra de córnea humana. Por meio dos resultados de simulações, via Método de Elementos Finitos (MEF), em conjunto com o algoritmo do PSO, foram determinadas as propriedades mecânicas de uma córnea, via análise inversa.

O procedimento adotado neste projeto contempla a utilização do PSO, como método de avaliação dos resultados de simulação. Entre outros benefícios, a metodologia poderá ser empregada na determinação de propriedades mecânicas de materiais biológicos, mais especificamente em córneas. Isto poderá auxiliar médicos e pesquisadores no desenvolvimento de procedimentos cirúrgicos ou cura de doenças nos olhos.

MATERIAL E MÉTODOS

Definição da Função Objetivo

Para os experimentos, busca-se aliar a capacidade de análise do MEF à simplicidade e robustez do PSO. Para obtenção dos dados de entrada para o algoritmo PSO, foram utilizados dados experimentais oriundos da universidade de Liverpool-UK, sendo possível definir a função objetivo. Nestes experimentos, os corpos-de-prova (córneas) foram fixados na borda, carregamentos foram aplicados com pressão interna de 45mmHg, a fim de se medir, experimentalmente, os deslocamentos na região central da córnea (pupila) por meio de processamento digital de imagens. Todo o aparato experimental encontra-se ilustrado na Figura 1.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

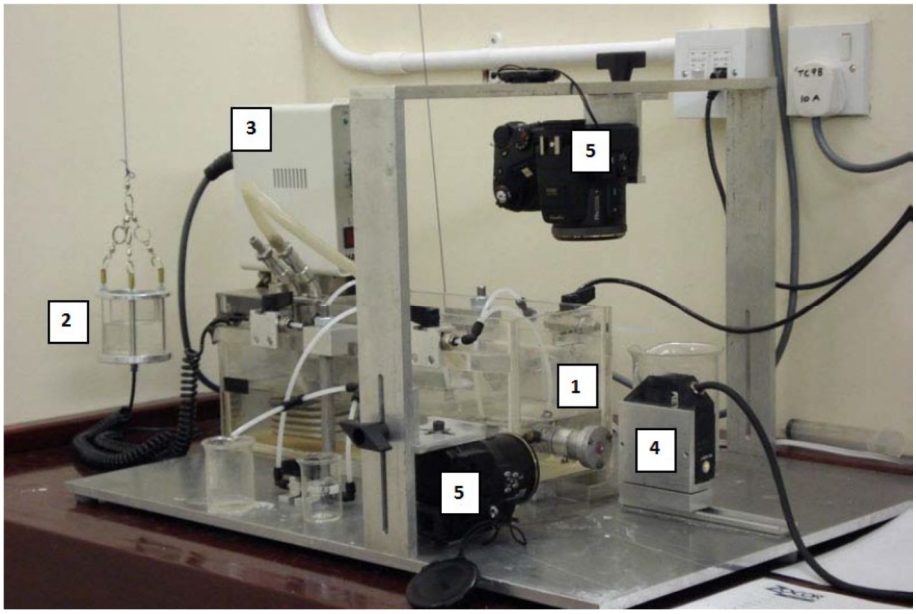


Figura 1 Aparato experimental
Fonte adaptado de ELSHEIKH (2010).
Legenda: 1- Região de fixação da córnea; 2 - Reservatório p/ aplicação da pressão; 3 – Controlador; 4 – Emissor de Laser; 5 - Câmeras CCD.

Com base em dados experimentais gerados na Universidade de Liverpool para córneas humanas com idade de 50 anos, foi obtido o gráfico tempo *vs*. deslocamento.

A partir da curva gerada experimentalmente, definiu-se a função objetivo por um polinômio de 5º grau, Figura 2.

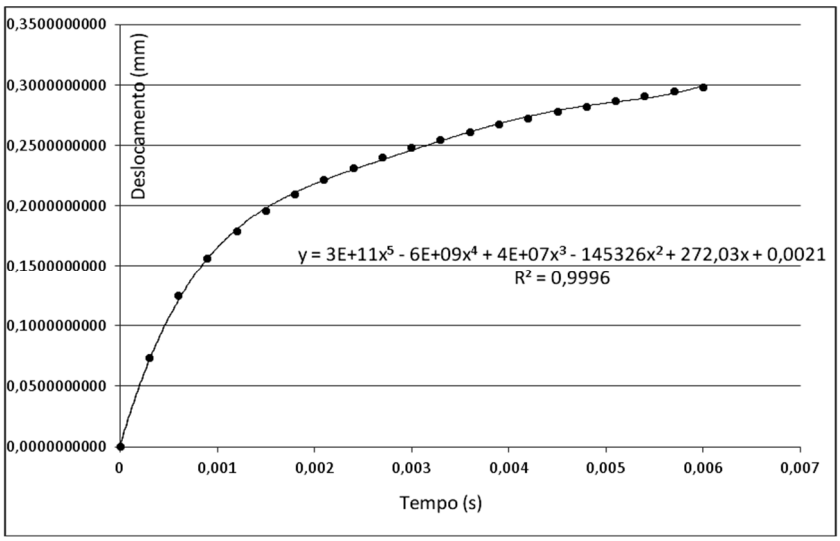


Figura 2 Gráfico da Função Objetivo (função polinomial de 5º grau)

O Algoritmo PSO aplicado ao problema de análise inversa

O algoritmo utilizado neste trabalho descreve um problema de *análise inversa*, que será solucionado via PSO. O objetivo é gerar curvas de deformação próximas aos dados obtidos

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

experimentalmente, a partir de valores máximos e mínimos de x_0 (primeira incógnita) e x_1 (segunda incógnita), como dados de entrada do algoritmo. Em geral, o PSO é adequado para os problemas numéricos com duas ou mais incógnitas, que é o caso deste trabalho.

A técnica de PSO implementada faz uso da deformação sofrida para o corpo-de-prova testado e as propriedades do material identificadas. A caracterização e análise dos materiais deverá ser realizada com o auxílio do método dos elementos finitos. Cada partícula que compõe a população do PSO é um vetor de dimensão dois, no qual cada dimensão armazena o valor de uma dos parâmetros da solução do problema de reconhecimento. Os valores possíveis para cada dimensão estão dentro de intervalos definidos em tempo de execução.

O algoritmo PSO trabalha em um laço de repetição. Em cada iteração do laço, a partícula é atualizada com base no espaço de busca e na velocidade. O número de partículas é definido pelo usuário na busca de uma solução ótima em cada iteração. No caso deste trabalho, o usuário entra com quatro valores, aqui denominados por "limites", que são valores máximos e mínimos das incógnitas a serem obtidas, neste caso, mínimo de μ, máximo de μ, mínimo de α e mínimo de α, conforme pode ser verificado no início do fluxograma apresentado na Figura 3. O segundo passo é a geração de um arquivo denominado *material.txt*, o qual é utilizado para substituir valores aleatórios de μ e α a cada iteração/simulação. Deste modo, é possível obter simulações diversas e gerar nova curva de tempo *vs.* deslocamento a cada iteração. O algoritmo deve ser capaz de comparar a função objetivo (Figura 2) com as curvas oriundas das simulações, no intuito de obter valores otimizados para μ e α.

Ao final do número total de iterações (valor estabelecido pelo usuário), a partícula apresenta a solução otimizada de "μ" e "α". Estas incógnitas representam as características mecânicas de córneas humanas.

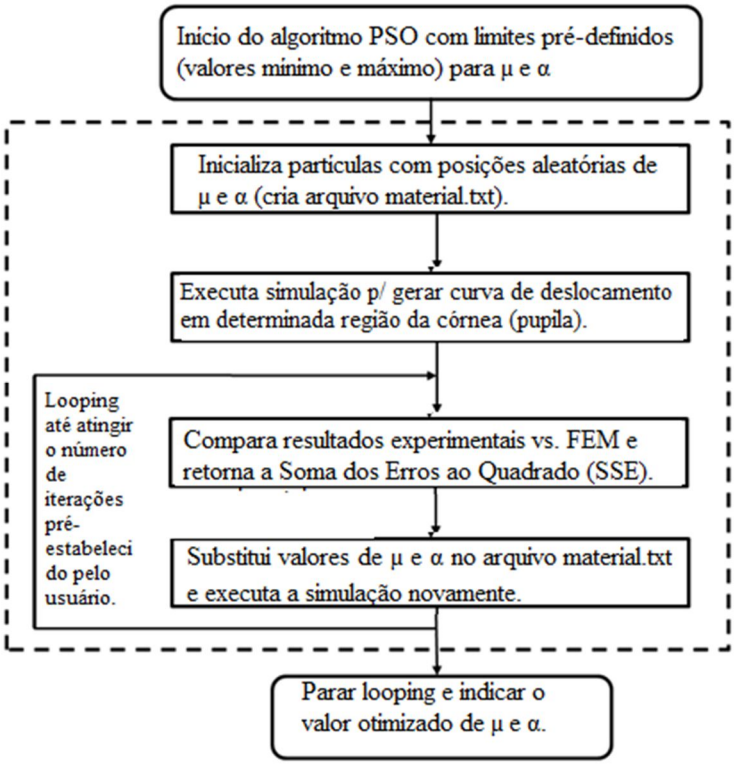


Figura 3 Fluxograma PSO/FEM

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A soma dos erros ao quadrado (SSE) é obtida a partir da diferença entre os valores de deslocamento oriundos das simulações e os pontos gerados pela curva da função objetivo (Figura 2):

$$SSE = \sqrt{\sum_{1}^{n} \frac{(Pp - D)^2}{n}} \qquad (1)$$

onde P_p são os deslocamentos provenientes da equação polinomial da função objetivo, D são os deslocamentos simulados e n é o número de pontos analisados.

Geração do Modelo Geométrico da Córnea

A geometria do olho humano foi gerada por um programa na *Universidade de Liverpool*, chamado de *OcularModelGeneration*, tendo como objetivo a criação do modelo estrutural e sua interface. As geometrias iniciais das córneas foram obtidas também pelo programa *OcularModelGeneration,* sendo que algumas geometrias foram modificadas, de acordo com os cenários simulados. Essas modificações se deram por intermédio do software Abaqus®, versão estudante.

Neste trabalho, o MEF foi utilizado para simular diferentes propriedades mecânicas dos materiais e fornecer dados de deslocamentos em pontos específicos da geometria. Para isto, mediu-se o deslocamento na região central da córnea (Figura 4.b) em função de uma pressão aplicada na região interna da córnea, levando-se em consideração a região de fixação da mesma no globo ocular (Figura 4.a). Os resultados de deslocamento foram utilizados pelo algoritmo PSO para comparar com valores da função objetivo em cada iteração.

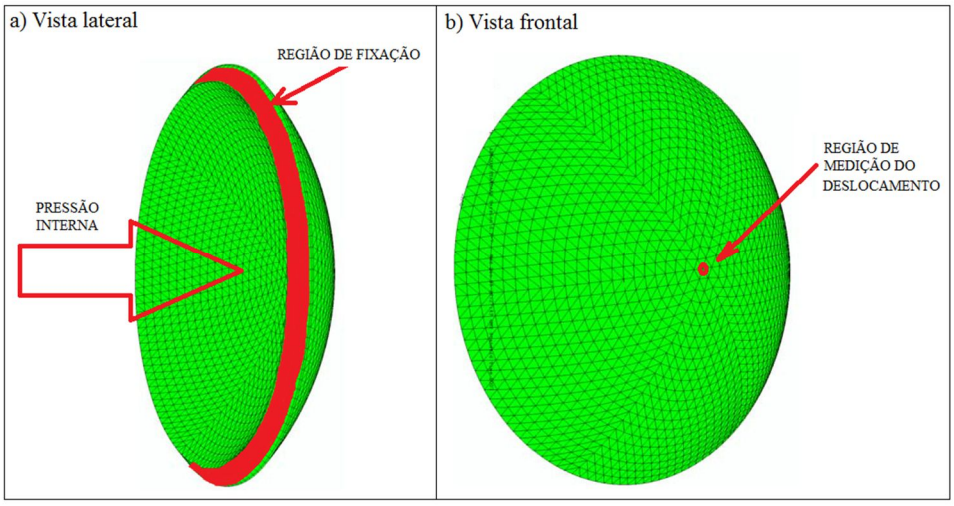


Figura 4 Exemplo de dados de contorno em córneas para simulação via MEF

Geração dos arquivos para simulação

Foi utilizado um arquivo denominado *InputFile.inp,* contendo todas as informações que determinam a estrutura da córnea: o número de elementos, o número de nós, pressão, entre outras. Este arquivo serve como dados de entrada para o software Abaqus®. A partir do arquivo

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

InputFile.inp gerado pelo programa *OcularModelGeneration* e de dois algoritmos, *Analysis batch file.bat* e *Out Node.py* para realizar a análise dos dados que foram gerados.

Um outro algoritmo denominado *Analysis_batch_file.bat* foi responsável por executar o software Abaqus® sem a necessidade de abrir sua interface gráfica, gerar arquivo contendo os dados de saída com extensão *.odb e executar o algoritmo *Out_Node.py* (desenvolvido na linguagem livre Python®), que serve para gerar a curva simulada de deslocamento. O algoritmo PSO implementou todo esse processo, trabalhando em sinergia com o Abaqus®.

O algoritmo PSO (desenvolvido na plataforma Visual Basic®) executou o arquivo *Analysis_batch_file.bat*, o qual executa a simulação via Abaqus® a partir de um arquivo contendo os dados de entrada (arquivo *InputFile.inp*) e gera um arquivo contendo dados de saída com extensão *.odb (arquivo contendo resultados do Abaqus®) e executa o arquivo Python, que usa o arquivo *.odb para gerar a curva tempo (ou pressão) *vs.* deslocamento.

Neste trabalho, a curva tempo *vs.* deslocamento simulada foi gerada por meio de um arquivo denominado *"displacement.txt"*, o qual é um arquivo de texto que serve para ser comparado com a função objetivo no programa PSO. O algoritmo PSO trabalha em um laço de repetição (*looping*), utilizando o número de iterações pré-definidas pelo usuário e executa o *looping* até que este número máximo de iterações seja atingido.

Em resumo, o algoritmo PSO gera valores de deslocamentos e os compara com a função objetivo, a fim de proporcionar dados de entrada para a próxima iteração, objetivando-se assim otimizar as propriedades mecânicas do material por meio de métodos de análise inversa utilizando o MEF.

Modelagem Matemática

Os modelos geométricos em três dimensões foram gerados via *software* comercial Abaqus (versão 6.14 student). A Figura 5 mostra a malha de elementos finitos gerada por meio do software Abaqus®, trata-se do modelo discretizado da córnea de um olho humano a partir de dados geométricos oriundos do programa *OcularModelGeneration*.

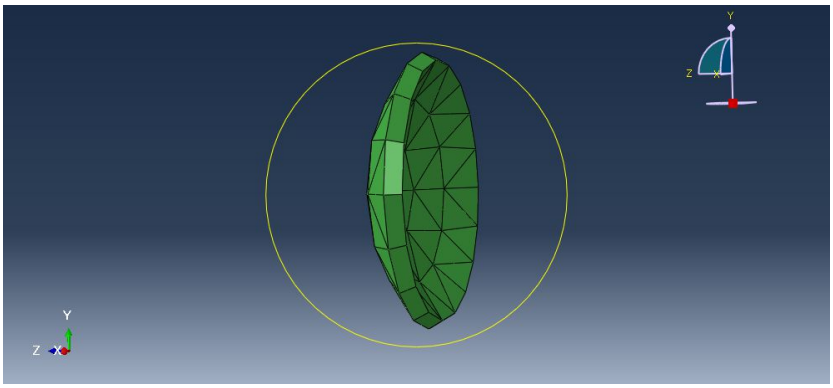


Figura 5 Região discretizada da Córnea

Para cada modelo geométrico gerado foi atribuído um cenário diferente, baseado em valores mínimos e máximos de nós suportados pela versão do Abaqus® utilizada, ou seja, 1º cenário ao 4º cenário (Tabela1). Valores aleatórios do número de nós, entre o máximo e o mínimo foram atribuídos para os demais cenários.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1 - Simulações Realizadas

Cenários	Nº de Nós	Nº de Elementos	Nó/elemento
1º cenário	74	54	6 nós/elem
2º cenário	291	54	15 nós/elem
3º cenário	753	150	15 nós/elem
4º cenário	938	864	6 nós/elem

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após estabelecidas as condições de contorno (carregamentos e restrições) no programa Abaqus®, as simulações numéricas foram realizadas em conjunto com o algoritmo PSO para obtenção das propriedades mecânicas do material testado.

Pelo fato do segundo cenário analisado (291 nós e 54 elementos) ter apresentado menor Erro (SSE = 0,0015), valores limites pré-definidos para μ e α foram estabelecidos para se testar a estabilidade dos resultados em razão da variação dos valores de entrada no algoritmo PSO.

Tabela 2 - Simulações Realizadas com diferentes limites

PARÂMETROS	μ_1 LIMITES (MIN-MAX)	α_1 LIMITES (MIN-MAX)
1	**0.00001-1**	**20-400**
2	**0.00001-1**	**10-200**
3	**0.02-0.2**	**20-150**
4	**0.01-0.1**	**60-240**
5	**0.025-0.075**	**60-150**
6	**0.001-0.8**	**40-300**

A título de comparação, valores de μ_1 = 0.054 e α_1 = 110.45 foram obtidos por meio de um software comercial (HEEDS), licenciado e utilizado pela Universidade de Liverpool. Este software é largamente utilizado em laboratórios e empresas especificamente para fins de otimização.

Tabela 3 – Resultado do 2º cenário

Erro (SSE) = 0,0015
Melhor posição / solução:
μ = 0,0556
a = 106,85

Tabela 4 – Resultado originados pelo software HEEDS

μ = 0,054
a = 110,45

Levando-se em consideração o valor de SSE = 0,0015 para o 2º cenário, sendo obtidos valores aproximados de μ_1 = 0,0556 e α_1 = 106,85 para o PSO, pode-se afirmar que a diferença de valores tanto de μ_1 quanto de α_1 esta na ordem de 3% em relação aos valores obtidos pelo software comercial HEEDS.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

Visto que a diferença obtida entre PSO e o software comercial (HEEDS), para o 2º cenário testado foi de aproximadamente 3% (estável), pretende-se reduzir esta diferença para novos cenários e testar valores de μ e α para um número maior de variáveis, ou seja, N = 3. Para isto, deverão ser analisadas diferentes condições de contorno, ou seja, valores mínimos e máximos de μ_1, α_1, μ_2, α_2, μ_3, α_3, como dados de entrada.

Como este projeto trata-se de uma dissertação de mestrado em andamento, deverão ser realizados novos testes experimentais para todos os cenários a fim de validar a metodologia para um número maior de variáveis.

REFERÊNCIAS

ELSHEIKH, A. **Understanding corneal biomechanics through experimental assessment and numerical simulation**. *(S.l.): Nova Science Publishers*, 2010.

SOARES, R. C. **Otimização de seções transversais de concreto armado sujeitas à flexão: aplicação a pavimentos.** Dissertação (Mestrado) – *Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo*, São Carlos. 1997.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES REGIONAIS APLICAVEIS A AVALIAÇÃO DO REGIME DE VAZÃO PARA RIO JAGUARI

UILSON RICARDO VENÂNCIO AIRES[1], JOSÉ DE OLIVEIRA MELO NETO[2], ANDRÉ FERREIRA RODRIGUES[3], GUSTAVO ALVES PEREIRA[4], CARLOS ROGÉRIO DE MELLO[5]

[1] Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35) 9161-2562, uvaires@gmail.com
[2] Doutorando Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[3] Graduando Eng. Ambiental e Sanitária, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[4] Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[5] Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A caracterização do regime de escoamento de um curso d'água é fundamental para a avaliação da disponibilidade hídrica de um bacia hidrográfica. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi determinar os indicadores regionais para avaliar o regime de vazão do Rio Jaguarí. Para isso, foi utilizado uma série histórica de vazão com um período de observação de 30 anos (1950 a 1978), pertencente a rede monitoramento da Agência Nacional de Águas (ANA). A estação fluvial que contém a base de dados deste estudo está localizada no município de Bragança Paulista, SP. Foram estabelecidos indicadores aplicáveis à apropriação de vazão média, mínima e máxima. Para a vazão média os indicadores regionais abordados foram a vazão média de longo termo (Qmlt) e o rendimento específico de longo termo (REQmlt). Para a vazão mínima, foram analisados a vazão mínima de 7 dias associada a um tempo de retorno de 10 anos (Q7,10), o rendimento específico mínimo (RE7,10), o rendimento especifico associado a uma vazão igualada ou superada em 90% do tempo (RE90) e o índice de vazões de referências (Ic). Para a vazão máxima, foram abordados o rendimento especifico máximo (REqmax) e a vazão máxima associada a um tempo de retorno de 100 anos (Q100). Observou-se um REQmlt de 18,72 l\s .km², o RE7,10 e 0 RE90 apresentaram um valor de 3,87 l\s.km² e 7,63 l\s.km² respectivamente, o que indica um rendimento específico considerado alto. Já o REqmax foi de 74,36 l\s.km² e o valor de IC foi de 1,97, este demostra que, em termos de outorga, a vazão Q7,10 é o valor mais restritivo.
PALAVRAS–CHAVE: Regime de escoamento, disponibilidade hídrica, rendimento hídrico.

DETERMINATION OF THE REGIONAL INDICATORS APPLICABLE TO EVALUATION OF FLOW REGIME FOR RIO JAGUARI

ABSTRACT: The characterization of the flow of a watercourse is fundamental to the assessment of water availability of a watershed. In this context, the aim of this study was to determine the regional indicators to evaluate the flow regime of the river Jaguarí. For this, we used a historical series of flow with a 30-year observation period (1950-1978), it belong to the network monitoring of the National Water Agency (ANA). The river station that contains a database of this study is located in the city of Bragança Paulista, SP. Indicators were established governing the appropriation of average flow, minimum and maximum. For the average flow addressed the regional indicators were average flow of long term (Qmlt) and specific yield long-term (REQmlt). For the minimum flow, we analyzed the minimum flow of seven days associated with a 10-year return period (Q7,10), the

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

specific minimum income (RE7,10), the specific income associated with a flow equaled or surpassed in 90 % of the time (RE90) and the reference flow index (Ic). For maximum flow, they were addressed as much specific yield (REqmax) and the maximum flow associated with a return period of 100 years (Q100). There was a REQmlt 18.72 l \ s .km² the RE7,10 0 RE90 and showed a value of 3.87 l \ s.km² and 7.63 l \ s.km² respectively, indicating a yield specific considered high. Already REqmax was 74.36 l \ s.km² and the value of Ic was 1.97, this demonstrates that in terms of grants, the Q7,10 flow is the most restrictive.
KEYWORDS: Flow regime, water availability, weather stations, water yield

INTRODUÇÃO

No Brasil, cada vez mais vem sendo exigido um maior gerenciamento dos recursos hídricos, cujo o objetivo é disciplinar e melhorar o manejo deste, reduzindo conflitos e diminuindo custos, bem como consequências danosas em seus aspectos qualitativos e quantitativos. Onde se acentua a importância da determinação de valores adequados de vazões de referência para a disponibilidade hídrica (MELLO; VIOLA e BESKOW, 2010).

O estudo do regime de vazões é fundamental para a compreensão do ciclo da água em bacias hidrográficas, uma vez que este represente o comportamento hidrológico frente as alterações climáticas e antrópicas, como eventos extremos de precipitação e de alterações no uso do solo, respectivamente (OLIVEIRA, 2013).

A quantificação dos recursos hídricos depende de observações de variáveis que apresentam um comportamento temporal e espacial aleatório, onde as estimativas dependem de amostras confiáveis e representativas de informações observadas localmente no sistema que se pretende analisar (REIS et al., 2008).

No estudo de vazões, estas podem ser caracterizadas como mínimas, médias e máximas, sendo as duas primeiras fundamentais para o estudo da disponibilidade hídrica e a concessão de outorgas de direito do uso da água, ferramentas fundamentais para o gerenciamento dos recursos hídricos (OLIVEIRA, 2013). Já as vazões máximas associadas a um Tempo de Retorno (TR), são empregadas principalmente em estudos para o dimensionamento de obras hidráulicas (MELLO e SILVA, 2013).

Neste contexto, as vazões mínimas têm recebido atenção especial, pois representam as condições críticas da bacia, uma vez que ocorrem períodos de estiagem, em que a oferta de água é comprometida. Elas refletem também a capacidade de produção de água de uma bacia hidrográfica, pois resultam do fenômeno de recarga do aquífero subterrâneo (OLIVEIRA, 2013).

Os índices de vazões mínimas são muito empregados como referência para a vazão outorgada, em que é considerada uma porcentagem destes índices, de forma que não comprometa o escoamento no curso d'água. De maneira geral, em rios perenes, são utilizados os índices $Q_{7,10}$ (valor mínimo das vazões médias de 7 dias consecutivos, com o tempo de retorno de 10 anos) e as vazões de permanência Q_{90} (valor mínimo da vazão que ocorre em 90% do tempo no manancial, obtido da curva de permanência de vazão) e Q_{95} (valor mínimo da vazão que ocorre em 95% do tempo no manancial, obtido da curva de permanência de vazão (OLIVEIRA, 2013).

As informações sobre a disponibilidade hídrica também podem ser expressa segundo os rendimentos específicos, como exemplo o $RE_{7,10}$ e o $RE_{90\%}$. Estes indicam a vazão por unidade de área de drenagem, neste caso, expressos em l. s^{-1} km^{-2}, os quais são derivados das vazões $Q_{7,10}$ e $Q_{90\%}$. É evidente que o $RE_{7,10}$ fornece os menores valores, sendo portanto o mais restritivo (MELLO e SILVA, 2013).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estabelecer indicadores regionais aplicáveis a avaliação do regime de vazão para o Rio Jaguarí, SP, pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

O Rio Jaguarí pertence a Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, e possui uma área de drenagem de 1690 km². No Estado de São Paulo, está localizado na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRH) 5, sobre o gerenciamento do Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Jundiaí e Capivari.

A estação fluviométrica que contém a base de dados de estudo está localizada no Município de Bragança Paulista, SP, nas coordenadas de latitude -22º52' e longitude de -46º37', pertencente a rede monitoramento da Agência Nacional de Águas (ANA). Para estabelecimento dos indicadores regionais foi utilizada uma série histórica de dados de vazão com um período de observação de 28 anos (1950-1978). Para manipulação dos registros de vazão foi utilizado o programa computacional HIDROWEB, de domínio público e disponibilizado pela ANA.

Foram calculados os indicadores aplicáveis a apropriação de vazões médias, vazões mínimas e vazões máximas. Para as vazões médias foram abordados a vazão média de logo termo (Qmlt), representa o valor médio observado entre as vazões da série histórica e o rendimento específico de longo termo (REQmlt), dado pela equação 1.

$$REQmlt = \frac{Qmlt}{A} . 1000 \quad (1)$$

Onde a Qmlt é expressa em m³\s e a área de drenagem de km².

Para as vazões mínimas, foi calculada a $Q_{7,10}$, em que se empregou a da distribuição Gumbel para Mínimos, desenvolvida para trabalhar com séries históricas de valores mínimos. Foi abordado também a Q_{90}, onde se empregou a análise de distribuição de frequência para a sua determinação. Foi calculado o $RE_{7,10}$, que pode ser obtido através da equação 2.

$$RE_{7,10} = \frac{Q_{7,10}}{A} . 1000 \quad (2)$$

Onde a $Q_{7,10}$ é expressa em m³\s e a área de drenagem de km².

Também foi calculado o RE_{90}, que pode ser expresso pela equação 3.

$$RE_{90} = \frac{Q_{90}}{A} . 1000 \quad (3)$$

Onde a Q_{90} é expressa em m³\s e a área de drenagem de km²

Também foi calculado o Índice de Comparação das vazões de referência (IC), que indica qual é o valor mais restritivo a ser utilizado em processo de outorga, e pode ser expresso pela equação 4.

$$I_c = \frac{RE_{90}}{RE_{7,10}} \quad (4)$$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Para a vazão máxima, que compreende o maior valor de vazão observado em um período de análise, foi calculado a vazão máxima de ocorrência em período associado a 100 anos, através da distribuição Gumbel para máximos. Também o Rendimento específico máximo (RE_{max}), que pode ser obtido pela equação 5.

$$RE_{max} = \frac{Q_{mc}}{A} . 1000 \quad (5)$$

Onde a Q_{mc} é a vazão média das máximas diárias anuais, expressa em m³\s e a área de drenagem de km².

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 pode-se verificar o comportamento das vazões médias anuais do Rio Jaguarí, para o período de análise.

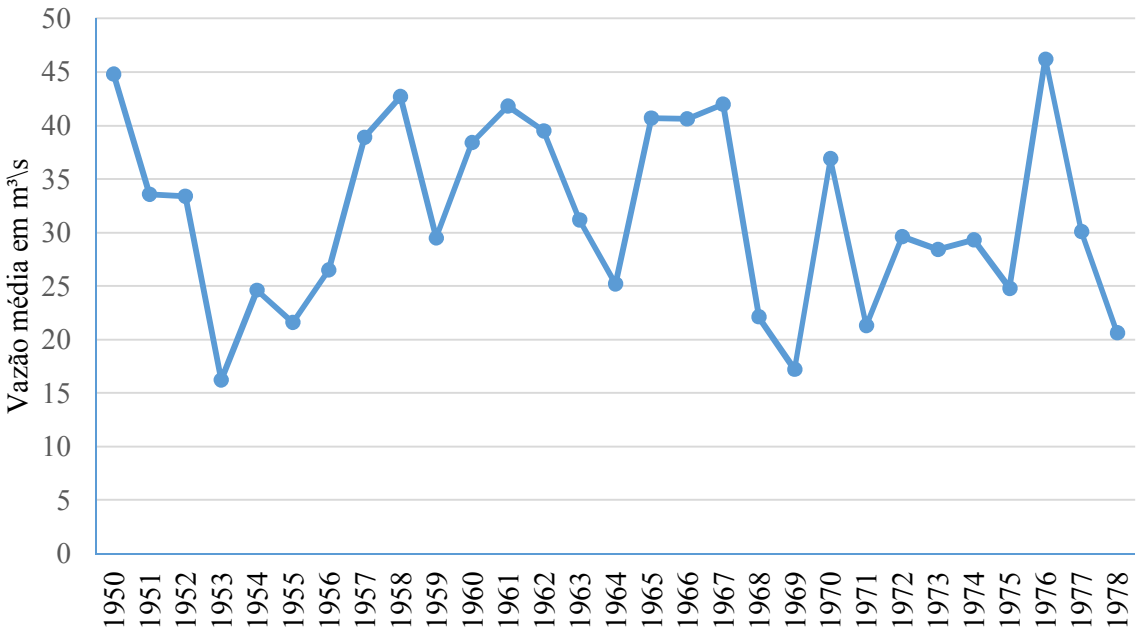


Figura 1 – Valores da vazão média anual entre 1950 a 1978 para o Rio Jaguarí

Dentro do período de análise, verificou-se que o menor valor médio de vazão anual encontra-se no ano de 1953, com 16,2 m³\s. Já o maior valor médio da vazão anual encontra-se em 1976, com um número de 46,2 m³\s. A $Q_{7,10}$ calculada apresentou um valor de 6,54 m³\s, o que significa que o menor valor médio anual de vazão observada é superior em 40,4% a $Q_{7,10}$. E a o maior valor médio anual da vazão é 76,0% menor que o valor da Q_{mc} que foi de 60,8 m³\s. Isso demonstra a importância a adoção da metodologia dos indicadores regionais para a gestão dos recurso hídricos, pois os valores médios não são representativos em termos de vazões máximas e mínimas de curso d'água.

Na Tabela 1, pode-se verificar os valores obtidos para os indicadores regionais de vazão, calculados para o Rio Jaguarí.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1 - Indicadores regionais de vazão calculados para o Rio Jaguarí para o período de 1950 a 1978

Índice	Valores
Qmlt	31,64 m³\s
REQmlt	18,72 l\s . Km²
REQmax	35,98 l\s . Km²
Q100	559,37 m³\s
Q90	12,9 m³\s
RE7,10	3,87 l\s .km²
RE90	7,63 l\s. km²
IC	1,97

Nota-se que o índice de comparação das vazões de referência foi de 1,97, como este relaciona o $RE_{7,10}$ com o RE_{90}, com um valor superior a 1, implica que o $RE_{7,10}$ é relativamente inferior ao valor do RE_{90}, o que significa que em termos de outorga, a vazão $Q_{7,10}$ apresenta o valor mais restritivo.

O rendimento específico está associado com a capacidade de produção de água em uma bacia hidrográfica, como pode ser analisado na Tabela 1, o rendimento máximo foi de 35,98 l\s .km², enquanto que o rendimento médio de longo termo foi de 18,72 l\s.km², que são valores considerados altos.

CONCLUSÕES

Conclui-se que, o estabelecimento de indicadores regionais de vazão são fundamentais para a gestão dos recursos hídricos, pois permite conhecer as características do regime hidrológico de um curso d'água, o que permite a sua utilização de maneira sustentável, evitando prejudicar as suas características quantitativas e qualitativas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG pela a concessão de bolsas de estudos essenciais para o desenvolvimento de pesquisas.

REFERÊNCIAS

MELLO, C. R.; SILVA, A. M. **Hidrologia:** Princípios e aplicações em sistemas agrícolas. Lavras: UFLA, 2013. p. 163-247

MELLO, C. R.; VIOLA, M. R.; BESKOW, S. Vazões Máxima e Mínimas para Bacias Hidrográficas da Região Alto Rio Grande, MG. **Ciênc. Agrotec,** Lavras, v. 34, n. 2, p. 494-502, 2010

REIS, J. A.T.; GUIMARÃES, M. A.; BARRETO NETO, A. A.; BRINGHENTI, J. Indicadores Regionais Aplicáveis à Avaliação do Regime de Vazão dos Cursos d'Agua da Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana. **Rev. Geociências,** São Paulo, v. 27, n.4, p. 509-516, 2008

OLIVEIRA, V. A. **Regionalização de Vazões nas Regiões das Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos GD1 e GD2, Minas Gerais.** 2013. 99 f. Dissertação (Mestrado) em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DIAGNÓSTICO DAS INFRAÇÕES AMBIENTAIS OCORRIDAS NA ÁREA DO 1º GRUPO DE POLÍCIA MILITAR DO MEIO AMBIENTE LAVRAS/MG NO ANO DE 2009

LEANDRO VIEIRA[1], FERDINANDO FILETTO[2]

[1] Especialista, Polícia Militar de Minas Gerais, 35-3829-3200, leandorvieiraa@bol.com.br
[2] Doutor, Universidade federal de Mato Grosso, 65-9245-1250. ffiletto@hotmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de proceder a uma avaliação das infrações ambientais ocorridos na área do 1º Grupo de Polícia Militar do meio ambiente sediado em Lavras/MG no ano de 2009. O grupo possui sob sua jurisdição 12 municípios da mesorregião do alto Rio Grande: Bom sucesso, Carrancas, Ibituruna, Ijaci, Ingaí, Itumirim, Itutinga, Lavras, Luminárias, Nepomuceno Perdões e Ribeirão Vermelho. Este estudo foi realizado com intuito de conhecer as infrações ambientais ocorridos em cada município e sua frequência no ano de 2009. O estudo apontou, que se o policiamento ambiental for lançado de forma regionalizada, conforme as ocorrências de cada município poderão tornar mais eficientes as patrulhas ambientais nos municípios estudados.
PALAVRAS CHAVES: Infrações Ambientais. Polícia Militar do Meio Ambiente. Avaliação.

VIOLATIONS OF THE ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OCCURRING IN THE AREA 1 MILITARY POLICE GROUP ENVIRONMENT LAVRAS / MG IN 2009

ABSTRACT: This study was developed in order to carry out an assessment of environmental violations that occurred in the area of the 1st Military Police Group of the environment based in Lavras / MG in 2009. The group has under its jurisdiction 12 districts of the upper messoregião Rio Grande: Good success, Carrancas, Ibituruna, Ijaci, Ingaí, Itumirim, Itutinga, Lavras, Fixtures, Nepomuceno, Pardons and Ribeirão Vermelho. This study was performed in order to meet the environmental violations that occurred in each municipality and its frequency in 2009. The study found that the environmental policing is launched on a regional basis, as the occurrences of each municipality could be made more efficient patrols environmental in the cities studied.
KEYWORDS: Environmental Violations. Military Police of the Environment. Evaluation.

INTRODUÇÃO

A importancia da preservação ambiental passou a ser preocupação mundial e nenhum país pode eximir-se de sua responsabilidade. A evolução do homem foi longa ate atingir uma consciência plena e completa da necessidade da preservação do meio ambiente. Nao por causa das ameaças que vem sofrendo nosso planeta, mas pela necessidade de preservar os recursos naturais, que são finitos, para as futuras gerações.

Diante da degradaçao do meio ambiente, o homem viu a necessidade de criar leis e códicos de postura, que protegessem o meio ambiente. Porém, somente as leis e os códigos, não foram o suficiente, pois os homens, de forma indiscriminada passaram a desobedecer a legislação que tinha sido criada. Então foi necessário a criação de orgãos de defesa e fiscalização, como por exemplo as

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Polícias Militares do Meio Ambiente, para fiscalizar as ações dos homens que degradassem o meio ambiente.

Atuar preventivamente na defesa do meio ambiente, com suas facetas multidisciplinares, é tarefa importante para os orgãos dos governos federais, estaduais e municipais. Para tanto é de suma importancia que esses orgãos de gestão e defesa do meio ambiente exerçam, com eficiencia, suas atribuições de garantir qualidade de vida para as atuais e futuras gerações.

Realizar um levantamento diagnostico das infrações ambientais ocorridas na área de atuação do 1º Grupo de Polícia Militar do meio ambiente no ano de 2009, com o intuito de subsidiar uma melhoria no lançamento do patrulhamento ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área onde foi realizado o estudo abrange 12 muncípios, Bom sucesso, Carrancas, Ibituruna, Ijaci, Ingaí, Itumirim, Itutinga, Lavras, Luminárias, Nepomuceno, Perdões e Ribeirão Vermelho, estes pertencem a microrregião do Alto Rio grande, localizada no Sul de Minas Gerais e Campos das Vertentes, centro oeste do Estado. Esta área ocupa uma espaço geográfico de aproximadamente 4.572,516 km^2 e é povoado por uma população de 186.694 habitantes.

A cidade de Lavras é a sede do 1º Grupo de Polícia Militar do Meio Ambiente, sendo este grupo responsável pelo policiamento ambiental em 12 municípios da área de abrangência da 6ª companhia de Meio Ambiente e Trânsito rodoviário, onde é realizada a fiscalização de ocorrências de Crimes Ambientais, com patrulhas aéreas, aquáticas e terrestres.

Os dados foram adquiridos através da pesquisa junto ao sistema informatizado de controle de Ocorrências Policiais da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais (Armazém de Dados/SM20 – *Data Warehouse5*), junto a Seção de Planejamento Operacional da 6ª Cia PM Ind MAT, unidade subordinada diretamente à Sexta Região de Polícia Militar (6ª RPM).

O referido armazém de dados é uma eficiente ferramenta para o Comando Geral da Polícia Militar de Minas Gerais obter uma gama de informações sobre o índice criminal afeto a segurança pública no Estado. Estes índices criminais subsidiam o Comando da Corporação para as tomadas de decisões estratégicas na busca incessante da manutenção da ordem pública e incolumidade das pessoas e do patrimônio no Estado de Minas Gerais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após coleta de materiais, junto ao banco de dados da Seção de Planejamento Operacional da 6ª Cia PM Ind. MAT, estes foram separados por municípios e pelos seguintes grupos de ocorrências: Fauna, Flora, Mineração, Pesca, Poluição e Queimadas, que são as ocorrências ambientais que mais ocorrem. Posteriormente foram confeccionados gráficos usando o programa Microsoft Office Excel – 2007. O que resultou nas observações descritas em de cada município.

O banco de dados da Seção de Planejamento Operacional da 6ª Cia PM Ind. MAT, foi gerado através dos boletins de ocorrência da Policia Militar do Meio Ambiente, registrados durante o ano de 2009 nos municípios estudados.

Foi constatado pelo pesquisador que no ano de 2009 ocorreram 504 infrações ambientais nos 12 municípios estudados e a infração ambientai que mais ocorreu, foi no setor pesca com 319 ocorrências que representam 64% do total. Este fato era esperado, pois a área estudada é banhada pela bacia hidrográfica do Rio Grande e esta abastece os reservatórios das usinas hidrelétricas de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Furnas, do Funil e de Camargos, além de possuir outros rios importantes como o Rio Grande, Rio Capivari e o Rio das Mortes, todos estes caudalosos e piscosos, as espécies mais comuns e apreciadas pelos pescadores são: a Curimbatá **(*Prochilodus lineatus)***, a Piapara **(*Leporinus elongatus)*** *o Piau 3 pintas* ***(Leporinus friderici)*** o Lambari **(*Astyanax* sp),** a Traíra **(*Hoplias malabaricus)*** e o Dourado **(*Salminus brasiliensis)*,** este último muito perseguido pelos pescadores pela sua carne saborosa e pela sua esportividade na pesca, fato este que torna a região propicia a pesca predatória, principalmente no período de defeso, ou seja a piracema, que ocorre entre outubro e março, quando fica proibida a pesca, periodo onde foi sigficativo a ocorrências do setor pesca. Em trabalho anterior foi constatado índice proximos ao constatado neste este estudo no que diz respeito a infração ambiental de pesca.

Segundo Rocha (2010), a área de pesca, foi a mais sensivel de toda comarca, tendo no decorrer de 2009 , um total de registros na ordem de 127 infrações ambientais, atinentes a pesca. Os crimes relativos a pescasão responsáveis pelo indice de 53,4 % dos registros policiais do policiamento ambiental.

Nos municipios de Ingaí, luminárias e Carrancas praticamente nao foram contatados resultados significativos sendo que no municipio de Ingaí não houve ocorrências e houveram apenas 1 nos outros dois municípios. Todavia no município de Perdões foi contatado 101 ocorrências, o maior número constatado dentre os municípios, representando 31,66% dos casos, seguindo o municícpio de Ribeirão Vermelho apareceu com 57 ocorrências. A Usina Hidrelétrica do Funil está localizada entre os municípios citados, motivo o qual a pesca predatória é muito praticada nesta região, tendo inclusive uma área de 2 Km a jusante e a montante da usina onde a pesca é definitivamente proibida em todas às suas modalidades.

Em segundo lugar apareceram as infrações do setor flora com 112 ocorrências representando 23% do total apurado. A maioria das infrações ambientais do setor flora foram cometidas em áreas de preservação permanente(APP) em todos os 12 municipios foram observadas infraçõe do setor flora.

Em terceiro lugar apareceram as infrações do setor fauna, sendo observados em toda área estudada. No município de Lavras foi onde ocorreram o maior número de casos, provavelmente devido a uma maior atenção da fiscalização, tendo em vista a cidade ser a sede do quartel da Polícia |Militar do meio ambiente.

As infrações ambientais do setor fauna foram representadas principalmente por apreensões de pássaros silvestres como: o Canário da Terra **(*Sicalis flaveola)***, o Trinca Ferro **(*Saltator similis),*** dentre outros. Ocorrências de caça predatoria são menos registradas devido a dificuldade de flagrar o caçador durante o ato predatório.

As infrações nos setores mineração, poluição e queimadas foram as menos observadas com um total de 24 ocorrências durante o período estudado representando 4,76 % dos casos. Este dado não quer dizer que não acontecem estes infrações, mas também são fatos de difícil detecsão e a fiscalização tem sido operante nas atividades industriais de mineração ou que produzam qualquer tipo de poluição, seja atmosférica, hidrica ou do solo.

Os municipios que mais apresentaram infrações foram os municípios de Perdões, Lavras e Ribeirão Vermelho este fato é devido as infrações de pesca predatória, serem cometidas às margens do Rio Grande onde a margem direita pertence ao município de Perdões e a margem esquerda pertence a Lavras. As infrações no município de Ribeirão Vermelho são provenientes da área em que é proibida a pesca, que vai de jusante da Usina Hidrelétrica do Funil até a ponte rodoferroviária em Ribeirão Vermelho, onde é muito comum a pesca predatória, principalmente das espécies ***Salminus brasiliensis e Leporinus obtusidens.***

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Ocorrências ambientais no município de Bom Sucesso

Bom Sucesso está localido na mesorregião do oeste de Minas e microrregiao de Oliveira/MG. A economia e baseada na agropecuaria, no comércio e no turismo religioso.

O Rio das Mortes com diversas cachoeiras e corredeiras com proteção ambiental e em determinados trechos com pesca proibida em função da legislação brasileira que proíbe a pesca próxima a corredeiras e cachoeiras, explica a quantidade de crimes ambientais no setor pesca, 25 de um total de 37, isto representa 67,5% das infrações do município, no periodo estudado . Porém com uma pecularíedade, a maioria das infraçoes de pesca referem-se a transporte irregular de pescado e apetrechos de pesca em locais proibidos por pescador amador. Ou seja, a maioria das infrações foram constatadas durantes abordagem de veículos nas rodovias/estradas de ligação do município.

Logo em seguida aparece as infrações do setor flora com 8 infrações constatadas, representando 21,6% do total, é devido as grandes áreas de preservação permanente, em torno dos cursos d'água o que facilita esse tido de delito. Inclusive a maioria das infrações no setor flora foram em áreas de preservação permanente.

O setor mineração, aparece em terceiro lugar com 3 infrações, porém não foram especificadas qual delito foi constatado.

E por último, o setor fauna apareceu com apenas uma infração contatada, também não foi identificado o delito em especifico. Nos setores poluição e queimadas não foram constatadas infrações no período estudado.

Ocorrências ambientais ocorridos no município de Carrancas

O município de Carrancas está localizado na mesorregião sul do estado de Minas Gerais, e a microrregião do Alto Rio Grande. A economia é baseada na agropecuária e ecoturismo.

Considerado como um dos mais recentes polos de ecoturismo em Minas Gerais, Carrancas se destaca pelos inúmeros atrativos naturais, como rios e cachoeiras, e pelos tradicionais hábitos e costumes de seus habitantes.

O ambiente ainda conserva muitos remanescentes significativos da vegetação nativa, tanto em campos limpos quanto em formas florestais, como candeias, óleo copaíbas, ipês amarelos, corticeiras, jequitibás, barbatimão entre outras.

Isto pode explicar de forma clara a predominância das infrações ambientais no setor flora, foram no período estudado 7 casos de um total de 9, ou seja 77,7% dos crimes ocorridos no município, uma predominância muito alta.

Ocorreram também 1 registro de pesca ilegal e um de queimadas sem autorização do órgão competente. Os demais setores não apresentaram infrações no período estudado.

Ocorrências ambientais ocorridas no município de Ibituruna

Conhecido como "Berço da Pátria Mineira", foi o primeiro povoado fundado em Minas Gerais, em 1674, pelo bandeirante Fernão Dias Paes Leme.

A economia é baseada na agropecuária e no comercio local.

No muncipio os infração ambiental, foram menos relevantes, pois no ano de 2009 ocorreram apenas 8 episódios. A infração que mais destacou foi no setor flora, com 3 casos, sendo 100% destas em área de preservação permanente.

Posteriormente aparece os crimes do setor pesca com 2 casos. Porém apresenta uma pecularíedade importante. Todos as infrações referem-se a transporte de pescado, ou seja são

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

infratores que provavelmente estavam deslocando de seus destinos para áreas pesqueiras, como por exemplo Lavras e Bom Sucesso.

O setor mineração apareceu empatado com o setor pesca, com 2 episódios também, sendo que as infração não foram especificada.

O setor queimadas foi representado com um fato, sendo este provocar queimadas em área florestal. Os setores fauna e poluição não apresentaram nenhum fato no período estudado.

Ocorrências ambientais ocorridas no município de Ijaci

O município está localizado na mesorregião do Campos das Vertentes e na microrregião do Alto Rio Grande e às margens do lago da Usina Hidrelétrica do Funil. A base do comércio é a atividade de mineração de matéria prima para produção de cal, calcário e a produção de cimento, representado pela empresa Camargo Corrêa Cimentos S/A.

Durante o período estudado, foram constatados no município um total de 43 crimes ambientais, número representativo levando em consideração o tamanho do município.

O crime de pesca no município foi o maior, com 15 casos, ou seja 37,2% dos casos, isto pode ser explicado, pelo fato do município ser banhado pelas águas da represa da UHF, fato este que favorece a pesca proibida, inclusive dentro da cidade. Foi observado nos relatórios que grande parte dos crimes de pesca, foram cometidos por pescadores profissionais com equipamento proibido, isso quer dizer, pescar com redes de malha proibida ou com outros equipamentos também proibidos.

Em segundo lugar apareceu as infrações do setor flora com 12 episódios representando 27,9% dos casos. Sendo representados principalmente pela infração de desmatar/ suprimir/ extrair vegetação em área de preservação permanente. O crime de intervir em áreas de preservação permanente tem sido observado em todos os municípios da área estudada, inclusive de forma significativa no município de Ijaci. A instalação de condomínios náuticos às margens da represa da UHF, pode ter contribuído de forma relevante para o aumento deste índice.

Os crimes contra a fauna apareceram em terceiro lugar como os mais aparentes no município, com um total de 5 casos no período estudado, representando 11,62% dos fatos. A infração, de criar animais silvestres em cativeiro, sem autorização do órgão competente, apareceu 3 vezes, provavelmente, trata-se de criar passeriformes em cativeiro, fato muito comum em cidades do interior, principalmente na zona rural.

As infrações referentes a mineração, apareceram apenas uma vez, fato importante. Isso demonstra, que mesmo que a base da economia do município, seja a mineração a fiscalização ambiental neste setor está eficiente.

Os setores de poluição e queimadas não apareceram nem uma vez nos relatórios, porem isso não quer dizer que os delitos citados não ocorreram no município, sem necessário uma observação mais profunda.

Ocorrências ambientais ocorridas no município de Ingaí

O nome Ingaí originou-se da palavra indígena INGA-YBA, dado a árvore do INGÁ, muito encontrada nessa época na região. A economia do município é baseada na agricultura e pecuária, sendo estas na maioria de minilatifundiarios.

O município apresentou apenas 6 registros de infrações ambientais no ano de 2009, o setor flora foi representado com 5 episódios e o setor fauna com apenas 1 registro. Nos demais setores não foram cosntatadas nenhuma infração ambiental.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Ocorrências ambientais ocorridas no município de Itumirim

O município pertence a mesorregião do Campos das Vertentes e a microrregião de Lavras. Seu território é montanhoso, a cidade é entrecortada pelas serras do Campestre e da Estância sendo a última a mais alta e extensa do município e entre elas está situado o Canion da Pirambeira, no Rio Capivari, considerado o segundo melhor rio em Minas, para a prática de esportes radicais.

O município possui vários cursos d'agua, bem como varias cachoeira, contribuindo assim para grande incidência de crimes ambientais no setor flora, sendo em quase sua todalidade dentro de área de preservação permanente, sendo egistrados 12 episódios no ano de 2009.

O setor pesca apresentou também um número significativo de registro, sendo 5 no período estudado, o número refere-se a presença dos inúmeros curso d'agua do município, como já foi citado anteriormente.

O setor fauna aparece em terceiro lugar com 4 registros, sendo infrações diversas. O setor mineração apresentou apenas 1 registro e os setores poluição e queimadas não apresentaram nenhum registro.

Ocorrências ambientais ocorridas no município de Itutinga

O município pertence a messoregião dos Campos das Vertentes e a microrregião de Lavras. É banhado pelo Rio Grande e Rio Capivari. Possui instaladas duas usinas hidrelétricas (Itutinga e Camargos).

Como a região é montanhosa, há diversas cachoeiras e corredeiras formadas por ribeirões e riachos, provavelmene este é motivo pelo qual o crime do setor pesca aparece em primeiro lugar com 34 registros, representado 61,81% dos episódios no município.

Aparece em segundo lugar o crime do setor flora com 17 registros, ou seja 30,9% dos fatos, esta pecularied ade pode ser devido o município possuir vários curso d'agua e respectivamente possuir grades áreas de preservação permanente, sendo que a maioria das infrações foram registradas em APP.

O setor queimadas apareceu em terceiro lugar com 4 registros. Entretanto, nos setores fauna, mineração e poluição não foram constatados nenhum registro.

Ocorrências ambientais ocorridas no município de Lavras

Lavras é um município brasileiro da região do Campo das Vertentes. Lavras possui um elevado índice de qualidade de vida, sendo conhecida internacionalmente devido aos seus centros de excelência universitária. Tendo uma das melhores Universidades e Centro Universitário, do País.

O município de Lavras possui uma parcela grande dos crimes ambientais da área estudada, sendo o município que apareceu em primeiro lugar nas estatísticas, com um total de 83 infrações de total de 504, ou seja aproximadamente 16% das infrações da região estudada. Das infrações no município, apareceu em primeiro lugar a infração do setor pesca, com 53 casos, representando 63,85 % dos episódios. Este número expressivo, é justificado pela localização da Usina Hidrelétrica do Funil no município, isto favorece a pesca ilegal a jusante e a montante da barragem, onde os peixes ficam fulneráveis devido ao represamento do Rio Grande, facilitando assim a pesca ilegal.

Em segundo lugar, apareceram empatadas as infrações dos setores de fauna e flora com 14 infrações cada uma. Representando ambas Sendo apanhar e criar animais da fauna silvestre, as infrações mais registradas no setor fauna e explora e suprir vegetação sem autorização, no setor

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

flora. Apesar de Lavras ser um munícpio historicamente atigo, cuja ocupação da-se desde o início do século 18, ainda existem fragmentos e resquícios significantes da floresta nativa. Lavras encontra-se no ecótono Floresta Tropical Atlântica/Cerrado, caracterizando uma área importante para a conservação da biodiversidade. Os campo sujo, campo limpo, campo rupestre, mata ciliar, floresta estacional semidecidual, cerrado "stricto sensu", entre outras formações florestais, fazem parte da composição do bioma regional. A grande incidencia de infraçoes no setor flora, e devido a diversidade do bioma da região, pois a maioria das infrações é em área de preservação permanente.

As ocorrências contra a fauna, desconsiderando-se as de pesca, são marcadas pela captura e caça de animais (paca, capivara, tatu, veado, jacú,e pombas), notadamente com o uso de armadilhas e menor escala com o uso de armas de fogo. O uso de armas de fogo esa caindo em desuso, devido principalmente ao rigor da atual legislação – o "Estatuto do Desarmamento". A gravidade do crime de porte ou posse ilegal de arma de fogo, aliado a lei de crimes ambientais imprime maior rigor contra o ato da caça ilegal.

Em terceiro lugar, com 5 infrações ficou o setor poluição, representado pela infração de lançamentos de rejeitos em locais não apropriados.

O setor de mineração apareceu com apenas 2 registros, ou seja pouco representativo e em último lugar apareceu a infração do setor queimadas com 0 casos confirmados.

Este estudo do município, deixou claro que, e necessário uma intervenção maior do policiamento ambiental no setor de pesca, pois mais de 60% dos casos são de pesca em locais proibídos, mais especificadamente nas proximidades da UHF.

Infrações ambientais ocorridas no município de Luminárias

Luminárias está situada no Sul de Minas. O nome se deve a Serra das Luminárias, que fica ao lado da cidade. Situada em uma região privilegiada por um grande potencial Ecoturístico, o município é de uma beleza natural ímpar, fazendo parte da Estrada Real e integrando o Circuito Turístico Vale Verde Quedas D'água, juntamente com as cidades de São Thomé das Letras, Lavras, Carmo da Cachoeira, Bom Sucesso, Ribeirão Vermelho, São Bento Abade, Ingaí e Itumirim. Com sua renda baseada principalmente na agropecuária, extraçao de quartzito e com o ecoturismo despontando fortemente, Luminárias se destaca na região.

Através da observação dos dados apurados, foi constatado que no município de luminárias ocorreram no ano de 2009 um total de 15 infrações ambientais, sendo que, aproximadamente 86% destes, foram referentes a flora. Por exemplo, a infração de suprimir ou extrair vegetação foi a mais aparente, ficando os crimes de pesca e mineração com apenas uma ocorrência cada um. Já os setores queimados, poluição e fauna não foi registrado nenhum crime, no referido ano.

Portanto, diante das observações, fica claro que no citado município, faz-se necessário uma intervenção maior do policiamento ambiental no setor flora, direcionando assim, o patrulhamento ostensivo ambiental, para as propriedades rurais onde possam existir as infrações citadas, como a agricultura e a pecuária são atividades relevantes no município é necessária uma fiscalização maior.

Pode se observar também, que a maioria das intervenções foram em áreas de preservação permanente (APP). Acredita-se então, que possa estar ocorrendo uma falta de informações e de educação ambiental por parte da população rural, pois podem estar intervindo em APP's por falta de conhecimento da legislação ambiental. As patrulhas ambientais, além da fiscalização poderiam levar conhecimento a esta população, através de informativos e palestras, onde todas estas duvidas poderiam ser sanadas, diminuindo assim as intervenções nestas áreas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Apesar da exploração mineral de quartzito no município ser uma atividade constante, foi constatado apenas uma ocorrência do setor mineração, sinal de que esta área está bem fiscalizada ou não tem constatado as infrações, principalmente por se tratarem de locais de difícil acesso.

Todavia o não registro de crimes nos setores fauna, poluição e queimadas, não quer dizer que não houveram crimes, pois muitos dos registros são constatados através de denúncias.

Conclui-se que na cidade de luminárias a fiscalização ambiental esta efetiva no setor mineração, porém esta deficiente no setor flora, pois apresenta índices relevantes de infrações ambiental, principalmente em áreas de preservação permanente.

Infrações ambientais ocorridas no município de Nepomuceno

Nepomuceno, situa-se na mesorregião do Campos das vertentes, Estado de Minas Gerais. A topografia é representada pelas Serras São João, Morembá, do Oriente, Dois Irmãos, do Carrapato e da Paineira. O município é banhado pelos Rios Grande e Rio Cervo. É lindeira do Lago de Furnas.

Novamente, as infrações no setor pesca aparece em primeiro lugar, ocorrendo 25 casos no ano de 2009. Isso explica-se pelo município ser banhado pelo lago de Furna, o que atrai os pescadores infratores que pescam sem autorização e/ou com apetrechos proibidos. No setor flora apareceram 8 casos, o que representa uma parcela mediana das infrações no município, todas provenientes de extração de vegetação em área de preservação permanente. Já no setor fauna apareceram 3 ocorrências apenas. Nos setores mineração, poluição e queimadas não foram constatadas infrações ambientais.

Ocorrências ambientais ocorridas no município de Perdões

Perdões está localizada na mesorregião centro-oeste de Minas Gerais. Há uma altitude média de 848 metros de altitude possui clima ameno, temperatura média em 19,4º C. A capela de Bom Jesus dos Perdões, ao redor da qual se formou o arraial dos Perdões, foi edificada por iniciativa do alferes português Romão Fagundes do Amaral e de Rubens Airão, na época da colonização, no século XVIII. Conta a tradição que Romão Fagundes, fugitivo da justiça, ofereceu a D. Maria I, em troca do seu perdão, um cacho de bananas todo em ouro maciço, originando-se, desse fato, a denominação de Perdões.

Foi observado que no município de Perdões no ano de 2009 ocorreram 121 ocorrências, sendo 24 % do total. A infração no setor pesca foi a mais ocorrida, como já foi dito antes, isto é, divido a pesca predatória na Usina Hidrelétrica do Funil, a qual está localizada neste município. A grande maioria das ocorrências no setor pesca são em locais proibidos pela legislação.

As infrações nos setores fauna e flora apresentaram 7 e 10 ocorrências respectivamente demonstrando pequena amostragem no período estudado não chegando a 1% dos casos. No setor mineração não foram contatados casos, apesar de haver uma atividade de extração de areia no município e queimadas não apresentou ocorrências.

Ocorrências ambientais ocorridas no município de Ribeirão Vermelho

O município pertence a mesorregião do Campo das Vertentes. É um dos menores municípios do Estado de Minas Gerais, com apenas 39 km² de território. A sede tem boa estrutura urbana, a região é montanhosa e o Rio Grande é sua principal bacia hidrográfica.

A atividade de pesca predatória no município é muito praticada, pois foi constatado no ano de 2009 um total de 57 ocorrências, que representam 11,3 % de todas as ocorrências do estudo. O

município é banhado pelo Rio Grande, este é muito piscoso e procurado pelos pescadores, que vão atrás das espécies Piau (***Leporinus friderici)*** e do Dourado(***Salminus brasiliensis)*** devido a facilidade da pesca na área proibida pela Portaria 197 do Instituto Estadual de Florestas, que proibiu a pesca em todas as suas modalidades a menos de 1.500 metros da jusante e da montante da barragem da Usina Hidrelétrica do Funil, por possuir mecanismos de transposição de peixes visando proteger a fauna ictiológica do local.

Os setores fauna e flora apresentaram 3 e 4 respectivamente, índices baixos se comparados com outros municípios estudados.

Apesar do município apresentar também uma atividade mineradora de extração de areia, não foram constatadas ocorrências no setor mineração nem no setor poluição.

CONCLUSÔES

Os resultados obtidos no presente estudo mostraram que o maior número de infrações ambientais foi no setor pesca com 64% das infrações, isto é devido a região possuir um bacia hidrográfica extensa e por possuir várias espécies de peixes cobiçadas pelos pescadores. Isto vem demonstrar, uma efetividade do policiamento ambiental no setor pesca, todavia deixa claro que é necessária uma intervenção educacional nas populações que margeiam os rios e reservatórios, bem como uma punição mais rigorosa as pescadores predadores.

REFERÊNCIAS

ROCHA, J. B. da.**A Efetividade da tutela administrativa ambiental na comarca de Lavras/MG**. Lavras: UNOPAR, 2010.

MARGARIDO, F. P. **Educação ambiental e a Polícia Militar:** um estudo de caso no Distrito Federal. Brasília: Universidade de Brasília (UnB), 2007.

MINAS GERAIS. Polícia Militar. **Armazém de Dados SM 20.** Belo Horizonte, 2009.

MINAS GERAIS. Polícia Militar. **Seção de Planejamento da 6 Cia. Ind Mat/PMMG**. Belo Horizonte, 2009.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ÂMBITO DA UFLA

FERNANDA APARECIDA MARTINS[1], GIOVANNI FRANCISCO RABELO[2], YARA SANTOS LARES[3], JÉSSICA APARECIDA FERREIRA[4]

[1] Graduanda em Engenharia Agrícola, UFLA, nanda-lms2007@hotmail.com
[2] Professor, UFLA, rabelo@deg.ufla.br
[3] Graduanda em Engenharia Civil, UFLA, yarasantoslares@yahoo.com.br
[4] Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, jaferreira@engambiental.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O Direito Ambiental do Trabalho é centrado na garantia do ambiente laboral saudável visando à preservação da saúde do trabalhador e das pessoas que possam ser afetadas por ele. Saúde e Segurança do Trabalho são garantias Constitucionais, previstas no Artigo 7º, XXII, sendo, portanto, questões de interesse público. Neste sentido, o Estado, por meio do Ministério do Trabalho e Emprego regula essa questão por meio de Lei. A atuação do Estado envolve ações de prevenção, reparação e repressão. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi apresentar uma abordagem da saúde e da segurança do trabalhador pelo paradigma do Direito Ambiental do Trabalho que é desenvolvido na construção civil no âmbito da Universidade Federal de Lavras. Foram avaliadas as questões de conformidade das obras com a Lei, especificamente com referência à NR18. As irregularidades encontradas durante as visitas foram repassadas para os responsáveis, de forma a saná-las imediatamente com a orientação do técnico em segurança do trabalho. Foi elaborada uma cartilha com o intuito de conscientizar os trabalhadores e orientá-los quanto aos riscos de acidentes e de doenças ocupacionais de forma a atuar mais efetivamente na prevenção de lesões.

PALAVRAS–CHAVE: diagnóstico da segurança, segurança na construção, NR18.

DIAGNOSIS OF WORK SAFETY CONDITIONS IN CONSTRUCTION IN SCOPE OF UFLA

ABSTRACT: The Environmental Labour Law is focused on ensuring healthy work environment in order to preserve the health of workers and of people who may be affected by it. Health and Safety are Constitutional guarantees according to Article 7, XXII, and, therefore, matters of public interest. In this regard, the State, through the Ministry of Labor, regulates this issue through the Law. The role of the state involves prevention, repair and repression. This project presents an approach to health and worker safety by the paradigm of Environmental Labour Law which is developed in the construction industry within the Federal University of Lavras. The issues of compliance with the law were evaluated, specifically with reference to NR18. The irregularities found during the visits were passed on to those responsible in order to remedy them immediately with the guidance of the occupational safety technician. A hornbook was made in order to educate employees and guide them when it concerns to the risks of accidents and occupational diseases so they can act more effectively in injury prevention.

KEYWORDS: diagnosis of safety, safety in construction, NR18

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Conforme a previsão legal da legislação brasileira, o acidente do trabalho é definido como "ocorrência imprevista e indesejável, instantânea ou não, relacionada com o exercício do trabalho, de que resulte ou possa resultar lesão pessoal". De acordo com a gravidade, os acidentes de trabalho subdividem-se em com afastamento ou sem afastamento.

De Acordo com Barboza (2002) "as causas dos acidentes são classificadas em duas categorias, segundo suas origens: a) fatores pessoais (responsabilidade do trabalhador); ou b) fatores do ambiente de trabalho (responsabilidade do empregador), em que o conceito de acidente do trabalho, em vez de acidente no trabalho, é adotado por ser mais específico e garantir maior visibilidade".

Todos os trabalhadores estão expostos a riscos, porém, em algumas profissões, o risco é indiscutivelmente maior. O risco está presente não só em atividades industriais, mas também em muitas das tidas como essenciais à sociedade (FERNANDES, 1995, apud Baumecker, 2003).

De acordo com Barbosa et. al. (2012), a indústria da construção é mundialmente reconhecida como uma das mais perigosas, devido à peculiaridade dos acidentes serem fatais.

O reconhecimento dos riscos é a identificação, em geral no ambiente de trabalho, daqueles riscos ambientais que podem influenciar a saúde dos trabalhadores. Nessa fase torna-se necessário um estudo sobre matérias primas, produtos e subprodutos, métodos e procedimentos de rotina, processos produtivos, instalações e logística, assim como avaliação dos equipamentos existentes.

Neste sentido, na construção civil estão presentes muitos agentes de riscos, são utilizadas uma grande diversidade de máquinas e equipamentos e os trabalhos em tubulões (ambientes confinados) e em altura são constantes, acentuando em muito os índices de acidentes e de mortalidade nesse setor da economia. Nesta linha, destacam Barbosa et. al. (2012) que:

"Além da magnitude da mortalidade, uma outra de igual importância para compreender a situação de saúde dos trabalhadores na IC é a gravidade, que é medida pela letalidade, i.e., a proporção de óbitos dentre os casos de AT registrados" (Barbosa et al, 2012, p.13).

Todavia, nem sempre é possível avaliar qualitativamente o ambiente, pois em muitas atividades, os agentes nocivos são ocultas e nem sempre o usuário dos produtos têm o conhecimento suficiente de química, por exemplo, para perceber o fato de que a combinação de agentes pode ser insalubre enquanto que o agente isoladamente pode não representar risco algum.

É importante que se tenha em cada situação um mapeamento confiável da real situação do local de trabalho e de seu entorno de forma a promover uma maior segurança ambiental para os envolvidos na atividade laboral e também as pessoas da vizinhança.

De acordo com Siqueira (2008), "os estudos da percepção dos problemas ambientais e da sua influência nas questões de sustentabilidade ambiental têm recebido um crescente interesse no meio acadêmico e político". Embora o autor tenha trabalhado com as questões ambientais como um todo, não apenas com as questões do ambiente de trabalho, sua experiência pode ser aplicada nos estudo das percepções ambientais, E, neste sentido, uma observação importante pode também ser constatada nos riscos das atividades laborais - os riscos são percebidos de forma diferente dependendo, principalmente de questões sociais e culturais dos trabalhadores.

Nessa linha de raciocínio, destacam Barbosa et. al. (2012) a definição de ambiente saudável do trabalho, o qual se refere àquele em que os trabalhadores e empregadores colaboram no processo de melhoria contínua na proteção e promoção da saúde, na segurança e bem-estar de todos os trabalhadores, voltado para a sustentabilidade.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Asseveram os autores que "são áreas-chave não só o ambiente físico, mas também, o ambiente psicossocial, os recursos de pessoal em saúde, e a atuação das empresas nas comunidades que porventura se situem no entorno" (Barbosa et. al., 2012, p. 27).

Neste sentido, o objetivo desse trabalho é diagnosticar a percepção dos funcionários quanto aos riscos existentes na profissão, avaliar as condições de trabalho e, posteriormente, conscientizá-los a respeito de qualquer irregularidade encontrada.

MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto de extensão está sendo realizado no âmbito da Universidade Federal de Lavras. A primeira etapa de percepção dos riscos já foi concluída e, seguiremos para diversas formas de conscientização dos trabalhadores. Foram avaliadas as condições de segurança dos canteiros de obras em andamento, de acordo com a Lei, especificamente a NR18 – Norma Regulamentadora do MTE - CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO.

As entrevistas foram realizadas com 20 funcionários de 3 empresas diferentes, totalizando 60 funcionários, para verificação de sua conscientização dos riscos inerentes a suas atividades laborais, assim como foram avaliadas as condições ambientais do trabalho.

Foram observadas as medidas de controle relativas a elementos e operações da construção, as medidas de controle relativas ao trabalho e, também, as medidas de controle relativas aos equipamentos de segurança e saúde no trabalho.

No que se refere à análise de conformidade, foram avaliados os seguintes itens:

1. Documentação referente ao Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - PCMAT.
2. Áreas de Vivência.
3. Demolição.
4. Condições das Escavações, Fundações e Desmonte de Rochas.
5. Condições de conformidade da carpintaria, Armações de Aço, Estruturas de Concreto, Estruturas Metálicas, Operações de Soldagem e Corte a Quente.
6. Condições das instalações provisórias tais como: tapumes, guarda-corpos, andaimes e plataformas de Trabalho, escadas, rampas e passarelas.
7. Conformidade das Medidas de Proteção contra Quedas de Altura.
8. Movimentação e Transporte de Materiais e Pessoas.
9. Movimentação de pessoas em telhados e coberturas, serviços em flutuantes.
10. Condições do trabalho em ambientes confinados tais como galerias e tubulões.
11. Condições das instalações elétricas e utilização de máquinas, equipamentos e ferramentas diversas.
12. Conformidade dos Equipamentos de Proteção Individual assim como a fiscalização de uso por parte dos trabalhadores.
13. Condições organizacionais das obras, limpeza, armazenamento e estocagem de materiais.
14. Condições de transporte de trabalhadores em veículos automotores.
15. Sinalização de Segurança.
16. Outros não previstos que surgirão no desenrolar do trabalho.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em uma obra visitada foi encontrada irregularidade em instalações elétricas, em outra foi observado o uso inadequado de EPI e, em uma terceira, instalação inadequada de guarda corpos. Todas as irregularidades encontradas foram imediatamente comunicadas ao técnico de segurança responsável pela obra e solucionadas seguindo às orientações do Técnico de Segurança do Trabalho da UFLA.

Os funcionários, em grande maioria, usam os equipamentos de segurança e tem conhecimento de suas finalidades e importância, entretanto, muitas vezes negligenciam o uso de cinto em trabalho em altura, ou ignoram a necessidade da linha de vida, por simples rejeição ou demonstração de coragem.

As empresas fornecem equipamentos de segurança necessários e informações sobre noções básicas de segurança no trabalho a seus funcionários.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, demonstraram algumas situações de não conformidade com as normas de segurança.

Há necessidade de se realizar um trabalho de conscientização dentro das empreiteiras, no que se refere à cobrança dos trabalhadores, principalmente quanto ao uso de EPI em trabalho em altura.

De forma geral percebeu-se que a grande maioria dos trabalhadores da construção civil no âmbito da UFLA desenvolveram a conscientização dos risco de suas atividades.

Neste sentido, este trabalho oferece uma contribuição importante para a promoção da saúde do trabalhador da construção civil no âmbito da UFLA, no que se refere à prevenção de acidentes e ao controle dos riscos ambientais sob a ótica da conscientização dos riscos inerentes a cada atividade.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Andrea Maria Gouveia et. al. Segurança e saúde na Indústria da construção no Brasil: **Diagnóstico e Recomendações para a Prevenção dos Acidentes de Trabalho. Programa Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho para a Indústria da Construção**, 60p. SESI/DN Brasília, 2012. Disponível em www.fundacentro.gov.br/dominios/ESTATISTICA. Acesso em 11 de julho 2013.

BARBOZA, Tania da Silva. **Gerenciamento de riscos de acidentes do Trabalho: estudo de caso em uma obra de construção de dutos terrestres. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública e Meio Ambiente.** Fundação Osvaldo Cruz. 2002. Disponível em arca.icict.fiocruz.br/bitstream/icict/4844/2/473.pdf. Acesso em 11 de julho de 2013.

BAUMECKER, Ivone Corgozinho. **Introdução à Engenharia de Segurança do Trabalho.** In Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. CEEST – DEP – FCO-EE/UFMG, 2003.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil: **promulgada em 5 de outubro de 1988. Contém as emendas constitucionais posteriores**. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria 3214 do de 8 de junho de 1978. **Segurança e Medicina Do Trabalho, Lei nº 6514 de 22 de dezembro de 1977**, Ed. Atlas, 54ª ed., São Paulo, 2004.

ROCHA, Júlio César de Sá da. **Direito Ambiental e Meio Ambiente do Trabalho. Dano, prevenção e proteção jurídica**. São Paulo: Ltr, 1997; 221 p.

SANTOS, Adelson Silva Dos. **Fundamentos do Direito Ambiental do Trabalho**. 176p. LTR Editora, 2010.

SIQUEIRA, Leandro Casto. POLÍTICA AMBIENTAL PARA QUEM? **Ponto de Vista Ambiente & Sociedade**. Campinas, v. XI, n. 2. p. 425-437 jul.-dez. 2008.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

DIFERENCIAÇÃO SUPERFICIAL DO SOLO POR MEIO DE TÉCNICAS ÓPTICAS

BIANCA BATISTA BARRETO[1], RAPHAEL HENRIQUE DA SILVA SIQUEIRA[2], FERNANDO PUJAICO RIVERA[3], ROBERTO ALVES BRAGA JÚNIOR[4], MOZART MARTINS FERREIRA[5]

[1] Mestranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia UFLA, (35)38291210, biabarreto89@gmail.com.
[2] Doutorando em Ciências do Solo, UFLA, (35)38291210, raphael_manejosolo@hotmail.com
[3] Pós Doutorando, Departamento de Engenharia UFLA, (35)38291210, fernando.pujaico.rivera@gmail.com.
[4] Professor Doutor, Departamento de Engenharia UFLA, (35)38291672, robbraga@deg.ufla.br.
[5] Professor Doutor, Departamento de Ciência do Solo UFLA, (35)38291266, mozatmf@dcs.ufla.br.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A mudança no uso do solo realizada pela expansão da fronteira agrícola e as recorrentes perturbações causadas pelas práticas produtivas adotadas são fatores de exposição e degradação do solo em suas propriedades físicas, químicas e biológicas. A formação de crostas superficiais pode ser prejudicial para a agricultura, pois causa alterações no solo prejudicando sua estrutura, a infiltração de água, modificando sua rugosidade e porosidade, aumentando o escoamento superficial e, consequentemente a erosão. O uso da óptica na com o uso do laser pode ser uma potencial ferramenta na análise superficial do solo de forma não destrutiva. Assim, partindo desta motivação, este estudo foi realizado com objetivo de investigar a viabilidade de diferenciar no solo a crosta superficial em relação a um solo sem a formação desta crosta. Foram iluminadas e registradas imagens de amostras com crosta superficial e amostras sem crosta superficial, com o seu processamento das imagens e identificação de parâmetros que possam se relacionar com os dois tipos investigados. Os resultados mostram que é possível usar a técnica ótica como método de diferenciação da crosta superficial do solo de forma não destrutiva.
PALAVRAS–CHAVE: Crosta superficial do solo, óptica na agricultura.

DIFFERENTIATION CRUST SURFACE OF TECHNICAL OPTICAL SOIL

ABSTRACT: The change in land use performed by the expansion of the agricultural frontier and the recurring disruption caused by the adopted productive practices are exposure factors and land degradation in its physical, chemical and biological properties. The formation of surface crusting may be detrimental to agriculture, because it causes changes in soil damaging its structure, infiltration of water, changing their roughness and porosity, increasing runoff and hence erosion. The use of optics in the use of the laser can be a potential tool in the surface analysis of nondestructively soil. Thus, based on this motivation, this study was conducted in order to investigate aa viability of differentiating the soil surface crust with respect to a ground without the formation of this crust. They were lit and recorded images of samples with surface crust and samples without surface crust, with its image processing and identification of parameters that can relate to the two types investigated. The results show that you can use the optical technique as a differentiation method of surface soil crust nondestructively.
KEYWORDS: Surface soil crust, optical agriculture.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial tem como uma das suas principais consequências a necessidade de aumento da produção de alimentos e insumos para suprir as necessidades de consumo. Visando suprir essa necessidade, a melhor solução seria o aumento da eficiência de áreas produtivas evitando a ampliação das áreas agrícolas, resultando em menor pressão às florestas nativas.

A mudança no uso do solo realizada pela exploração agrícola ocasiona a sua exposição e a degradação, particularmente em suas propriedades físicas, químicas e biológicas (FOX 2004), sendo que o preparo intensivo do solo pode prejudicar sua estrutura, porosidade e aeração, infiltração da água e produtividade das culturas.

Por sua vez, o encrostamento superficial é um dos fatores de favorecimento da erosão e degradação dos solos. O estudo e monitoramento das crostas superficiais são importantes para o manejo e conservação do solo e da água, principalmente em regiões de clima tropical, onde a degradação é mais intensa com a consequente agressão ao meio ambiente (Kamphorst et al., 2000; Bertol et al 2006; Vidal Vázquez et al., 2010). A formação das crostas pode ser prejudicial para a agricultura, pois causam alterações no solo prejudicando sua estrutura, a infiltração de água, modificando sua rugosidade e porosidade, aumentando o escoamento superficial e, consequentemente a erosão.

Na Engenharia Agrícola, as técnicas ópticas apresentam-se como potenciais ferramentas para aplicações em ciência do solo por sua grande sensibilidade, seletividade e capacidade de análises on-line. No entanto, novas exigências surgem com o desenvolvimento recente em aplicações fundamentais e indústria para medição precisa e sob condições extremas (MARIANO et al 2013; HOSHIDA, HALLETT 2008).

Partindo desse pressuposto, o trabalho tem objetivo de desenvolver uma técnica não destrutiva, de baixo custo, portátil e robusta para a caracterização do solo quanto a presença de crosta superficial.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo foram iluminadas no Laboratório de Ótica 1 do Centro de Desenvolvimento de Instrumentação Aplicada a Agropecuária (CEDIA) da Universidade Federal de Lavras. A iluminação foi realizada com um laser de linha (LASERLine modelo LGE20/532/c) com potencia de 20mw, comprimento de onda de 532nm e cor verde, conectado a uma fonte de energia (LASERLine A.C. in 90-240V). O laser foi fixado em uma haste de 32 cm de altura a uma distancia de 36 cm da extremidade amostra e um ângulo de inclinação de 42°22’ da haste ao laser.

As imagens foram capturadas pela câmera Cannon EOS fixada em um tripé de 30 cm, com uma distancia de 10 cm da outra extremidade da amostra e a câmera em um ângulo de 90° em relação ao tripé. A câmera foiconectada a um computador, onde as imagens foram pré-processadas, individualmente, pelo programa ImageJ, passando por um processo de corte para 2304x708 pixels, e com a sua transformação em 8 bits. Foi realizada uma filtragem usando o filtro Glaussian Blur com raio de 5.0 pixels sendo por fim conduzida uma binarização da imagem contendo a área iluminada. Posteriormente todas as imagens foram analisadas no programa R (i386 3.2.2) (R Development Core Team 2008) que permitiu o ajuste de uma função para o cálculo das médias dos pontos de cada coluna, gerando um ajuste de pontos para cada imagem.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

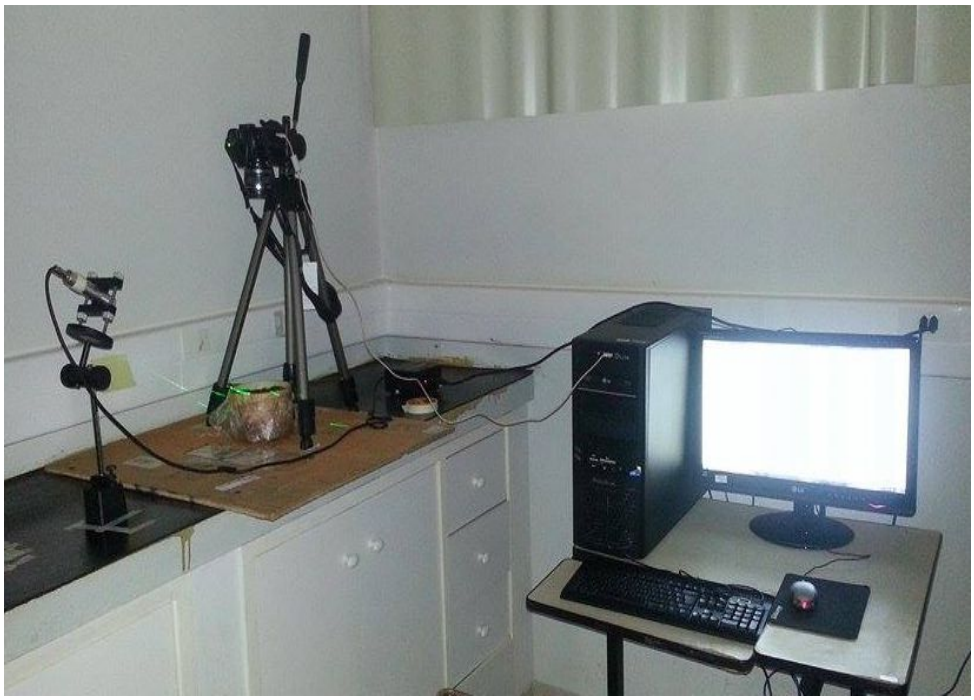


FIGURA 1: Arranjo experimental

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a figura 2 e a figura 3, pode-se verificar uma nítida diferença entre o solo com o encrostamento superficial e o solo sem encrostamento superficial. A função ajustada com a média dos pontos das colunas mostra-se mais variada no solo sem o encorstamento do que no solo com o encrostamento.

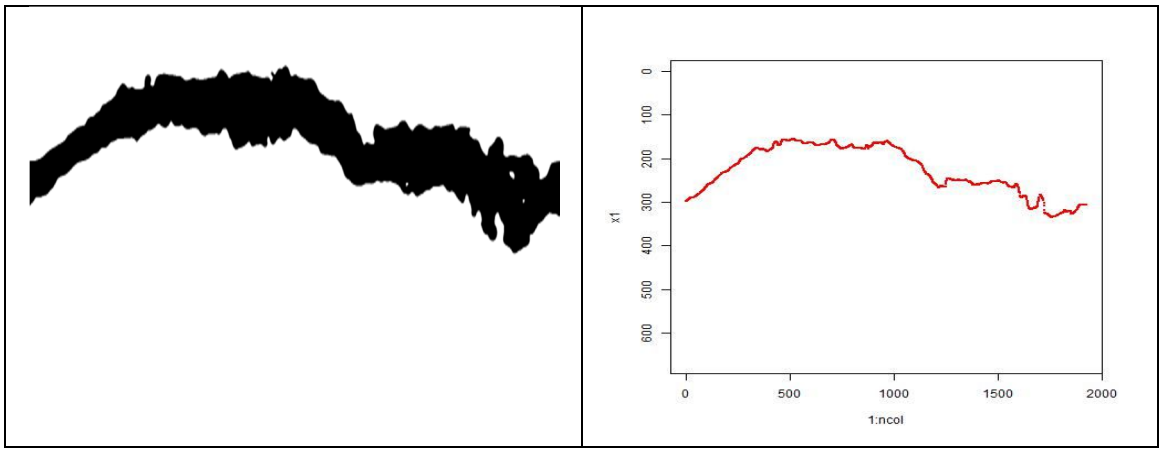


FIGURA 2: Ajuste da função e variograma para solo com encrostamento.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

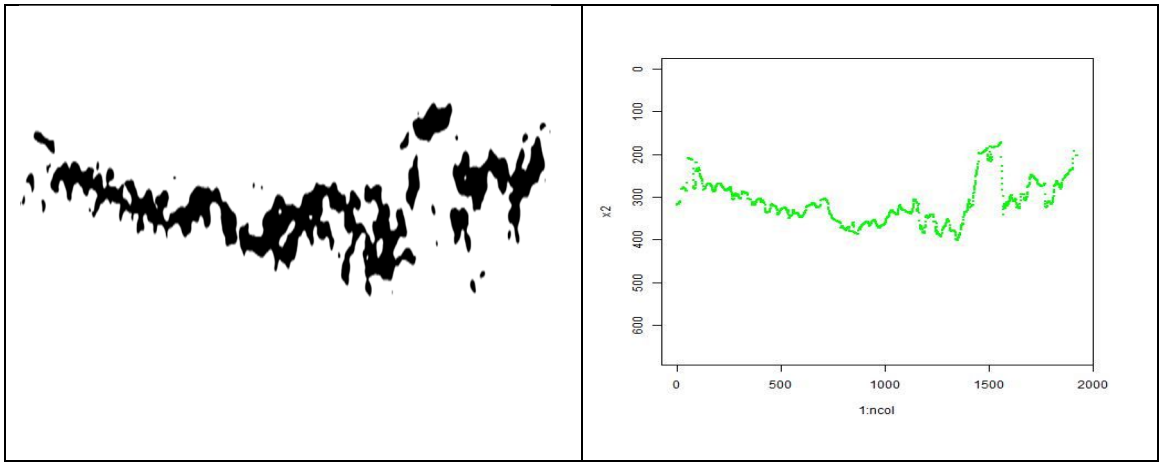


FIGURA 3: Ajuste da função e variograma para solo sem encrostamento.

A figura 4 mostra a junção de todos os variogramas, diferenciando também a variação da função das médias dos dois tipos de imagens analisadas.

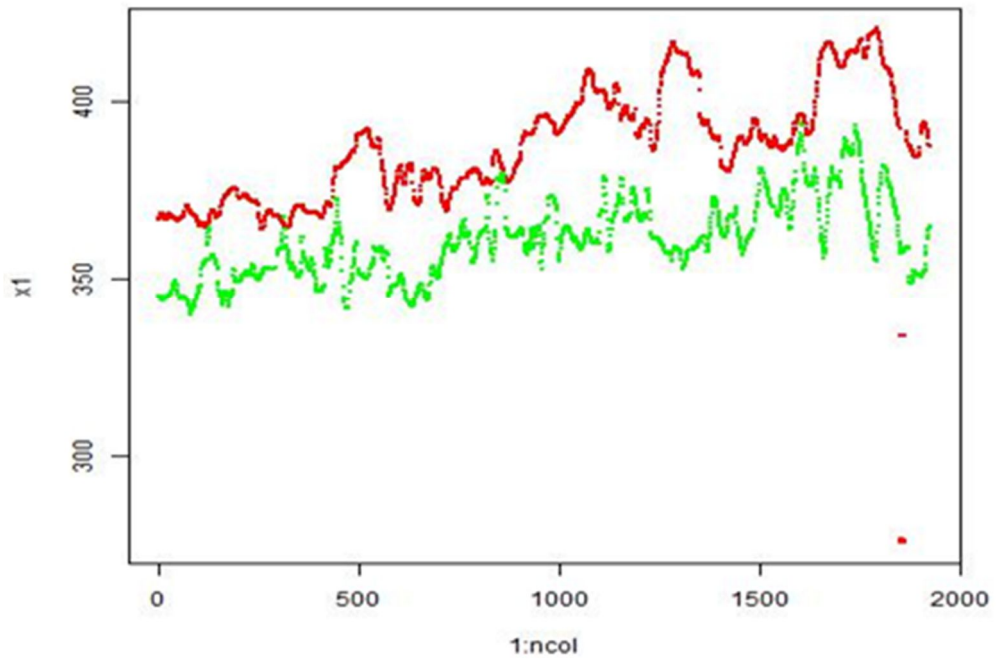


FIGURA 4: Junção de todas imagens e variogramas.

CONCLUSÕES

A técnica óptica não destrutiva, de baixo custo, portátil e robusta é válida para caracterização do solo quanto a presença de crosta superficial.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

REFERÊNCIAS

BRAGA JR,R.A.; RABELO, G.F.; GRANATO, L.R.; SANTOS, E.F.; MACHADO, J.C.; ARIZAGA, R.; RABAL, H.J.; TRIVI M. Detectionof fungi in beans by the laser biospeckle technique, v.91, n.4, p.465-469, 2005.

FOX , D.M.; BRYAN, R.B; FOX, C.A. Changes in pore characteristics with depth for structural crusts, v. 120, p. 109 – 120, 2004.

KAMPHORST E.C.; JETTEN, V.; GUÉRIF, J.; PITKÃNEN, B.V.I.; DOUGLAS, J.T.; PAZ, A. Predicting depressional storage from soil surface roughness. Soil Science Of America Journal, v.64, p.1749-1758, 2000.

MARIANO, K.R.; BRAGA, R.A.; SCALCO, M.S.; HORGAN, G.W. Leaf área estimation of médium size plants using optical metrology, v.17, n.6, p.595-601, 2013.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2008) R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria

VIDAL-VAZQUEZ, E.; VIVAS MIRANDA, J.G; PAZ GONZALVES, A. A Characterizing anisotropy and heterogeneity of soil surfasse microtopografy using fractal models. Ecological Modelling Road, v.182, p. 337 – 353, 2005.

YOSHIDA, S.; HALLETT, P. D. Impact of Hydraulic Suction History on Crack Grow Mechanics in Soil, Water Resources Research, v.44, 2008

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE REVESTIMENTO NA QUALIDADE INTERNA DE OVOS DE CODORNA ARMAZENADOS SOB-REFRIGERAÇÃO

MARIA INÁCIO DA SILVA[1], DAMIANA CÍCERA BEZERRA DE OLIVEIRA[2], MARIA ANDRÉA FELIZARDO SANTOS E SILVA[3], JÂNIO EDUARDO DE ARAÚJO ALVES[4] CRISTIANE AYALA DE OLIVEIRA[5]

[1] Bolsista de Iniciação Cientifica CNPq, Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano Câmpus Salgueiro. Fone: (87) 999214801 , e-mail: nacymarim@gmail.com; [2] Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano Câmpus Salgueiro. Fone: (87) 88759679 , e-mail:annaimadoliveira@gmail.com; [3]Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano Câmpus Salgueiro. Fone: (88) 996458392 , e-mail:andr_astar@hotmail.com; [4] Técnico em Agroindústria -UFRN, Fone: (87) 91048514 e-mail: janioedu87@gmail.com [5]Orientadora do trabalho, Docente do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano Câmpus Salgueiro. Fone: (87) 81499279 , e-mail:crisaylatecnologa@gmail.com.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade interna de ovos de codorna (*Coturnix coturnix japonica*) submetidos a dois tipos de revestimento: gelatina a 3% e; óleo mineral comercial. Foram utilizados 90 ovos de codorna íntegros distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5 (ovos imersos em óleo mineral; ovos imersos em gelatina 3% e ovos não revestidos e, avaliados durante cinco tempos de armazenamento: 0; 7; 14; 21 e 30 dias). Estes ovos foram armazenados a uma temperatura de refrigeração (média de 4ºC). Foram avaliados a porcentagem de gema, tamanho da câmara de ar, porcentagem de albúmen, perda de peso, porcentagem de casca, unidade Haugh (UH), gravidade específica, índice gema, pH do albúmen, pH da gema e coloração da gema. Os valores de UH diminuíram a medida que aumentaram-se os tempos de estocagem em ambos os tratamentos, porém, o tratamento utilizando óleo mineral apresentou maiores valores de UH. Os ovos submetidos ao revestimento com óleo mineral e os revestidos com gelatina apresentaram melhor qualidade interna quando comparados àqueles submetidos aos sem revestimento. Desta forma, a utilização de revestimentos da casca dos ovos de codorna pode ser uma alternativa para manter a qualidade dos mesmos proporcionando ao consumidor um produto de maior qualidade.
PALAVRAS–CHAVE: Gelatina, óleo mineral, ovos.

EFFECT OF DIFFERENT TYPES OF COATINGS USING THE INTERNAL QUALITY COOLING STORED UNDER QUAIL EGGS

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the internal quality of quail eggs (*Coturnix coturnix japonica*) submitted to two types of coating: gelatin 3% and commercial mineral oil. Sixty eggs intact quail distributed in a completely randomized design in a factorial 2 x 5 (eggs immersed in mineral oil and eggs immersed in gelatin 3% and evaluated for five storage times: 0, 7, 14, 21 and 30 days). These eggs were stored at a refrigeration temperature (4 ° C average). They evaluated the percentage of yolk, size of the air space, percentage of albumen, weight loss, percentage of bark, Haugh unit (HU), specific gravity, yolk index, albumen pH, pH of yolk and yolk color. The UH values decreased as they grew up the storage time in both treatments, but the treatment using

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

mineral oil had higher HU values. Eggs coated with mineral oil showed better internal quality when compared to those submitted to coating with gelatin. Thus, the use of coatings peeling of quail eggs can be an alternative to keep the same quality of providing the consumer with a higher quality product.
KEYWORDS: Gelatin, mineral oil, eggs.

INTRODUÇÃO

O Brasil caracteriza-se por ser o sétimo maior produtor mundial de ovos. Dentro deste contexto, o Rio Grande do Sul situa-se em quarto lugar em número de poedeiras e em terceiro na produção de ovos. Portanto, a avicultura de postura contribui de maneira expressiva para a geração de empregos e a alimentação do brasileiro. Embora a produção de ovos de codorna sem dúvida representa um potencial de desenvolvimento dentro da avicultura.

A codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica)* surgiu no Japão, em 1910, pelo cruzamento entre as codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix)* e espécies selvagens. Apresenta ciclo reprodutivo curto, precocidade sexual, boa fertilidade e ótima taxa de postura. Aliada às qualidades produtivas das codornas, notou-se, na última década, mudança nos hábitos alimentares da população que favoreceram o aumento do consumo de ovos de codornas, presentes em restaurantes e churrascarias.

O ovo é um dos alimentos mais consumidos em todo o mundo, e contribui com uma proteína de alta qualidade e com 13 minerais e vitaminas, aliados a uma baixa concentração calórica e baixo custo. No entanto, como qualquer produto de origem animal, os ovos de codorna também são alimentos perecíveis e começam a perder sua qualidade interna imediatamente após a postura.

Desde o momento da postura, à medida que o ovo envelhece, o albúmen denso torna-se líquido devido a inúmeras reações químicas que ocorrem em seu interior. Durante o armazenamento dos ovos, o pH do albúmem aumenta a uma velocidade dependente da temperatura, e este aumento deve-se à perda de dióxido de carbono através dos poros da casca. A perda do gás carbônico (CO2) através da casca do ovo é a principal causa da deteriorização do albúmem. Por este motivo, a qualidade dos ovos, mesmo quando armazenados à temperatura ambiente ou superior, poderá ser preservada desde que a casca se torne impermeável à perda de gás carbônico (Romanoff e Romanoff 1963; Campos et al, 1973; Fennema, 1993; Fiúza et al., 2006).

O uso das Unidades Haugh (UH), que é a altura do albúmem corrigida para o peso do ovo, como avaliação da qualidade interna, é universal devido à sua fácil aplicação e à alta correlação com a aparência do ovo ao ser quebrado, sendo definida como o aferidor da qualidade interna do ovo (Williams, 1992). De acordo com Silversides et al. (1993), as UH têm sido utilizadas pela indústria desde sua introdução em 1937, e a sua análise dá uma indicação da duração e das condições de armazenamento dos ovos. Objetivou-se nesta pesquisa avaliar a qualidade interna de ovos de codorna (*Coturnix coturnix japonica*) submetidos a dois tipos de revestimento: gelatina a 3%; óleo mineral comercial ambos sob refrigeração, os mesmos foram avaliados durante cinco tempos de armazenamento: (0; 7; 14; 21 e 30 dias) sempre comparando-as com o controle (sem revestimento).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal da Unidade Acadêmica de Tecnologia em Alimentos (UATA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano campus Salgueiro, PE. Para o delineamento experimental utilizaram-se 90 ovos de codorna íntegros distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5 (ovos imersos em óleo mineral; ovos imersos em gelatina 3% e ovos não revestidos e, avaliados durante cinco tempos de armazenamento: (0; 7; 14; 21 e 30 dias). Estes ovos foram armazenados a uma temperatura de refrigeração (média de ±4ºC), onde foram avaliados: porcentagem de albúmen e gema; tamanho da câmara de ar; perda de peso; porcentagem de casca; unidade Haugh (UH); gravidade específica; índice de albúmen e gema; pH do albúmen e gema e coloração da gema.

Para a determinação da gravidade especifica (GE) dos ovos utilizou-se a metodologia descrita por Freitas *et al.* (2004), onde pesou-se os ovos individualmente em balança semianalítica, com aproximação 0,01g suspenso no ar obtendo-se assim os valos de peso do ovo no ar, posteriormente, os ovos foram pesados individualmente em um béquer contendo 500 mL de água, obtendo-se assim o peso do ovo na água. Utilizou-se também um termômetro digital Prolab onde anotou-se a temperatura da água a cada imersão dos ovos usando o valor médio para fazer as correções nos cálculos da GE. Para obter o fator de correção para GE aplicou-se a equação apresentada por Kell (1975), em que a densidade da água em função da temperatura pode ser calculada da seguinte maneira:

$$D = (0{,}9998676 + 17{,}801161\times10^{-3}t - 7{,}942501\times10^{-6}t^2 - 52{,}56328\times10^{-9}t^3 + 137{,}6891\times10^{-12}t^4 - 364{,}4647\times10^{-15}t^5)/(1+17{,}735441\times10^{-3}t) \quad (1)$$

Em que, t é a temperatura em graus Celcius.

Em seguida a casca foi serrada e as gemas e claras foram colocadas sobre uma superfície lisa e plana para serem determinadas seus diâmetros maiores e menores através de um paquímetro digital westem modelo DC-60.

A qualidade da gema foi avaliada mediante as medias obtidas de altura e largura. A relação entre esses dois parâmetros forneceu o índice gema, de acordo com a equação 2:

$$IG = \frac{\mathrm{AG}}{LG} \quad (2)$$

Em que, IG=índice de gema, AG= altura de gema e LG= largura de gema. Da mesma forma foi feita para o índice de albúmen de acordo com a equação seguinte:

$$IA = \frac{\mathrm{HA}}{DM} \quad (3)$$

Em que, IA= índice do albúmen; HA=altura do albúmen; DM=diâmetro médio.

A determinação da cor da gema se deu pela utilização do leque com escore colorimétrico DSM® *Yolk Color Fun* (DSM, 2008), segundo metodologia proposta por Santos-Bocanegra et al. (2004). A aferição da altura do albúmen denso e da gema (mm) e frescor dos ovos foram realizadas utilizando-se um micrômetro tripé marca Mitutoyo, com curso de 13,7 mm e exatidão de 0,001 sob superfície plana.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A qualidade interna do ovo foi avaliada pelo pH do albúmem (Brasil, 1999) e pelas Unidades Haugh (UH), obtida pela relação entre peso do ovo (g) e altura do albúmen (mm), por meio da fórmula:

$$UH = 100\log[AALB - 1.7P\ 0{,}37 + 7{,}57] \quad (4)$$

Em que: AALB = altura do albúmem em milímetros, e P = peso do ovo em gramas (Romanoff e Romanoff, 1963; Silversides et al.,1993).

O pH do albúmen e da gema foram determinados após a separação de ambos, usando-se 2g da amostra diluída em 20 ml de água destilada, até obtenção de uma mistura homogênea, com medição diretamente em pHmetro digital (marca Tecnal modelo TEC-2), devidamente calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0 conforme os métodos analíticos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Para a avaliação da porcentagem de casca, albúmen e gema logo após a separação da clara e da gema foram determinadas pela relação entre o peso das mesmas e o peso do ovo.

O efeito do tipo de revestimento e estocagem sobre as variáveis foram comparadas pelo teste Scott-Knott, em nível de significância de 5% (Scott e Knott, 1974)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o passar do tempo, a clara densa notadamente passou a difundir-se com a clara fluida. Esta ocorrência é resultante do processo de degradação da proteína denominada ovomucina, foram observadas diferenças significativas (P≤0,05) para os valores de índice do albúmen (relação da altura da clara densa com sua largura, o que significa que quanto mais alta a clara densa, maior o índice do albúmen) entre os ovos de codorna revestidos e não revestidos, este declínio pode estar associado às perdas de água e dióxido de carbono, contudo, ao final de 30 dias os ovos revestidos com óleo mineral apresentaram maiores valores de índice de albúmen.

Para os valores de índice de gema foram constatadas diferenças significativas (P≤0,05) ao final do 30º dia, constatou-se uma queda nos valores de índice de gema em todos os tratamentos, no entanto o tratamento com óleo mineral apresentou ao final valores de índice de gema superiores. A queda no índice da gema se deve possivelmente ao fato de ocorrer relativa migração de água do albúmen para a gema, promovendo assim seu alargamento (aumento de seu diâmetro) com consequente diminuição de sua altura e de seu índice.

Durante todos os períodos de estocagem (0, 7, 14, 21 e 30 dias), sob refrigeração a 4°C foram observadas diferenças significativas (P≤0,05) nos valores de UH dos ovos revestidos e o controle, sendo que os ovos revestidos com óleo mineral apresentaram, em média, valores de UH aproximados (93,56; 94,52; 81,23 e 87,23), nos respectivos tempos de estocagem (0, 7, 14 e 21 dias) ao final do armazenamento por 30 dias, passaram a apresentar valores de UH de 97,21, (Tabela 1), ou seja, apesar de serem estocados por um longo período, não tiveram seu frescor do albúmen comprometido, é conveniente salientar que a qualidade do ovo atinge o seu máximo no momento da postura, ocorrendo em seguida, uma queda gradual (Stadelman e Cotterill, 1994). No entanto, Singh e Panda (1990) afirmam que em refrigeração, o declínio na qualidade de albúmen e índice da gema de ovos de codorna é mais tênue. Neste experimento foi possível constatar que os ovos revestidos com óleo mineral obtiveram maiores valores em relação aos demais, é viável

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

afirmar que com base nos resultados obtidos o óleo mineral sendo utilizado como revestimento em ovos de codorna é vantajoso em relação a sua qualidade.

Tabela 1. Médias dos índices de albúmen e gema, Unidades Haugh, percentual de casca e perda de peso em ovos de codorna.

Variáveis	Revestimento	Tempo de Estocagem (dias)				
		0	7	14	21	30
Índice de albúmen	gelatina	0,131 ^{aA}	0,026 ^{bC}	0,061 ^{aBC}	0,061 ^{aBC}	0,060 ^{bB}
	óleo mineral	0,083 ^{bAB}	0,097 ^{aAB}	0,0542 ^{aB}	0,069 ^{aB}	0,116 ^{aA}
	sem revest	0,098 ^{bA}	0,034 ^{bB}	0,0499 ^{aB}	0,069 ^{aAB}	0,029 ^{bB}
Índice de gema	gelatina	0,442 ^{aAB}	0,249 ^{bB}	0,4933 ^{aA}	0,433 ^{aAB}	0,339 ^{bAB}
	óleo mineral	0,427 ^{aB}	0,461 ^{aB}	0,3473 ^{aB}	0,430 ^{aB}	0,458 ^{aA}
	sem revest	0,382 ^{aA}	0,351 ^{abA}	0,4210 ^{aA}	0,421 ^{aA}	0,266 ^{bA}
Unidade haugh	gelatina	102,35 ^{aA}	70,652 ^{bC}	83,115 ^{aB}	82,058 ^{aB}	83,884 ^{bBC}
	óleo mineral	93,561 ^{aA}	94,525 ^{aAB}	81,232 ^{aB}	87,236 ^{aAB}	97,216 ^{aA}
	sem revest	93,328 ^{aA}	75,099 ^{bB}	79,042 ^{aB}	83,688 ^{aAB}	71,590 ^{cB}
Percentual de casca	gelatina	6,488 ^{aAB}	4,571 ^{aA}	7,140 ^{abA}	7,141 ^{aAB}	6,110 ^{aAB}
	óleo mineral	6,808 ^{aA}	6,498 ^{aA}	6,105 ^{aA}	7,624 ^{aA}	6,259 ^{aA}
	sem revest	5,292 ^{aA}	5,621 ^{aA}	7,027 ^{aA}	5,805 ^{aA}	7,393 ^{aA}
Perda de peso	gelatina	-	0,580 ^{cB}	0,714 ^{bA}	0,774 ^{aA}	0,743 ^{aA}
	óleo mineral	-	0,796 ^{aA}	0,580 ^{cB}	0,721^{aA}	0,706 ^{aA}
	sem revest	-	0,6762 ^{bB}	0,7752 ^{aA}	0,7798 ^{aAB}	0,7874 ^{aAB}

a-c (Linhas): Diferenças significativas a um nível de 5% (P≤0,05) pelo teste de Scott-Knott
A-C (Colunas): Diferenças significativas a um nível de 5% (P≤0,05) pelo teste de Scott-Knott

Nenhuma diferença significativa (P≥0,05) foi encontrada entre as diferentes espessuras de casca em quaisquer dos tratamentos e nos tempos de armazenamento. A perda de peso dos ovos foi constante passando de 0,67 (tempo 7), para 0,78 (tempo de 30 dias) nos ovos sem revestimento. Observou-se que o revestimento com óleo mineral no tempo de (30 dias de estocagem) apresentou valores de perda de peso inferiores quando comparado aos demais tratamentos apesar de não diferir estatisticamente (P≥0,05). Entretanto, em todos os tratamento a medida que o tempo de estocagem aumenta há também um acréscimo nos valores da perda de peso nos ovos de codorna. O peso do ovo de codorna é de considerável importância para avaliação da qualidade externa do mesmo, sendo segundo Andrade (1975) diretamente influenciado pelo tempo de armazenamento, já Yannakopoulos e Tserveni-Gousi (1986) verificaram que a espessura das membranas das cascas de ovos de codorna são mais espessas quando comparados aos ovos de outras aves, fazendo com que estes mantenham suas características por mais tempo. A perda do peso do ovo possui relação com alguns fatores de qualidade interna tais como altura da clara densa e índice da gema, já que a perda de elementos pertencentes a estas estruturas e evaporação da água interna levam à uma diminuição no peso do ovo.

Na tabela 2 pode-se observar que não houveram variações nos valores encontrados em relação à cor das gemas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 2. Médias dos valores de cor das gemas em ovos de codorna.

Variável	Revestimento	Tempo de Estocagem (dias)				
		0	7	14	21	30
Cor	sem revestimento	4,6667	3,6667	3,6667	4,3333	4,6667
	gelatina	5,0000	4,0000	2,6667	4,6667	5,0000
	óleo mineral	4,3333	3,6667	4,0000	2,6667	5,3333

a-c (Linhas): Diferenças significativas a um nível de 5% (P≤0,05) pelo teste de Scott-Knott
A-C (Colunas): Diferenças significativas a um nível de 5% (P≤0,05) pelo teste de Scott-Knott

Este resultado pode estar associado ao fato de a pigmentação da gema do ovo resultar da deposição de xantofilas (grupo de pigmentos carotenóides) obtidas via alimentação, e associado ao fato de as unidades experimentais serem coletadas no mesmo ambiente onde os animais são alimentados pelo mesmo tipo de ração.

Foi possível observar na tabela 3 que durante o armazenamento dos ovos, os valores de pH da gema e albúmen aumentaram, a medida que o período de estocagem aumentou. Este aumento deve-se possivelmente à perda de dióxido de carbono através dos poros da casca. A perda do gás carbônico (CO_2) através da casca do ovo é a principal causa da deterioração do albúmen. Sendo que nos ovos revestidos com óleo mineral obtiveram-se valores satisfatórios em relação aos demais.

Tabela 3. Médias dos valores de pH e percentuais de albúmen e gema, índice dos ovos.

Variáveis	Revestimento	Tempo de Estocagem (dias)				
		0	7	14	21	30
pH do albúmen	sem revestimento	8,4733	9,2067	9,4100	9,7500	9,5867
	gelatina	8,5300	8,7800	9,8067	9,6733	9,4900
	óleo mineral	9,0133	9,0333	9,0700	9,1433	9,1667
pH da gema	sem revestimento	6,3967	6,7900	6,9633	6,9733	6,9800
	gelatina	5,7400	6,8633	6,9700	7,0300	7,2167
	óleo mineral	5,8500	6,1333	6,6833	6,8567	7,0500
Percentual de albúmen	sem revestimento	68,1980	67,1887	66,6625	64,8368	64,7427
	gelatina	66,3108	67,9893	66,6734	66,9975	70,0365
	óleo mineral	67,1531	54,6789	62,6452	60,9413	66,0777
Percentual de gema	sem revestimento	26,5098	27,1895	28,1347	27,5317	27,8639
	gelatina	27,2010	27,4398	26,1866	25,8612	23,8530
	óleo mineral	26,0388	38,8230	32,2490	31,4338	27,6628
Índice do ovo	sem revestimento	0,7487	0,7150	0,7514	0,7655	0,7453
	gelatina	0,8467	0,7578	0,7926	0,7580	0,7407
	óleo mineral	0,7312	0,7702	0,7803	0,7603	0,7646

a-c (Linhas): Diferenças significativas a um nível de 5% (P≤0,05) pelo teste de Scott-Knott
A-C (Colunas): Diferenças significativas a um nível de 5% (P≤0,05) pelo teste de Scott-Knott

O pH normal da clara do ovo e da gema é próximo a 7,9 e 6,2 respectivamente. No entanto, esses valores podem se elevar devido ao período longo de armazenamento em condições inadequadas de temperatura e umidade (SEIBEL, 2005). ALLEONI & ANTUNES (2001) relataram que o pH do albúmen de ovos recém posto varia entre 7,6 e 7,9 , mas, após uma semana de armazenamento em temperatura ambiente (25°C) e refrigeração (8 °C) o albúmen elevou o pH a 9,34. Os valores encontrados no presente estudo, foram pH do albumem 5,85 e gema 9,01(revestido com óleo mineral em 7 dias de armazenamento) respectivamente, sendo inferiores aos reportados,

isso por que houve a combinação da temperatura (4°C) com o revestimento aplicado, indicando assim que a refrigeração e o revestimento atenuou o efeito do tempo sobre essa variável mantendo assim a qualidade interna nos ovos.

O revestimento com gelatina obteve maior aumento no percentual de albúmen passando de 66.31 no (tempo 0) para 70,03 no período de estocagem de (30 dias) sendo observado diminuição no percentual de gema decaindo de 27,20 no (tempo 0) para 23,85 no período de estocagem de (30 dias). Os percentuais de albúmen e gema foram inversamente proporcionais, na medida em que havia elevação no percentual de gema, decaiam os valores percentuais de albúmen.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados do presente estudo, na medida em que se passa o período de estocagem, as perdas vão se potencializando. O uso de revestimento em ovos de codorna associado a refrigeração é uma alternativa viável, sendo que o uso do óleo mineral obteve resultados satisfatórios em comparação com a gelatina, proporcionando uma maior vida útil e mantendo a qualidade dos mesmos.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano campus Salgueiro, Pernambuco.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEONI, A. C. C., ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 681 – 685, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n4/6283.pdf. Acesso em: 10 set. 2015

ANDRADE, A.N. Effects of high environmental temperature and diets on egg shell quality and performance of laying hens. 1975. 114 f. Dissertação (“Doctor of Philosophy”) - Purdue University, Maryland, U.S.A. 1975.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, e alterações. DOU. Brasília atualizado em 1997. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acessado em: 02 out. 2015.

CAMPOS, E.J.; MELLOR, D.B.; GARDNER, A.G. Efeito do tipo de embalagem e da temperatura de armazenamento sobre a qualidade interna de ovos de consumo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.25, p. 211-219, 1973.

FENNEMA, O.R. *Quimica de los alimentos.* Zaragoza: Acribia, 1993. 1095p.

FREITAS, E. R. et al. Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 39, p. 509-512, 2004. ISSN 0100-204X. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2004000500014&nrm=iso >

FIUZA, M.A.; LARA, L.J.C.; AGUILAR, C.A.L. et al. Efeitos das condições ambientais no período entre a postura e o armazenamento de ovos de matrizes pesadas sobre o rendimento de incubação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, p.408-413, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 4ª Edição, 1ª Edição Digital, São Paulo: o Instituto, 2008. 1020p

KELL, G. S. Density, thermal expansivity, and compressibility of liquid water from 0.deg. to 150.deg.. Correlations and tables for atmospheric pressure and saturation reviewed and expressed on 1968 temperature scale. **Journal of Chemical & Engineering Data,** v. 20, n. 1, p. 97-105, 1975/01/01 1975. ISSN 0021-9568. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1021/je60064a005 >

ROMANOFF, A.L.; ROMANOFF, A.J. *The avian egg*. 2 ed. New York: John Wiley & Sons,
SEIBEL, N. F. Transformações bioquímicas durante o processamento do ovo. In: SOUZ-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. Aves e ovos. Pelotas: UFPEL, 2005, p 77-90
SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. Biometrics, Washington, v. 30, p. 507- 512, 1974.
SILVERSIDES, F.G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. A study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. *Poult. Sci. J*., v.72, p.760- 764, 1993.
SINGH, R.P.; PANDA, B. Comparative Study on some quality attributes of quail and chicken eggs during storage. Indian Journal of Animal Sciences v. 60, n. 1, p. 114-117. 1990.
STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O. J. Egg Science and Technology. Fourth Edition. Food Products Press, Inc., New York. 1994. 591 p.
WILLIAMS, K.C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. *Poul. Sci. J.*, v.48, p.6-16, 1992 <http://www.agricultura.gov.br>. Acessado em: 02 out. 2015.
YANNAKOPOULOS A.L.; TSERVENI-GOUSI A.S. Quality characteristics of quail eggs. British Poultry Science v. 27, p. 171-76. 1986.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE BAMBU (*Bambusa Vulgaris*)

CLEIVE LEONES NEVES[1], FLÁVIO ALVES DAMASCENO[2], CARLOS EDUARDO ALVES OLIVEIRA[3], LEIDIMAR FREIRE BRANDÃO[4], CLAUDIO MAGELA SOARES[5], JOFRAN LUIZ DE OLIVEIRA[6]

[1] Graduando em Engenharia Agrícola, UFMT/Rondonópolis-MT, (66) 3410- 4063, cleiveleones@gmail.com
[2] Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829-1481, flavio.damasceno@deg.ufla.br
[3] Graduando em Engenharia Agrícola, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829-1481, carlos.oliveira@engagricola.ufla.br
[4] Engenheira Civil, Mestre em Estrutura Metálica, (35) 3829-1481, Fone, leidimarbrandao@gmail.com
[5] Eng. Agrícola, Mestrando em Tec. de Prod. Agrícola, UEG/Anápolis-GO (62) 9327 - 4402, claudiomagela@gmail.com
[6] Engenheiro Agrícola, Professor Assistente, UFMT/Rondonópolis-MT, (66) 3410- 4063, jofranluiz@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Objetivou-se com o presente trabalho avaliar as características físicas e mecânicas do bambu (Bambusa vulgaris) com diferentes tratamentos térmicos. O experimento foi realizado nos meses de fevereiro à março do ano de 2014. Para isto, amostras de bambu foram selecionadas e retiradas de regiões próxima ao município de Rondonópolis - MT. Estas amostras foram cortadas a uma altura de 300 mm do solo e seccionadas em três partes iguais correspondentes as partes basal, intermediária e topo. Para elaboração dos ensaios foram retiradas as mesmas quantidades de amostras de cada uma das partes do bambu. Para realização dos tratamentos térmicos, realizou-se o banho quente-frio (bambu seco) e de substituição da seiva (bambu verde) utilizando água quente e óleo de cozinha usado. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que não houve mudança significativa nos valores de resistência a compressão e tração nas alturas das peças. O processo de tratamento térmico reduziu significantemente a umidade e a resistência mecânica.
PALAVRAS–CHAVE: compressão, sustentabilidade, construções rurais.

EFFECT OF HEAT TREATMENT ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BAMBOO (BAMBUSA VULGARIS)

ABSTRACT: The general objective of this research was to evaluate the physical and mechanical properties of bamboo (*Bambusa vulgaris*) with different heat treatments. The experiment was conducted from february to march of 2014. For this, bamboo samples were selected and taken from regions near the city of Rondonópolis - MT. These samples were cut to a height of 300 mm from the ground and divided into three equal parts corresponding to the parts basal, intermediate and top. The tests were taken the same amounts of samples of each of the parts of the bamboo. The heat treatment, there was the bath hot-cold (dry bamboo) and replacement of sap (green bamboo) using hot water and soy oil. Based on the results obtained, it can be concluded that there was no significant change in compressive strength values and traction in the highest parts. The heat treatment process significantly reduced the moisture and mechanical strength.
KEYWORDS: compression, sustainability, rural buildings.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a busca por tecnologias e materiais alternativos vem ganhando destaque, sendo de fundamental importância para o desenvolvimento e consolidação de construções ecológicas, além de priorizar o melhor uso de matérias-primas até então pouco explorados. Nesse cenário, pode-se destacar o bambu, material vegetal com notáveis propriedades mecânicas, e com grande potencial de uso, sobretudo em estruturas na área de engenharia.

O bambu é uma planta bastante disseminada em todo o mundo, podendo-se destacar sua utilização em países asiáticos como China, Japão e Índia, e Sul-Americanos, como a Colômbia, onde há grande investimento para sua utilização em construções. As espécies mais importantes pertencem aos gêneros *Bambusa, Dendrocalamus e Phyllostachys*, destacando-se ainda outras espécies menos comuns, como *Gigantochloa, Melocanna e Guadua*.

Conforme Oliveira (2006), o Brasil apresenta grande potencialidade quanto ao cultivo e exploração do bambu, em virtude da excelente adaptabilidade por parte de todas as espécies trazidas para o país, que se comportam com espécies nativas, formando bosques e se espalhando por extensas áreas.

De acordo com Dantas *et al*. (2005), o bambu pode ser utilizado como matéria-prima para diversas cadeias produtivas, por ser tratar de um material flexível e apresentar potencialidade para a substituição de diversos outros materiais. Segundo Ghavami (1992), os colmos de bambu apresentam propriedades favoráveis à sua utilização em diversas áreas, como leveza, dureza, flexibilidade, boa trabalhabilidade, além de proporcionar excelente conforto térmico às construções em que receber utilização.

Estudos nas mais variadas áreas do conhecimento vêm sendo desenvolvidos por pesquisadores do mundo inteiro, que buscam a utilização do bambu em estruturas nas construções, como forma de substituir materiais tradicionais, escassos e geradores de resíduos prejudiciais ao meio ambiente. Pesquisa cientificas brasileiras sobre bambu ainda são escassas, e conforme relatado por Pereira e Beraldo (2007), o mais notável empecilho encontrado recai sobre a escassez de tecnologias e equipamentos para o processamento adequado do bambu.

Embora apresente notável utilidade, o uso do bambu ainda é muito negligenciado, por ser considerado um material de segunda mão ou de categoria inferior. No Brasil, sua utilização decorre sobretudo das tradições do meio rural, sendo aplicado em cercas e pequenas construções voltadas para abrigo animal (NETO *et al*., 2009).

Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar as propriedades físicas e mecânicas da espécie de bambu (*Bambusa vulgaris)*, visando sua aplicação em obras rurais, assim como determinar melhores formas de utilização do material obtido.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no período de fevereiro a março de 2014, no Laboratório de Materiais do Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis (ICAT/UFMT/CUR). Deste modo, dividiu-se este estudo em quatro etapas:

a) Na primeira etapa, coletou-se as amostras de bambu da espécie de bambu (*Bambusa vulgaris)*, em virtude de sua grande disponibilidade na região e boa trabalhabilidade. Os colmos foram coletados na zona rural do município de São José do Povo, Mato Grosso. As amostras foram coletadas a uma altura de 300 mm do solo, sendo em seguida seccionadas em três partes

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

equivalentes, correspondentes às partes basal, intermediária e topo. Os ramos nos colmos foram dispostos na posição vertical em ambiente ventilado e protegidos do sol para secagem durante 4 semanas.

b) Na segunda etapa, dividiu-se aleatoriamente em seis grupos de amostras de bambu (amarelo e verde). Dois grupos de amostras de bambu verde e amarela não receberam nenhum tratamento. Outros quatro grupos foram submetido à dois tipos de tratamentos profilático e térmico diferentes com a finalidade de evitar o ataque de possíveis insetos e parte do açúcar e de outros extrativos nocivos às reações de pega e endurecimento do cimento. Os tratamentos dividiram de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1. Descrição dos tratamentos testados neste estudo.

Tratamentos	Descrição
BVST	Bambu verde sem tratamentos profilático e térmico.
BVTA	Bambu verde com tratamentos profilático e térmico em banho em água quente.
BVTO	Bambu verde com tratamentos profilático e térmico (bio-óleo).
BAST	Bambu amarelo sem tratamentos profilático e térmico.
BATA	Bambu amarelo com tratamentos profilático e térmico em banho em água quente.
BATO	Bambu amarelo com tratamentos profilático e térmico (bio-óleo).

O primeiro tratamento profilático e térmico consistiu de um banho em água fervente. Para isto, as peças foram cortadas em porções menores, através de serra circular, e abertas, na direção longitudinal. Os colmos foram colocados em tonel metálico e fervidos durante 30 minutos. Após o período de fervura, os mesmos foram retirados e deixados a escorrer o excesso de água.

O segundo grupo foi submetido ao tratamento bi-óleo, onde as amostras de bambu foram pesadas, e logo após mergulhadas em banho de óleo de soja e aquecido a uma temperatura entre 110ºC e 200ºC por aproximadamente 10 minutos, conforme recomendado por GRENIER et al. (2003). Em seguida, as amostras foram transferidas para um segundo banho de óleo de soja frio, permanecendo por 10 minutos. Todas as amostras permaneceram durante 24 horas sobre folhas de papel absorvente para escorrer o excesso de óleo e novamente pesadas. O óleo utilizado em todas as etapas deste tratamento era proveniente de cozinhas de residências da região.

c) Na terceira fase, avaliou-se a deterioração do bambu. Para isto, amostras de diferentes partes do bambu com e sem tratamento profilático e térmico foram colocadas em recipientes hemerticamente fechado e adicionados 50 ml de água destilada. Em cada recipiente, foi anotada as informações pertinentes a cada tratamento. Durante trinta dias foi realizada observação visual no estado do bambu. Adotou-se um índice de deterioração (IMD) adaptado de Lepage (1970) (Quadro 2), para avaliação da decomposição dos corpos-de-prova, onde, através do dano neles causados, notas foram atribuídas à geração do índice médio de deterioração.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Quadro 2. Classificação do nível de degradação dos corpos-de-prova.

Estado de sanidade	Nota	Índice de deterioração
Sadio, nenhum dano visível	0	100
Ataque leve ou superficial de fungos, térmitas ou coleobrocas	1	90
Ataque evidente, mas moderado de fungos, térmitas ou coleobrocas	2	70
Apodrecimento intenso ou ataque interno de térmitas	3	40
Deterioração intensa, com desfribramento evidente.	4	0

Fonte: Adaptado de Lepage (1970).

d) Na quarta fase deste estudo, determinou-se as propriedades físicas e mecânicas do bambu com e sem tratamentos profilático e térmico.

As propriedades físicas do bambu (dimensões e peso) foram determinadas de acordo com o recomendo pela NBR 7.190 (ABNT, 1996).

Para a determinação das dimensões das amostras de bambu, foi utilizado um paquímetro digital, com sensibilidade de 0,01 mm. As medidas axiais foram tiradas ao longo do comprimento do corpo-de-prova, enquanto que as medidas denominadas tangenciais foram tiradas paralelamente à camada externa, e as radiais, efetuadas ao longo da direção centro-periferia. Em cada corpo-de-prova foi marcado o local onde seria feita a medição, a fim de que a mesma fosse realizada sempre no mesmo ponto.

Para determinação das propriedades mecânicas do bambu, foram realizados ensaio de compressão simples e tração do bambu com e sem tratamento profilático e térmico.

No ensaio de compressão simples do bambu, os corpos-de-prova cilíndricos de bambu, destinados aos ensaios de compressão paralela às fibras, foram confeccionados a partir de colmos inteiros, tendo tamanho variável, porém, sempre mantendo a relação comprimento/diâmetro externo constante e igual a 2,0. Foram retirados das regiões da base, do meio e da ponta dos colmos de bambu, os quais foram cortados em serra circular, devidamente numerados e identificados, por sua posição no colmo. Foram utilizados corpos-de-prova sem nós, tomados da região internodal, e com nós, situados na metade do corpo-de-prova. Foram feitas medidas de espessura, diâmetro e altura, com a utilização de um paquímetro digital, com sensibilidade de 0,01 mm.

No ensaio de tração do bambu, para confecção dos corpos-de-prova, foram utilizadas taliscas provenientes das posições base e meio de colmos de bambu, cortadas longitudinalmente com auxílio de uma faca e, transversalmente, usando-se uma serra circular. Em seguida, os corpos-de-prova foram retificados com o uso de uma plaina. Foram obtidas, assim, peças de seção retangular de 25 mm x 525 mm.

Para se adaptassem melhor os corpos-de-prova destinados ao ensaio de tração, à e máquina de ensaio, foram feitas algumas modificações em suas dimensões, conservando-se, no entanto, o mesmo formato. Basicamente, as modificações consistiram na redução da largura da parte central, visando concentrar melhor as tensões nessa área, facilitando, assim, a ruptura; e no aumento do comprimento do corpo-de-prova para possibilitar a fixação na máquina de ensaio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de bambu verde (BVTA) e amarelo (BATA) com tratamento profilático e térmico com água quente não apresentaram danos visuais evidentes (Figura 1), a não ser pela

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

presença de alguns fungos manchadores, sendo registrado um índice médio de deterioração de 100, para ambos os tratamentos avaliados (Quadro 3). Esse índice não ratifica que microrganismos e processos abióticos não tenham atuado na degradação dessas amostras de forma intensa, sendo sua interpretação relacionada com danos aparentes, evidentes e macroscópicos.



(a) (b)

Figura 1. Amostras de bambu amarelo sem (a) e (b) com tratamento profilático e térmico com água quente.

Quadro 3. Índice médio de deterioração (IMD) dos corpos-de-prova de bambu com e sem tratamentos profilático e térmico.

Tratamentos	IMD
BVST	48
BVTA	100
BVTO	75
BAST	75
BATA	100
BATO	72

No Quadro 4 pode-se observar o valor médio das principais dimensões (largura, comprimento e espessura) em três diferentes posições (base, meio e ponta) das amostras de bambu verde e amarelo com e sem tratamento profilático e térmico. Conforme pode ser observado pelo Quadro 4, A largura média dos corpos-de-prova feitos com bambu do tratamento BVTO obteve valor ligeiramente maior que os outros tratamentos testados com nó. Os comprimentos encontrados neste estudo variaram entre 40,0 a 51,0 mm. Entretanto, o tratamento BVST sem nó apresentou espessura superior aos demais. Lopes (2002), ao avaliar à variação volumétrica dos corpos-de-prova de bambu, tomados de diferentes regiões do colmo, constatou que não houve variação volumétrica significativa.

Os dados de resistência à compressão simples, paralela às fibras do bambu, em MPa, avaliados de acordo com a condição do colmo (com e sem nó), encontram-se apresentados no Quadro 5. Em relação à resistência à compressão, a análise dos dados revelou que houve interação ($P>0,05$) entre os fatores condição (com nó e sem nó). Entretanto, a resistência à compressão do tratamento BATA foi estatisticamente superior aos demais ($P<0,05$). LOPES (2002) ao avaliar a resistência a compressão da região do colmo do bambu, constatou-se que a região basal apresentou o menor valor médio (52,03 MPa), enquanto que as regiões do meio e da ponta apresentam valores médios mais elevados, com resistências de 61,73 e 62,49 MPa. Segundo HIDALGO LOPEZ

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

(1974), o valor da resistência à compressão do bambu é muito menor que a resistência à tração, numa mesma espécie. A resistência à tração chega a ser quatro vezes maior que a resistência à compressão. O autor apresentou valores médios de resistência à compressão do bambu situados entre 56,25 e 86,30 MPa.

Quadro 4. Média e desvio padrão das principais dimensões em diferentes posições (base, meio e ponta) das amostras de bambu com e sem tratamento profilático e térmico.

Trat.	Posição	Com nó									Sem nó								
		L			C			e			L			C			e		
BVST	Base	10,2	±	1,2	50,0	±	0,8	9,8	±	0,7	9,8	±	0,7	50,0	±	0,8	19,0	±	0,8
	Meio	9,2	±	0,8	40,0	±	0,8	8,3	±	0,9	8,3	±	0,9	44,8	±	1,7	8,7	±	1,1
	Ponta	9,9	±	0,8	49,3	±	1,0	10,0	±	0,5	10,0	±	0,5	44,5	±	1,3	5,8	±	0,1
BVTA	Base	10,9	±	0,9	50,3	±	0,6	14,5	±	0,6	10,6	±	0,3	50,3	±	0,6	13,7	±	0,6
	Meio	10,3	±	0,2	51,0	±	1,0	13,7	±	0,6	10,5	±	0,6	49,0	±	1,0	8,1	±	0,4
	Ponta	8,9	±	0,8	50,0	±	2,0	6,1	±	0,2	10,0	±	0,4	50,3	±	1,5	5,2	±	0,1
BVTO	Base	10,3	±	0,6	50,7	±	0,6	17,7	±	0,5	9,5	±	0,2	51,0	±	1,0	14,5	±	0,2
	Meio	10,2	±	0,4	50,7	±	1,5	9,4	±	0,5	9,4	±	0,3	51,0	±	1,0	7,3	±	0,2
	Ponta	10,0	±	0,5	50,0	±	2,0	6,6	±	0,5	9,6	±	0,1	50,0	±	2,0	5,3	±	0,2
BAST	Base	10,2	±	0,4	49,8	±	1,7	14,5	±	0,6	9,4	±	0,4	40,0	±	1,6	10,4	±	0,3
	Meio	9,9	±	0,7	44,5	±	1,3	11,7	±	1,4	10,0	±	0,3	49,8	±	1,7	6,7	±	0,2
	Ponta	9,7	±	0,3	44,5	±	1,3	11,2	±	0,9	9,9	±	1,2	45,0	±	0,8	6,0	±	0,4
BATA	Base	10,1	±	0,3	48,7	±	0,6	15,7	±	0,3	9,3	±	0,7	41,0	±	1,0	10,6	±	0,1
	Meio	10,0	±	0,4	44,3	±	0,6	9,4	±	0,3	9,3	±	0,6	50,0	±	2,0	6,8	±	0,1
	Ponta	9,2	±	0,6	45,3	±	0,6	7,0	±	0,4	10,5	±	0,5	44,7	±	0,6	6,2	±	0,2
BATO	Base	10,3	±	0,2	49,0	±	1,0	12,8	±	3,1	9,9	±	0,5	40,7	±	0,6	10,4	±	0,3
	Meio	9,0	±	1,2	44,7	±	0,6	9,3	±	0,2	9,1	±	0,4	49,7	±	1,5	6,9	±	0,3
	Ponta	9,8	±	0,2	45,0	±	1,0	6,6	±	0,1	9,7	±	0,4	43,7	±	1,5	6,9	±	0,2

L: largura; C: comprimento; e: espessura.

Quadro 5. Valores médios de resistência à compressão paralela às fibras do bambu (± desvio-padrão), em MPa.

Tratamentos	Resistência à Compressão (MPa)							
	Com nó				Sem nó			
BVST	9,38	±	2,1	Aa	11,72	±	4,1	Aa
BVTA	6,87	±	1,2	Aa	13,18	±	4,9	Aa
BVTO	8,97	±	2,0	Aa	10,34	±	3,1	Aa
BAST	18,66	±	6,7	Aa	13,96	±	1,6	Aa
BATA	36,01	±	21,7	Bb	20,37	±	8,1	Bb
BATO	9,38	±	2,1	Aa	11,72	±	4,1	Aa

As médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha e maiusculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5%.

Os dados de resistência à tração simples, paralela às fibras do bambu, em MPa, avaliados de acordo com a condição do colmo (com e sem nó), encontram-se apresentados no Quadro 6. Os

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

resultados do ensaio de resistência à tração simples mostraram que, ao nível de 95% de probabilidade estatística, o valor médio da tensão de ruptura do tratamento BATA foi de 14,41 ± 2,8 MPa. Entretanto, os outros tratamentos apresentaram valor de tensão de ruptura situados acima de 100 MPa, para os bambus com e sem nó. TOLEDO e BARBOSA (1990) obtiveram valores quase dobrados de resistência à tração de corpos-de-prova de bambu sem nó, em relação aos exemplares com nó, para bambus da espécie D. giganteus. Já, de acordo com LIMA Jr. et al. (2000), a tensão de ruptura à tração do bambu na região do nó, para a mesma espécie, chegou a ser aproximadamente um terço do valor obtido com o bambu sem nó.

Quadro 6. Valores médios de resistência à tração paralela às fibras do bambu (± desvio-padrão), em MPa.

Tratamentos	Resistência à Tração (MPa)							
	Com nó				Sem nó			
BVST	100,39	±	44,3	Ba	91,09	±	47,0	Ba
BVTA	90,09	±	16,4	Ba	109,67	±	16,5	Ba
BVTO	88,56	±	20,2	Ba	81,87	±	11,5	Ba
BAST	113,51	±	47,0	Ba	142,09	±	42,8	Ca
BATA	14,41	±	2,8	Aa	14,73	±	5,0	Aa
BATO	129,05	±	19,7	Ba	150,86	±	26,0	Ca

As médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha e maiusculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5%.

CONCLUSÕES

O tratamento profilático e térmico aplicado nas amostras de bambu influenciou na redução do aparecimento danos visuais evidentes, apresentando um maior índice médio de deterioração;

O tratamento profilático e térmico não influenciou na variação das principais dimensões do bambu; e

O bambu amarelo com tratamento profilático e térmico com água quente apresentou maior resistência à compressão; Entretanto, para este mesmo tratamento foram observadas as maiores reduções na resistência à tração.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMAT, CAPES e CNPq pelo apoio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS

DANTAS, A.B. et al. **O uso do bambu na construção do desenvolvimento sustentável**. Maceió, Instituto do Bambu, 84p, 2005.

GHAVAMI, K. **Bambu: um material alternativo na engenharia**. Revista do Instituto de

Engenharia, São Paulo, n.492, p.23-27, 1992.

HIDALGO LÓPEZ, O. **Bambú, su cultivo y aplicaciones en: Fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería e artesanía**. Cali: Italgraf, 176 p., 1974.

LEPAGE, E. S. **Método sugerido pela IUFRO para ensaios de campo com estacas de madeira**. Preservação de Madeiras, v.1, p.205-216, 1970.

LIMA JR., H.C.; DALCANAL, P.R.; WILLRICH, F.L.; BARBOSA, N.P. **Características mecânicas do bambu Dendrocalamus giganteus:: análise técnica e experimental**. In: Sustainable construction into the next millenium environmentally, friendly and innovative cement based materials. 2000, João Pessoa-PB, Proceedings... João Pessoa: Federal University of Paraiba and The University of Sheffield, p.394-406, 2000.

LOPES, W. G. R. **Solo-cimento reforçado com bambu: características físico- mecânicas**. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2002, 165p.
NETO, J. S. P. et al. **Aplicação do bambu nas construções rurais**. Revista Educação Superior Agrícola, Brasília, v.24, n.2, p.67-77, 2009.

OLIVEIRA, T. F. C. S. **Sustentabilidade e arquitetura: uma reflexão sobre o uso do bambu na construção civil**. 2006. 136p. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2006.

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO A. L. **Bambu de corpo e alma**. Bauru, SP, Canal 6 Projetos Editoriais, 240 p., 2007.

TOLEDO FILHO, R.D.; BARBOSA, N.P. **Aplicação de bambu e de fibras naturais nas construções rurais**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 19, 1987, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBEA, 1990, v.1, p.81-91.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

EMPREGO DE GESSO NA CONSTRUÇÃO CIVIL E A GESTÃO DOS RESÍDUOS GERADOS

FELIPE RIBEIRO SOARES[1], ANA CARLA RODRIGUES BATISTA[2], ENOQUE PEREIRA DA SILVA[3], ISRAEL IASBIK[4], JOSE DAMATO NETO[5]

[1] Graduando em engenharia civil, Fundação Presidente Antônio Carlos, ribeirofelipe93@gmail.com
[2] Bacharel em engenharia civil, Fundação Presidente Antônio Carlos
[3] Mestre em engenharia agrícola, universidade federal de viçosa, enoquefupac@gmail.com
[4] Mestre em engenharia civil, universidade federal de viçosa, israeliasbik@gmail.com
[5] Mestre em fitotecnia, universidade federal de viçosa, josedamatoneto@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A indústria da construção civil tem tido um crescimento considerável na última década, o que faz com que a busca por materiais mais práticos e de fácil aplicação aumente. É o caso do gesso, que vem sendo cada vez mais utilizado como alternativa de material para revestimento de tetos e paredes, como divisórias e forros, seja em placas de gesso ou gesso acartonado. Por outro lado, a técnica de aplicação de gesso gera grande quantidade de resíduo em função da sua rápida reação de hidratação e da temperatura e são poucas as tecnologias desenvolvidas e economicamente viáveis que possibilitem sua reutilização. Este trabalho busca apresentar as formas de utilização de gesso passo a passo, suas vantagens e desvantagens. Além disso, ao longo da pesquisa foram ainda identificadas as principais alternativas disponíveis para o reaproveitamento do gesso. Verificou-se, ao final, a necessidade do controle dos resíduos de gesso por parte dos geradores e uma maior fiscalização pública.
PALAVRAS–CHAVE: Gesso, Resíduo, Reciclagem

PLASTER USE IN CONSTRUCTION AND THE MANAGEMENT OF WASTE GENERATED

ABSTRACT: The construction industry has experienced considerable growth in the last decade what makes the search for more practical and easy to apply materials increase. This is the case of the plaster, which is being increasingly used as an alternative material for coating walls and ceiling, partitions and linings as either plaster plasterboard. On the other hand, the technique of application of gypsum generates large amount of waste due to its rapid hydration reaction and temperature and few economically viable and developed techniques that allow its reuse. This study seeks to present ways of using plaster step a step, their advantages and disadvantages. In addition, during the research were also identified the main alternatives available for the reuse of the plater. It was found, in the end, the need for control of gypsum waste by generators and greater public scrutiny.
KEYWORDS: Plaster, Residue, Recycling

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

O gesso é um termo genérico de uma família de aglomerantes simples, constituído basicamente de sulfatos mais ou menos hidratados e anidros de cálcio; são obtidos pela calcinação da gipsita natural, constituídos de sulfatos biidratados de cálcio acompanhado de certas impurezas como sílica, alumina, óxido de ferro, carbonatos de cálcio e magnésio (BAUER, 2005).

No mercado, o gesso é encontrado sob a forma de pó branco de elevada finura, que confere à pasta uma pega mais rápida e maiores resistências, em razão do aumento da superfície específica. A quantidade de água de amassamento influencia negativamente o fenômeno da pega e do endurecimento, quer por deficiência, quer por excesso. A presença de impurezas diminui muito a velocidade de endurecimento. Pode-se também reduzir o tempo de pega com aditivos apropriados.

As pastas e argamassas de gesso aderem bem ao tijolo, pedra e ferro e mal a superfícies de madeira. São ótimos isolantes térmicos e acústicos. Sua condutibilidade térmica é muito fraca (0,4cal/h/cm²/c/cm), cerca de 1/3 do tijolo comum. Tem considerável resistência ao fogo.

Segundo o Sindicato da Indústria do Gesso do Estado de Pernambuco (SINDUSGESSO), o Brasil produz cerca de 5,4 milhões de toneladas de gesso por ano. Desses, 97% são produzidos no estado de Pernambuco. Na construção civil, a utilização do gesso está cada vez maior, principalmente como revestimento interno de paredes, pois sua pasta é de qualidade e tem baixo custo quando comparado aos revestimentos a base de cimento: ele pode ser aplicado diretamente nos tijolos da parede, dispensando a utilização do emboço. O gesso também é utilizado como ornamentos decorativos, forros, vedações verticais. É ainda utilizado na medicina, odontologia e na agricultura em forma de gesso agrícola.

Toda essa utilização gera uma grande quantidade de resíduos em função de sua rápida reação de hidratação, da temperatura e umidade ambiente e da técnica de preparo e aplicação desse material. Estima-se uma perda na ordem de 30%. O resíduo de gesso acaba sendo depositado em aterros sanitários, e consequentemente, não passa por um processo de reaproveitamento. Quando o gesso se encontra na presença de umidade, ocorre a proliferação de fungos, podendo provocar a liberação de gás sulfídrico, um gás incolor, mais pesado que o ar, altamente tóxico que possui cheiro de ovo podre em baixas concentrações e inibe o olfato em concentrações elevadas (SÁ E PIMENTEL, 2009).

Apesar de o resíduo de gesso ter sido considerado, até pouco tempo atrás, basicamente, entulho, ele recentemente passou a ser classificado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente como resíduo com alternativas tecnológicas disponíveis de reciclagem. Desta forma, quando o gerenciamento dos resíduos de gesso da construção civil é executado adequadamente, pode-se realizar o reaproveitamento desse material. Assim, com base na atual legislação ambiental e nas características do gesso de construção, existe a necessidade de que as construtoras executem não apenas o planejamento das etapas construtivas, mas também a maneira com que os resíduos gerados serão descartados. Segundo a Associação Brasileira de *Drywall*:

Uma boa gestão ambiental do canteiro de obras não tem como objetivo apenas cumprir a legislação. Gera qualidade, produtividade, contribui para a diminuição de acidentes de trabalho e ainda reduz os custos de produção do empreendimento e de destinação dos resíduos. O grande benefício para o meio ambiente é a geração de menos resíduos e a menor utilização de recursos naturais. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DRYWALL, 2012, p. 3)

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo apresentar os métodos usuais de aplicação do gesso na construção civil e analisar a sistemática da gestão dos resíduos provenientes destas práticas, sendo caracterizadas as respectivas formas de geração dos resíduos de diferentes métodos de execução de serviços com gesso.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

REFERENCIAL TEORICO

ORIGEM DO GESSO

O gesso é obtido por eliminação parcial ou total da água de cristalização contida no minério natural chamado gipso (sulfato de cálcio dihidratado). A variedade de gipso com maior importância econômica é a gipsita, forma mineral do sulfato de cálcio (CaSO4.2H2O), geralmente acompanhado de uma certa proporção de impurezas como sílica, alumina, óxido de ferro, magnésio de baixa dureza. O minério de gipsita se origina em bacias sedimentares, por evaporação da fase líquida (BAUER, 2005).

No território brasileiro os principais depósitos de gipsita ocorrem associados às bacias sedimentares conhecidas como Bacia Amazônica (Amazonas e Pará); Bacia do Meio Norte ou Bacia do Parnaíba (Maranhão e Tocantins); Bacia Potiguar (Rio Grande do Norte); Bacia Sedimentar do Araripe (Piauí, Ceará e Pernambuco); e Bacia do Recôncavo (Bahia).

PROPRIEDADES DO GESSO

"No estado em que se encontra no mercado, o gesso é um pó branco, de elevada finura, cuja densidade aparente varia de 0,7 a 1,0; diminuindo com o grau de finura. Sua densidade absoluta é de cerca de 2,7" (BAUER, 2005, p. 27). É um aglomerante quimicamente ativo (seu endurecimento é decorrente de reação química) e hidráulico (o endurecimento pode se efetivar, independente da presença de ar). Ainda segundo Bauer (2005), são principais propriedades do gesso:

Pega: o gesso misturado com água começa a endurecer em razão da formação de uma malha de cristais e, depois do início da pega, ele continua a endurecer como os demais aglomerantes. A velocidade de endurecimento do gesso depende de:

Temperatura e tempo de calcinação;

Finura de suas partículas;

Quantidade e água no amassamento;

Presença de impurezas ou uso de aditivos.

A quantidade de água influencia negativamente na pega, pois quanto mais água, mais lenta se dá a pega e o endurecimento. A presença de impurezas diminui muito a velocidade da pega. Mas existem aditivos que podem acelerar ou retardar esse processo. Como retardadores de pega, podem ser misturados ao gesso: açúcar, álcool, cola, serragem fina de madeira, sangue e outros produtos de matadouro na proporção de 0,1% da massa de gesso. Tais produtos retardam a pega, pois formam membranas protetoras entre os grãos, isolando-os. Como aceleradores, podem-se utilizar no gesso: sal de cozinha, sulfatos de alumínio, potássio e o próprio gesso.

Resistência Mecânica: as pastas de gesso, depois de endurecidas, atingem resistências à tração na ordem de 7 a 35 kgf.cm-2 e a compressão de 50 a 150 kgf.cm-2. As argamassas, devido ao uso de areia, diminuem esse total.

Aderência: as pastas e argamassas de gesso aderem bem a tijolos, pedras, ferro e aderem mal a superfícies de madeira. A aderência gesso-ferro é boa, mas pode ocasionar a oxidação do ferro. Não se deve fazer gesso armado como cimento armado, argamassa armada ou concreto. O gesso, devido a sua fácil solubilidade, não deve ser utilizado em áreas externas.

Isolamento: as pastas e argamassas de gesso são bons isolantes térmicos e acústicos. Conferem boa resistência ao fogo, pois tendo sua água evaporada, reduz-se a pó.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

FABRICAÇÃO DO GESSO

Segundo John e Cincotto (2007), é comum que a produção o gesso utilizado na construção civil brasileira, esteja baseada em matérias primas naturais obtidas através de extração mineral a céu aberto. Uma vez obtido o minério, as etapas seguintes do processamento do gesso, basicamente, são: britagem, moagem grossa do material e a estocagem. Ainda há a necessidade de realização da secagem do material estocado, já que a umidade do material extraído pode chegar a 10%, para posteriormente finalizar-se o processamento da matéria prima através dos processos de calcinação, moagem fina e ensilagem.

O processo de ensilagem consiste na armazenagem do material, previamente separado em frações granulométricas de acordo com sua utilização. A estocagem nos silos auxilia na homogeneização. Após todas essas etapas, o gesso é finalmente ensacado e mantido afastado do local úmido.

APLICAÇÃO DO GESSO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A NBR 13207/1994, define o gesso para construção civil como: “material moído em forma de pó, obtido da calcinação da gipsita, constituído predominantemente, de sulfato de cálcio, podendo conter aditivos controladores de tempo de pega.”

Esse material apresenta baixo custo quando comparado com os revestimentos tradicionais como o chapisco, emboço e reboco. A técnica aplicada em gesso está diminuindo cada vez mais a aplicação de revestimento em argamassa, devido a sua elevada capacidade de aderência aos substratos, evitando assim, os longos prazos de cura para um posterior acabamento, também se reduz o uso de massa corrida, no caso de pinturas.

Apesar das grandes vantagens apresentadas, existem algumas características que limitam seu emprego. O gesso apresenta elevado grau de solubilidade, restringindo seu uso aos ambientes internos e secos. Do contrário, pode haver crescimento de bolor.

Ainda segundo a NBR 13207/1994, o gesso deve-se encontrar em sacos de 40kg, na forma de um fino pó. Além disso, deve ser entregue em sacos de papel com várias folhas, suficientemente fortes para evitar rupturas durante se manuseio. Em cada saco deve estar impresso de forma visível cada tipo de gesso, o nome e a marca do fabricante.

RESÍDUO DE GESSO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O uso cada vez maior do gesso na construção civil gera grande quantidade de resíduo. A deposição inadequada desse resíduo pode contaminar o solo e o lençol freático, devido às características físicas e químicas desse material que, em contato com o ambiente, pode se tornar tóxico.

Além de tóxico, a dissolução do resíduo de gesso pode se tornar inflamável. O ambiente úmido, associado às condições aeróbicas e a presença de bactérias redutoras de sulfato, permite a dissociação dos componentes do resíduo em dióxido de carbono, água e gás sulfídrico, que possui odor característico de ovo podre (OLIVEIRA, 2013).

A incineração do gesso também não é recomendada, pois produz dióxido de enxofre, um gás tóxico. As possibilidades para minimizar o impacto ambiental, portanto, são a diminuição da geração de resíduos, a reutilização e a reciclagem desse material.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

O gesso de revestimento tem um grande volume de resíduos gerados em uma obra. Seu tempo de pega é muito rápido, o que faz com que os funcionários tenham que trabalhar de forma muito rápida, o que muitas vezes pode levar a erros na execução do serviço, além de aumentar as perdas do material.

Figura 1 - Resíduo de Gesso em um Cômodo



(Fonte: SILVA, 2012)

CONCLUSÕES

Ao longo da pesquisa, observou-se que o gesso tem grandes vantagens em relação a outros revestimentos, dispensa o uso de argamassa ou reduz muito seu uso, pode ser aplicado diretamente sobre a alvenaria e em demais superfícies, são bons isolantes térmico e acústico. Foram vistos os tipos de revestimentos em gesso (desempenado, sarrafeado, gesso acartonado e placas de gesso), suas características e peculiaridades e onde são mais indicados seu uso.

Observou-se ainda, as limitações do gesso: não suporta umidade e altas temperaturas, precisa de superfície com boa planeza, já que é aplicado em camadas muito finas, não suporta grandes deformações e tratou-se da sistematização de seus resíduos.

A gestão dos resíduos do gesso da construção civil possui barreiras de viabilização da reutilização e reciclagem, devido à necessidade da ampliação de pesquisas voltadas para a obtenção de alternativas tecnológicas que realmente possibilitem a realização desses processos. O gesso foi reclassificado como resíduo de classe B apenas no ano de 2011, o que mostra que as tecnologias de reaproveitamento desse material, apesar de serem recentes, já existem, como é o caso das três que citadas.

Os impactos negativos causados pela disposição irregular dos resíduos sólidos de perdas da construção civil são um dos maiores problemas enfrentados atualmente, pela gestão urbana. Cabe ao gerador o dever de administrar os resíduos e aos órgãos públicos, a normatização e fiscalização.

A construção civil é uma grande geradora de impactos ambientais, apesar da posição de destaque quando o assunto é desenvolvimento econômico. Nesse sentido, o maior desafio é conciliar a atividade produtiva e lucrativa com um desenvolvimento sustentável e consciente. Diante do exposto, vimos que o gesso, além de ser versátil em suas aplicações, já tem soluções viáveis de reciclagem.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO *DRYWALL*. **Resíduos de gesso na construção civil:** coleta, armazenagem e destinação para reciclagem. São Paulo, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 13207**. Gesso para Construção. Rio de Janeiro, 1994.

BAUER, L.A Falcão. **Materiais de construção civil:** novos materiais para construção civil. 5ª ed. TCL, Rio de Janeiro.1994. 960 p. v1.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO. **Resolução n. 431, de 24 de maio de 2011.** Altera o artigo 3º da Resolução n. 307 do, estabelecendo nova classificação para o gesso. Brasília, DF, 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n. 307, de 17 de julho de 2002**. Diretrizes, critérios e procedimentos para gestão de resíduos na construção civil. Brasília, DF, 2012.

GESTÃO AMBIENTAL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – A ESPERIÊNCIA DO SINDUSCON– SP. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual_residuos_solidos.pdf>. Acesso em: 2 de out. 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE: CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm >. Acesso em: 27 de out. 2014.

OLIVEIRA, T. M; POLISSENI, A. D**. Reciclagem do gesso: potencial de aplicação**. 2013, 6f. Departamento de Construção Civil e Fundação Centro Tecnológico de Juiz de Fora. Universidade Federal de Juiz de Fora.

SILVA, Edson Filho a Silva. **Gestão de resíduos sólidos na construção civil: ciclo do gesso em uma obra de edificação**. 2012. 36f. Trabalho de Conclusão em de
SINDUSGESSO – SINDICATO DA INDRÚSTRIA DO GESSO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. Disponível em: <http://www.sindusgesso.org.br/compra-de-gesso-deve-ser-orientada-pela-abnt-13207-e-pela-diretriz-08-do-sinat/>. Acesso em: 2 de out. 2014.

ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA PUC – CAMPINAS, 14, 2009, Campinas. **Avaliação do desperdício de gesso aplicado como revestimento**, Campinas. Pontífice Universidade Católica – PUC, 2009. 6p.

YAZIGI, W**. A técnica de edificar.** 10 ed. ver. e atual. São de Paulo: Pini: SindusCon, 2009.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE DIFERENTES CLONES DE *EREMANTHUS ERYTHROPAPPUS*

MARIA LOPES MARTINS AVELAR[1], GABRIEL DE RESENDE BARONI[2], LUCAS AMARAL DE MELO[3]
[1] 10º módulo de Engenharia Florestal, bolsista PIBIC/CNPq, UFLA, (35) 9851-8527, maria.lma@hotmail.com
[2] 12º módulo de Engenharia Florestal, UFLA
[3] Professor do Departamento de Ciências Florestais, UFLA

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: *Eremanthus erythropappus* é uma espécie de interesse econômico devido, principalmente, à extração do óleo de sua madeira, que contém o alfabisabolol, utilizado nas indústrias de cosméticos e fármacos. Uma das maneiras de incentivar a silvicultura dessa espécie é por meio da seleção de materiais genéticos mais produtivos e posterior clonagem. A partir da seleção, resgate de matrizes em campo e formação de um minijardim clonal, este trabalho teve como objetivo avaliar o enraizamento de miniestacas obtidas a partir de minicepas de sete clones (4, 12, 27, 33, 40, 49 e 50). O experimento foi montado dentro de uma casa de vegetação climatizada, em DIC, com quatro repetições e dez plantas por parcela, tendo como substrato uma mistura de casca de arroz carbonizada, vermiculita e fibra de coco nas mesmas proporções. Com base no resultados, observou-se que três meses após o estaqueamento, os clones 12, 27, 33 e 50 apresentaram as maiores médias de miniestacas enraizadas, não diferindo significativamente entre si, a 5% de significância, enquanto os demais (40 e 49) apresentaram os menores valores para enraizamento.
PALAVRAS-CHAVE: candeia, silvicultura clonal, alfabisabolol.

ROOTING OF DIFFERENT MINICUTTINGS CLONES OF Eremanthus erythropappus IN THE SAME SUBSTRATE

ABSTRACT: Eremanthus erythropappus is a species of economic interest, mainly due to the extraction of oil from its timber, which contains the α-bisabolol, used in cosmetics and pharmaceuticals industries. One of the ways to encourage the silviculture of this species is through the selection of more productive genetic materials and subsequent cloning. From the selection, rescue of stock plants in the field and formation of a mini-clonal hedge, this study aimed to evaluate the rooting of minicuttings obtained from ministumps of seven clones (4, 12, 27, 33, 40, 49 and 50). The experiment was conducted in acclimatized greenhouse in a complete randomized block design, with four replications and ten plants per plot, with the substrate a mixture of carbonized rice hulls, vermiculite and coconut fiber in the same proportions. Based on the results, we found that three months after the placement of propagules, clones 12, 27, 33 and 50 presented the highest levels of rooted minicuttings, did not differ significantly from each other, a 5% significance, while the others (40 and 49) had the lowest values for rooting.
KEYWORDS: candeia, clonal forestry, α-bisabolol.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish é também conhecida como candeia, candeia-verdadeira, cambará, dedal, dedaleira, dedaleiro, pacari, pau-de-candeia. Possui altura de 6-10m, de copa arredondada, com raminhos estriado-angulosos e densamente cobertos por tomento lepidoto branco, de tronco tortuoso de 25-35 cm de diâmetro, revestido por casca acinzentada, grossa e suberosa, com fissuras longitudinais, folhas glabras na face superior e densamente lepidoto-tomentoso de cor cinzenta ou branca na inferior. Ocorre nos estados de Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, na Floresta Estacional Alto-Montana e na Floresta Ombrófila (LORENZI, 1992).

Sua madeira é utilizada predominantemente como moirão de cerca, em decorrência de sua alta durabilidade e, também, na extração de óleo essencial, cujo princípio ativo é o alfabisabolol, empregado na fabricação de medicamentos e cosméticos (cremes, bronzeadores, protetores solares, veículo para medicamentos, além de uso na profilaxia e cuidados da pele de bebês e adultos, entre outros), sendo, portanto, uma espécie florestal de múltiplos usos (SCOLFORO, 2012).

É inegável a importância econômica desta espécie, porém, até o momento, os estudos voltados ao melhoramento da candeia ainda são incipientes, o que inviabiliza a seleção das melhores procedências e progênies. Em virtude disso, torna-se necessário o desenvolvimento de programas que permitam essa seleção. Primeiramente, é necessário se fazer a instalação de testes de procedências/progênies, nos quais serão selecionadas as melhores matrizes, que posteriormente podem ser resgatadas e multiplicadas vegetativamente. Em 2005, foi implantado um teste de procedências e progênies no município de Baependi, MG com esta finalidade, onde as melhores plantas vêm sendo selecionadas, visando a continuidade da silvicultura clonal da espécie (MELO, 2012). Em seguida, a fim de constatar a superioridade de tais indivíduos e compará-los, deve ser feita a implantação de testes clonais. Em 2012, foi implantado um teste clonal no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras com este intuito e, desde então, mensurações são feitas e estacas são coletadas para a produção de mudas de clones que compõem o minijardim clonal, instalado também no Viveiro. A partir de avaliações constantes, seleção e clonagem, torna-se possível trabalhar com materiais genéticos melhorados, elevando o desempenho de plantios e trazendo maiores lucros ao produtor.

Uma alternativa utilizada no setor florestal para a obtenção de materiais superiores, visando atingir determinados propósitos, é o uso da propagação vegetativa no processo de produção de mudas clonais. As expressões “propagação vegetativa”, “propagação assexuada” e “propagação clonal” de plantas têm sido utilizadas rotineiramente para designar a multiplicação e produção de plantas usando propágulos vegetativos de uma planta ou clone específico. Dentre as técnicas de propagação clonal, está a miniestaquia, similar à estaquia convencional, a qual proporciona a minimização de algumas dificuldades no processo de produção de mudas de certos clones e espécies, principalmente no que concerne ao enraizamento, formação de mudas e desenvolvimento de futuras árvores (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009).

Um dos obstáculos à otimização da estaquia tradicional (macroestaquia) é o baixo índice de enraizamento e, ou, a baixa qualidade do sistema radicular de alguns clones, além das dificuldades inerentes à uniformização de tratos culturais, irrigação, fertilização e controle de doenças, mormente em períodos chuvosos. Porém, com o advento das técnicas de microestaquia e miniestaquia tem sido possível clonar comercialmente genótipos de difícil enraizamento (ALFENAS et al., 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o enraizamento de miniestacas obtidas a partir de minicepas de sete clones (4, 12, 27, 33, 40, 49 e 50) de *Eremanthus erythropappus.*

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Viveiro Florestal, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras. Um minijardim clonal sob cobertura plástica, composto por canaletões de alvenaria, preenchidos com brita no fundo e areia lavada foi construído nas dependências do Viveiro. As mudas para a formação do minijardim clonal foram obtidas a partir do resgate e enraizamento de estacas de materiais genéticos selecionados previamente em um teste de procedências e progênies implantado em Baependi, MG, em 2005.

No minijardim as plantas foram manejadas com o intuito de produzir brotações para serem coletadas e confeccionadas miniestacas para o enraizamento. A irrigação e a nutrição mineral são realizadas por um sistema automatizado de fertirrigação por gotejamento (MELO et al., 2011).

A fim de avaliar diferentes clones no processo de enraizamento de miniestacas de candeia, foram utilizados tubetes de 55 cm^3, preenchidos com substrato composto por fibra de coco, casca de arroz carbonizada e vermiculita, na mesma proporção volumétrica. Além desses componentes, foi incorporada a adubação de base com adubo de liberação lenta (Osmocote) – 4,0kg de adubo por m^3 de substrato.

Após a homogeneização e preparação do substrato, foram coletadas brotações, no minijardim clonal, a partir das minicepas de apenas sete clones (4, 12, 27, 33, 40, 49 e 50), pois nem todos tinham brotações suficientes para a instalação de experimento com delineamento experimental.

No preparo, as brotações das minicepas foram coletadas e confeccionadas as miniestacas. Em seguida eram colocadas em caixas de isopor, contendo água e levadas, o mais rápido possível, para a casa de vegetação, onde foi realizado o estaqueamento. As miniestacas confeccionadas apresentavam 6-8 cm de comprimento e um par de folhas reduzidas, transversalmente, à metade de sua dimensão original, com o intuito de reduzir a transpiração.

O experimento foi conduzido em DIC, em quatro repetições, com 6 a 20 miniestacas por parcela. Na casa de vegetação, as miniestacas permaneceram por 45 dias para enraizarem, depois foram conduzidas até a casa de sombra, onde passaram 20 dias, e finalmente, levadas para pleno sol, permanecendo 60 dias. Em todo esse processo de produção de mudas, foram feitas as atividades típicas de um viveiro florestal, como irrigações e eliminação de plantas daninhas. A avaliação do percentual de enraizamento das miniestacas foi realizada três meses após o estaqueamento.

Depois de obtidos os dados, eles foram submetidos à análise de variância no software SISVAR e agrupados por meio do teste de média Scott-Knott, a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Três meses após o enraizamento, dentre os sete clones avaliados, os clones 4, 12, 27, 33 e 50 apresentaram as maiores médias de miniestacas enraizadas, não diferindo significativamente entre si, a 5% de significância, enquanto os clones 40 e 49 apresentaram menores valores para enraizamento. Isso permite verificar a superioridade dos clones nesta característica, compará-los e, até mesmo, vincular esta capacidade de enraizamento com outras características, como por exemplo, altura e circunferência à altura do solo em campo, conseguindo uma seleção mais ampla do material. Além disso, a propagação clonal apresenta vantagens em relação à propagação por sementes, uma vez que a clonagem elimina a heterogeneidade dos clones em plantios comerciais, o que contribui para a existência de plantios mais homogêneos, com plantas expressando suas características uniformemente, fornecendo produtos de alta qualidade e gerando lucros. Segundo

Ferreira et al. (2004), com base no formato da curva de enraizamento e pelas estimativas do parâmetro γ de dois clones de *Eucalyptus* spp., foi possível constatar que existe uma diferença na velocidade de enraizamento dos dois clones testados. Desse modo, espera-se que o tempo de permanência ótimo das miniestacas na casa de enraizamento também seja diferente. O enraizamento de estacas pode ser influenciado por injúrias, pelo balanço hormonal, pela constituição genética da matriz, pela presença de inibidores e pelas condições nutricionais e hídricas da planta doadora de propágulos (ALFENAS et al., 2009).

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados, dentre os clones avaliados, foi possível definir aqueles com maior capacidade de enraizamento: os clones 4, 12, 27, 33 e 50 apresentaram as maiores médias de miniestacas enraizadas, com o valor médio de 22%, enquanto os clones 40 e 49 apresentaram o valor médio de 7,5%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 422p.

FERREIRA, E.M. et al. **Determinação do tempo ótimo do enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp**. R. Árvore, Viçosa-MG, v.28, n.2, p.183-187, 2004.LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol. 03, 1ª edição, 1992, 384 p.

MELO, L. A. et al. **Otimização do tempo necessário para enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus grandis***. Rev. Árvore, Viçosa, v. 35, n. 4, jul./ago. 2011.

MELO, L.A. **Seleção e resgate de árvores superiores de candeia (*Eremanthus erythroppapus* (DC.) Macleish).** 2012. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.; DAVIDE, A.C. **Manejo sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais.** 1ª edição. Lavras: Editora UFLA, 2012. 330 p.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal:** princípios e técnicas. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009, 272 p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE *EREMANTHUS ERYTHROPAPPUS* EM DIFERENTES SUBSTRATOS

MARIA LOPES MARTINS AVELAR[1], GABRIEL DE RESENDE BARONI[2], LUCAS AMARAL DE MELO[3]
[1] 10 º módulo de Engenharia Florestal, bolsista PIBIC/CNPq, UFLA, (35) 9851-8527, maria.lma@hotmail.com
[2] 12º módulo de Engenharia Florestal, UFLA
[3] Professor do Departamento de Ciências Florestais, UFLA

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: *Eremanthus erythropappus* é uma espécie nativa tipicamente encontrada entre áreas de mata e campos abertos. Sua madeira pode ser utilizada na obtenção de moirões e na extração de óleo essencial, cujo princípio ativo é o α-bisabolol, o que tem incentivado o desenvolvimento de sua silvicultura. Neste contexto, a propagação vegetativa aliada à escolha dos melhores substratos para enraizamento e desenvolvimento de miniestacas são determinantes. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o enraizamento de miniestacas de um clone de candeia sob a influência de quatro substratos: (1) Areia, (2) Areia +Substrato comercial (1:1), (3) Substrato comercial +Vermiculita (1:1) e (4) Substrato comercial puro, em quatro repetições de dez plantas por parcela. A avaliação foi realizada três meses após o estaqueamento. De acordo com os resultados, concluiu-se que o enraizamento das miniestacas nos substratos 2, 3 e 4 não diferiu estatisticamente entre si, sendo superior aos valores encontrados para o substrato 1 (Areia).
PALAVRAS-CHAVE: candeia, silvicultura clonal, α-bisabolol.

ROOTINGOF *Eremanthuserythropappus* MINICUTTINGIN DIFFERENT *SUBSTRATES*

ABSTRACT: *Eremanthuserythropappus* is a native species typically found between forest areas and open fields. Its wood can be used to obtain fence post sand essential oil extraction, whose active ingredientis α-bisabolol, which has encouraged the development of its silviculture. In this context, the vegetative propagation allied to the choice of the best substrates for rooting and minicutting's development are crucial. Therefore, the aim of this study was to evaluate the rooting of minicuttings of candeia's clone under the influence of four substrates:(1) sand(2) sand + comercial substrate (1: 1), (3) comercial substrate + vermiculite (1: 1) and (4) purê comercial substrate, in four repetitions of tem plants per plot. The evaluation was performed three months after propagules were placed. According to the results, it was concluded that the rooting of minicuttings on substrates 2, 3 and 4 was not statistically diferente between them, and they were higher than substrate 1 (sand).
KEYWORDS: candeia, clonal forestry, α-bisabolol.

INTRODUÇÃO

A candeia é uma árvore nativa pertencente à família Asteraceae, precursora de campo, típica de encraves entre a mata e os campos abertos (Cerrado, Campos rupestres e Campos de altitude). Uma característica interessante dessa espécie é seu desenvolvimento em sítios com solos pouco

férteis, rasos e, predominantemente, em áreas de campos de altitude que varia entre 400 e 2.200 m. A candeia se desenvolve em locais nos quais seria difícil a implantação de culturas agrícolas, ou mesmo, a implantação de alguma outra espécie florestal (SCOLFORO et al., 2012). Sua distribuição geográfica no Brasil abrange o Centro-Oeste (Goiás, Distrito Federal) e Sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Rio de Janeiro). Em Minas Gerais, as principais espécies existentes são *Eremanthus erythropappus* e *Eremanthus incanus*, distribuídas em vários municípios, dentre os quais, Baependi, Delfim Moreira, Ouro Preto, Aiuruoca, Carrancas e Morro do Pilar.

É uma espécie de usos múltiplos. Sua madeira apresenta alta resistência e durabilidade natural, o que permite a confecção de moirões de cerca de boa qualidade. Além disso, apresenta um óleo essencial, que pode ser extraído de toda a planta, cujo princípio ativo é o alfabisabolol, largamente empregado na fabricação de medicamentos e cosméticos (SCOLFORO et al., 2012).

Para o alcance de níveis adequados de crescimento e desenvolvimento em sítios de baixa qualidade, pode haver a necessidade de seleções de genótipos mais adaptados às condições de estresses ambientais. A busca de genótipos superiores, aqueles capazes de sobreviver, crescer e produzir em sítios desfavoráveis torna-se então, de grande importância ambiental e econômica (SILVA, 2003).

Mesmo com esta importância econômica, até o momento, são poucos os estudos concretos voltados ao melhoramento genético da candeia (MELO, 2012), o que dificulta a seleção das melhores procedências e progênies. Em virtude disso, torna-se necessário o desenvolvimento de programas que permitam essa seleção. Primeiramente, é necessário se fazer a instalação de testes de procedências/progênies, nos quais serão selecionadas as melhores matrizes, que posteriormente podem ser resgatadas e multiplicadas vegetativamente. Em seguida, a fim de constatar a superioridade de tais indivíduos e compará-los, deve ser feita a implantação de testes clonais. A partir de avaliações constantes, seleção e clonagem, torna-se possível trabalhar com materiais genéticos melhorados, aumentando o desenvolvimento de plantios e trazendo maior rentabilidade ao produtor.

Segundo Souza et al. (2015), o processo de clonagem envolve as fases de seleção, resgate e ampliação do material genético (matrizes selecionadas e multiplicadas assexuadamente passam a constituir os clones), testes clonais, plantio-piloto e multiplicação comercial de matrizes superiores. A seleção dos materiais genéticos superiores, em programas de melhoramento florestal, tem sido feita visando às características silviculturais de interesse, como volume de madeira, forma do tronco da árvore, qualidade da madeira e tolerância a pragas e doenças. Esses materiais genéticos devem garantir a sustentabilidade dos plantios comerciais e a continuidade do programa de melhoramento mediante a seleção feita em gerações avançadas de árvores e clones superiores.

Com este intuito, em 2005, foi instalado um teste de procedências/progênies de candeia (*Eremanthus erythropappus*) em Baependi, MG. Desde então, as melhores famílias e suas melhores plantas vêm sendo selecionadas (MELO, 2012). Como forma de dar continuidade à silvicultura clonal da espécie e de comprovar que os materiais selecionados são realmente superiores à média, e dentre eles, quais são os melhores, instalou-se um teste clonal com dezessete clones, em dezembro de 2012, no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG. Para dar prosseguimento ao programa de melhoramento, avaliações das características altura e circunferência à altura do solo têm sido feitas e material genético vem sendo coletado, visando à propagação vegetativa e à identificação dos clones superiores, com relação às características de crescimento e propagação vegetativa.

A propagação clonal ou propagação vegetativa de plantas somente é possível devido à capacidade que as células, partes de órgãos ou órgãos têm de regenerar órgãos ou plantas completas, em razão da totipotência. A miniestaquia é similar à técnica de estaquia convencional,

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

porém apresenta variações metodológicas que permitem a otimização do enraizamento e a qualidade da muda clonal, principalmente de clones com maior dificuldade de propagação vegetativa. Pelo fato do enraizamento adventício demandar grande gasto de energia, existem evidências que o manejo fisiológico para aumentar os carboidratos na planta matriz se torna, muitas vezes, essencial para alcançar resultados satisfatórios na propagação por estaquia. O estado nutricional da planta matriz mostra-se de grande importância não apenas quanto ao aspecto do seu vigor fisiológico e da produção de brotações, mas também a concentração dos elementos minerais apresenta, nas estacas, efeito altamente significativo nos índices de enraizamento e na velocidade de formação de raízes (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009).

Segundo Xavier; Wendling; Silva (2009), a constituição genética das matrizes tem grande efeito na capacidade rizogênica de estacas e miniestacas. Embora os índices de enraizamento, em nível operacional, dependam muito de tratos culturas (nutrição, irrigação e controle de doenças e pragas) e do ponto de coleta de brotos, a otimização desses fatores tem pouco efeito para genótipos recalcitrantes à diferenciação de raízes adventícias.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o enraizamento de miniestacas de um clone de *Eremanthus erythropappus* sob a influência de quatro substratos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Viveiro Florestal, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras. Um minijardim clonal sob cobertura plástica, composto por canaletões de alvenaria, preenchidos com brita no fundo e areia lavada foi construído nas dependências do Viveiro. As mudas para a formação do minijardim clonal foram obtidas a partir do resgate e enraizamento de estacas de materiais genéticos selecionados previamente em um teste de procedências e progênies implantado em Baependi, MG, em 2005.

No minijardim as plantas foram manejadas com o intuito de produzir brotações para serem coletadas e confeccionadas miniestacas para o enraizamento. A irrigação e a nutrição mineral no minijardim clonal eram realizadas por um sistema de fertirrigação por gotejamento.

A fim de testar diferentes substratos para o processo de enraizamento de miniestacas de candeia, foram utilizados tubetes de 110 cm^3, preenchidos com os quatro substratos avaliados: Areia pura; Areia e Substrato comercial na mesma proporção volumétrica; Substrato comercial e Vermiculita na mesma proporção volumétrica; Substrato comercial puro. Além desses componentes, foi incorporada a adubação de base com adubo de liberação lenta (Osmocote) – 4,0 kg de adubo por m^3 de substrato.

Após a homogeneização e preparação dos substratos, foram coletadas brotações, no minijardim clonal, a partir das minicepas de apenas um clone (C50), pois era o que mais apresentava brotações, além de ser um dos clones ausentes no teste clonal, o que justifica ainda mais sua propagação.

No preparo, as brotações das minicepas foram coletadas e confeccionadas as miniestacas. Em seguida eram colocadas em caixas de isopor, contendo água e levadas, o mais rápido possível, para a casa de vegetação, onde foi realizado o estaqueamento. As miniestacas confeccionadas apresentavam, aproximadamente, 6-8 cm de comprimento e um par de folhas reduzidas, transversalmente, à metade de sua dimensão original, com o intuito de reduzir a transpiração.

O experimento foi conduzido em DIC, em quatro repetições de dez plantas por parcela. Na casa de vegetação, as miniestacas permaneceram por 45 dias para enraizarem, depois foram conduzidas até a casa de sombra, onde passaram 20 dias, e finalmente, levadas para pleno sol,

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

permanecendo 60 dias. Em todo esse processo de produção de mudas, foram feitas as atividades típicas de um viveiro florestal, como irrigações e eliminação de plantas daninhas. A avaliação do percentual de enraizamento das miniestacas foi realizada três meses após o estaqueamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após avaliar o enraizamento das miniestacas do clone 50 sob a influência dos quatro substratos testados, aqueles que apresentaram as maiores médias de miniestacas enraizadas, não diferindo significativamente entre si, a 5% de significância, foram os substratos compostos por Areia e Substrato comercial, Substrato comercial e Vermiculita, ambos na mesma proporção volumétrica, e Substrato comercial puro, sendo, portanto, superiores aos valores encontrados para o substrato 1 (Areia pura). Schimitz et al. (1999), avaliando as características físicas de diversos substratos, comentaram que materiais minerais, como solo e areia, possuem excessiva densidade e reduzida porosidade, sendo deficientes em aeração. Isso foi constatado na análise física dos substratos, onde a densidade do solo foi 1,061 $g.L^{-1}$ e da areia foi de 1,368 $g.L^{-1}$. Solos muito arenosos formam, às vezes, camadas muito duras à superfície, oferecendo grande resistência à penetração de raízes e à mobilização mecânica (GONÇALVES; STAPE, 2002). Além disso, normalmente, solos mais arenosos possuem menor retenção de água, e este é um fator de grande importância, pois seu aspecto vai regular a própria absorção de nutrientes (PAIVA et al., 2011), e analogicamente, como o solo é o meio que confere estabilidade e suporte físico para as árvores, o substrato tem a mesma função para as miniestacas.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados, pode-se verificar que dentre os quatro substratos testados (Areia pura, Areia e Substrato comercial, Substrato comercial e Vermiculita, ambos na mesma proporção volumétrica, e Substrato comercial puro), a Areia pura apresentou os menores valores no enraizamento para o C50, não sendo indicada para o enraizamento de miniestacas de *Eremanthus erythropappus*. Em contrapartida, os demais substratos podem ser utilizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. (eds.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Piracicaba:** IPEF, 2002. 498p.

MELO, L.A. **Seleção e resgate de árvores superiores de candeia (*Eremanthus erythroppapus* (DC.) Macleish).** 2012. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PAIVA, H.N., JACOVINE, L.A.G., TRINDADE, C., RIBEIRO, G.T. **Cultivo do eucalipto:** implantação e manejo. 2ª Edição, Viçosa, MG: Editora: Aprenda Fácil, 2011, 353 p.

SCHIMITZ, J.A.K.; SOUZA, P.V.D., KÄMPF, A.N. **Características físicas de componentes de substratos de origem mineral e orgânica e suas misturas**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 1., 1999, Porto Alegre, Resumos... Porto Alegre: UFRGS/SEBRAE/AFLORI, 1999. P 27-28

SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.; DAVIDE, A.C. **Manejo sustentável da candeia:** o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais. 1ª edição. Lavras: Editora UFLA, 2012. 330 p.

SILVA, A.C. **Variações genéticas em candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish):** Simbiose e desenvolvimento radicular e estabelecimento inicial em áreas degradadas. 2003, 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOUZA, I.C.G.; ODA, S.; MARINO, C.L. **Ganho de produtividade na seleção de famílias clonais de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden**. III Congresso Brasileiro de Eucalipto. **Anais...** – 02 a 04 de setembro de 2015, Vitória/ES.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal:** princípios e técnicas. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009, 272 p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ENTROPIA E ENERGIA LIVRE DE GIBBS DA CASCA E POLPA DO ABACAXI

LUCIANA P. TEIXEIRA [1], EDNILTON T. DE ANDRADE[2]

[1] Engenheira Agrícola, doutoranda em Engenharia Mecânica, PGMEC, UFF, lucianapteixeira@yahoo.com.br
[2] Engenheiro Agrícola, Professor Associado, DEG, UFLA, (35) 3829-1669, ednilton@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A polpa e a casca do abacaxi são produtos frequentemente utilizados na indústria em suas formas desidratadas. Por essa razão, o conhecimento adequado das características termodinâmicas desses produtos ao longo das etapas de beneficiamento e armazenamento são essenciais otimização dos processos térmicos. Por essa razão, o presente trabalho objetivou a determinação e simulação matemática do comportamento da entropia e energia livre de Gibbs em função do teor de água de equilíbrio e entalpia. O estudo foi desenvolvido para os intervalos de umidade relativa compreendidos entre, respectivamente, 18 a 85% para a casca e 10 a 85% para a polpa, com intervalos de temperaturas 20 a 70°C para ambos os casos. Como resultado, verificou-se que a medida que o teor em água de equilíbrio do produto diminui, o processo de sorção torna-se cada vez mais espontâneo, e a entropia diferencial do produto aumenta. A partir desses resultados, para ambos os casos, concluiu-se que a medida que há a diminuição do teor de água de equilíbrio e, consequentemente, maior entalpia diferencial, o processo de secagem necessita da introdução de um maior quantitativo de energia para ocorrer.
PALAVRAS–CHAVE: abacaxi; energia livre de Gibbs; entropia

ENTROPY AND FREE ENERGY GIBBS OF THE PEEL AND PULP OF THE PINEAPPLE

ABSTRACT: The pulp and peel pineapple products are often used in the industry in their dehydrated forms. For this reason, the proper knowledge of the thermodynamic characteristics of these products throughout the stages of processing and storage are essential for the optimization of thermal processes. Therefore, this study objective was the determine and mathematical simulation of the behavior of entropy and Gibbs free energy in function of the equilibrium water content and enthalpy. The study was designed to relative humidity intervals ranging from respectively 18 to 85% for peel and 10 to 85% to the pulp, with temperatures ranges from 20 to 70 °C for both cases. As a result, in both cases, it was found that as the content equilibrium water of the product decreases, the sorption process becomes more spontaneous, and differential entropy of the product increases. From these results it is concluded as there is a decrease in the equilibrium water content, and consequently increase difference enthalpy, the drying process requires the introduction of a greater quantity of energy to occur.
KEYWORDS: Pineapple; Gibbs free energy; entropy

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus*) é uma fruta típica de regiões tropicas e subtropicais. Tanto sua polpa como sua casca são largamente utilizadas na forma de produto processado industrialmente ou *in natura*. Segundo Drouzas & Shubert (1996), a utilização do abacaxi na indústria se baseia principalmente no seu uso na forma desidratada, visto sua alta suscetibilidade à deterioração. Por essa razão, condições de processamento e armazenamento devem ser consideradas e estudadas como forma de garantir a manutenção da qualidade do produto a ser comercializado, bem como a acessibilidade de seu custo final.

Com o intuito proporcionar informações capazes de auxiliarem na minimização da ocorrência de alterações físicas, químicas e microbiológicas ao longo do processamento e armazenamento assim como garantir a máxima otimização do processo de secagem, analisar a eficiência, planejar a produção e necessidade energética, se faz útil o conhecimento de características relacionadas com os fenômenos de transferência de calor e massa de produtos higroscópicos (Aviara & Ajibola, 2002), como é o caso do abacaxi.

De acordo com Thys et al. (2010), a partir de isotermas de sorção determinadas através do estudo da higroscopicidade e da entalpia (calor isostérico de sorção) é possível conhecer as propriedades termodinâmicas de produtos agrícolas relacionadas com a entropia e energia livre de Gibbs. Ferro-Fontan et al (1982) indicaram em suas pesquisas a ocorrência de uma relação linear entre a entalpia e entropia para a água de sorção em alguns alimentos, e Aguerre et al (1986) ainda relaciona tal linearidade com o efeito da temperatura sobre isotérmicas de sorção. Essas características são importantes, pois efeitos na linearidade da relação entalpia-entropia podem sugerir a ocorrência de alteração da qualidade do produto (Labuza, 1980), implicando nos preceitos da segurança alimentar do mesmo.

Assim, tendo em vista a importância do conhecimento das características termodinâmicas para a otimização de processos de secagem assim como a manutenção da qualidade do abacaxi, o presente estudo objetivou determinar, a partir da análise de dados de higroscopicidade e entalpia previamente analisados, a energia livre de Gibbs e a entropia diferencial da polpa e casca do abacaxi para condições controladas de teor de água do produto, bem como analisar a teoria da compensação.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido pela Universidade Federal Fluminense em conjunto com a Universidade Federal de Lavra. Para o estudo foram analisadas a casca e a polpa do abacaxi, pesquisadas previamente por Teixeira et al. (2012), para as temperaturas de 20 a 70°C e umidades relativas do ar de 18 a 85% e 10 a 85%, respectivamente, para a casca e polpa do abacaxi.

Segundo McMinn et al. (2005), as variações de calor isostérico em função do teor de água do produto fornecem conhecimento acerca das modificações de interação das moléculas de água com os constituintes do produto. Associado a isso, Rizvi (1995) acrescenta que há um grau de ordem ou desordem associado a esse sistema água-produto e que o mesmo é denominado de entropia (Eq. 1).

$$\Delta S = \frac{\Delta q_{st} - \Delta G}{T_{abs}} \quad (1)$$

Em que, Δq_{st} é a entalpia diferencial, em kJ kg^{-1}; ΔS é a entropia diferencial de sorção, em kJ kg^{-1}K^{-1}; ΔG é energia livre de Gibbs, em kJ kg^{-1}; e T_{abs} é a temperatura absoluta, em K.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Ainda segundo McMinn et al. (2005), a entropia pode estar associada com a ligação ou repulsão das forças no sistema e está relacionada com o arranjo espacial da relação água-produto existente. Assim, para a determinação da entropia, outro importante parâmetro associado ao seu cálculo é a energia livre de Gibbs (Rockland, 1969: Iglesias et al., 1976).

A energia livre de Gibbs corresponde a energia requerida para transferir moléculas de água de uma superfície sólida para o estado de vapor ou vice-versa, ou seja, equivale a medida do trabalho feito pelo sistema para realizar o processo de sorção (Thys et al., 2010). Segundo Telis et al. (2000), através da determinação da energia livre de Gibbs é possível verificar a espontaneidade do processo de ganho ou perda de água entre o produto e o meio. Segundo Simal et al. (2007), a energia livre de Gibbs pode ser estimada pela Eq.2.

$$\Delta G = R_{va} \times T_{abs} \times \ln(a_w) \quad (2)$$

Em que, R_{va} é o constante universal dos gases para o vapor d'água, 0,4619 kJ kg^{-1} K^{-1}; e a_w é a atividade de água, adimensional.

De acordo com Telis et al. (2000) e Nayak & Pandey (2000), os valores de energia livre de Gibbs negativos indicam que o processo é espontâneo, enquanto que os valores positivos correspondem a uma não espontaneidade do processo, já quando este valor é nulo, então há um equilíbrio em relação a espontaneidade do processo. Segundo Beristain et al (1996), o efeito da variação da atividade de água na energia livre de Gibbs está correlacionada com alterações na entalpia e entropia.

A análise da relação entre entalpia e entropia foi baseada no instante em que todas as reações ocorrem a uma mesma taxa, definindo uma temperatura isocinética (T_b), e considerando, dessa forma, a teoria da compensação (Beristain et al, 1996; Oliveira et al., 2013). Segundo McMinn et al. (2005), a teoria da compensação indica uma relação linear entre a entalpia diferencial e a entropia diferencial e é aplicada em estudos de sorção (Eq. 3).

$$\Delta q_{st} = T_b \Delta S + \Delta G_b \quad (3)$$

Em que, Tb é a temperatura isocinética, em K; e ΔG_b é a energia livre de Gibbs para T_b.

Krug et al. (1976a; 1976b) indica para a confirmação da existência da teoria da compensação, que a comparação entre a temperatura isocinética (Eq. 4) com a média harmônica das temperaturas (Eq. 5) utilizadas para determinação das isotermas de sorção deve proporcionar valores ser diferente. Para o calculo da temperatura isocinética considerou-se um intervalo de confiança aproximado (1-α)100% (Beristain et al, 1996).

$$T_b = T_\beta \pm t_{m-2,\alpha/2}\sqrt{var(T_b)} \quad (4)$$

$$T_\beta = \frac{\sum(\Delta q_{st} - \overline{\Delta q_{st}})(\Delta S - \overline{\Delta S})}{\sum(\Delta S - \overline{\Delta S})^2}$$

$$var(T_b) = \frac{\sum(\Delta q_{st} - \Delta G_b - T_\beta \Delta S)^2}{(m-2)\sum(\Delta S - \overline{\Delta S})^2}$$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

$$T_{hm} = \frac{n}{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{1}{T_i}\right)} \quad (5)$$

Em que, t é o valor do teste t a (m-2) graus de liberdade e α é o intervalo de confiança; m é o número de pares de dados de entalpia e entropia, $\overline{\Delta q_{st}}$ é a entalpia média, em kJ kg^{-1}; $\overline{\Delta S}$ é a entropia média, em kJ kg^{-1}; T_{hm} é a média harmônica das temperaturas utilizadas para determinação das isotermas de sorção, em K; n é o número de isotermas de sorção; T_i é a temperatura da i-ésima isoterma, em K.

Segundo Beristain et al (1996), se T_{hm} estiver dentro do intervalo de T_b a relação entre entalpia diferencial e entropia diferencial de sorção reflete apenas erros experimentais. Já, quando $T_b > T_{hm}$ indica que a entalpia controla o processo de sorção, caso contrário, este processo é controlado pela entropia (Goula et al., 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

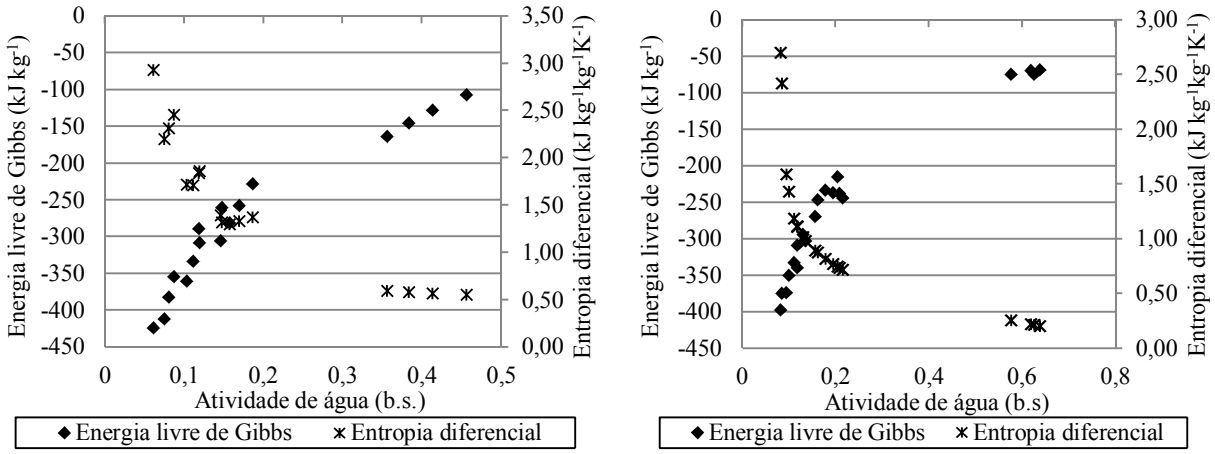
A partir da determinação do calor isostérico líquido ou entalpia diferencial para a casca e polpa do abacaxi foi possível calcular a entropia diferencial de sorção, levando em consideração a energia livre de Gibbs. A Tabela 1 apresenta os valores calculados de entropia diferencial e energia livre de Gibbs em função do teor de água de equilíbrio para a casca e polpa do abacaxi.

TABELA 1 - Valores relacionados com a entropia diferencial de sorção e energia livre de Gibbs, em função da entalpia diferencial e do teor de água da casca e polpa do abacaxi.

Casca do abacaxi				Polpa do abacaxi			
Teor de água de equilíb. (b.s)	**Entalpia diferencial ($kJ\ kg^{-1}$)**	**Entropia diferencial ($kJkg^{-1}K^{-1}$)**	**Energia livre de Gibbs (kJ kg^{-1})**	**Teor de água de equilíb. (b.s)**	**Entalpia diferencial ($kJ\ kg^{-1}$)**	**Entropia diferencial ($kJkg^{-1}K^{-1}$)**	**Energia livre de Gibbs (kJ kg^{-1})**
0,061	538,58	2,93	-423,94	0,0815	530,26	2,70	-397,40
0,0747	343,93	2,20	-411,21	0,0844	420,19	2,42	-374,73
0,0804	378,11	2,32	-382,09	0,0948	172,98	1,59	-373,44
0,0866	415,71	2,46	-353,88	0,0995	120,37	1,43	-349,78
0,1029	230,67	1,72	-360,44	0,1113	57,78	1,19	-332,79
0,1108	228,13	1,71	-333,47	0,1175	42,48	1,11	-339,41
0,1183	250,81	1,84	-289,04	0,1184	40,66	1,12	-308,63
0,1193	275,71	1,86	-307,54	0,1308	24,44	1,02	-294,23
0,1458	174,51	1,40	-305,21	0,1361	20,32	0,98	-302,30
0,147	128,59	1,32	-259,63	0,1557	11,46	0,90	-269,02
0,157	145,91	1,30	-280,65	0,1615	9,94	0,88	-246,89
0,169	160,42	1,33	-257,16	0,1788	6,83	0,82	-233,11
0,1865	176,40	1,38	-227,40	0,1947	5,09	0,77	-236,69
0,3562	40,92	0,60	-163,62	0,2046	4,33	0,75	-214,86
0,3835	46,42	0,58	-145,27	0,2086	4,07	0,74	-237,57
0,413	51,04	0,57	-127,91	0,2148	3,70	0,72	-243,79
0,4557	56,12	0,55	-106,42	0,5763	0,28	0,26	-74,63
-	-	-	-	0,6188	0,24	0,22	-69,43
-	-	-	-	0,6256	0,23	0,22	-74,35
-	-	-	-	0,6386	0,22	0,21	-67,98

A Figuras 1 apresenta o comportamento da energia livre de Gibbs e entropia diferencial para a casca e polpa do abacaxi, em função da atividade de água.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



(a) (b)

Figura 1 – Valores da energia livre de Gibbs e entropia diferencial da casca (a) e polpa do abacaxi (b), com teores de água entre, respectivamente, 0,061 a 0,4557e 0,0815 a 0,6386 b.s.

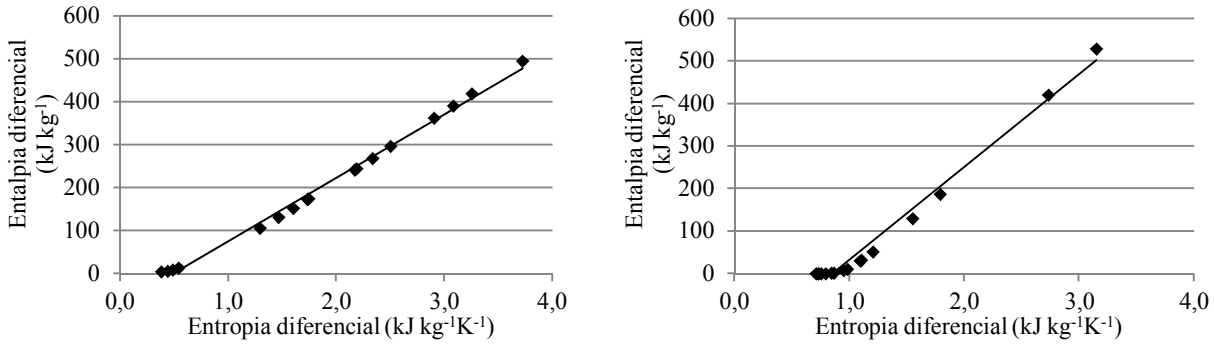
De acordo com os resultados foi possível verificar tanto para a casca como para a polpa do abacaxi que a energia livre de Gibbs é negativa, aumentando a medida que há o aumento do teor de água do produto, evidenciando, para esta condição, a ocorrência da diminuição da espontaneidade do fenômeno de sorção. Da mesma forma, com o aumento do teor de água tanto da casca como da polpa do abacaxi há a diminuição da entropia, caracterizando uma menor força no sistema envolvido com o arranjo espacial de água-produto, favorecendo condições para o desenvolvimento do processo de secagem.

Em seguida, para a verificação da teoria da compensação foram confeccionados os gráficos de entalpia diferencial *versus* entropia diferencial para cada produto, sendo analisada a ocorrência de linearidade entre essas propriedades termodinâmicas. Segundo Ascheri et al. (2009), o coeficiente angular da regressão da relação entre entalpia e entropia diferencial corresponde a temperatura isocinética. A partir dos comportamentos verificados, foram simuladas essas relações utilizando-se o programa Statistica®. As Equações 6 e 7 apresentam as correlações lineares entre entropia diferencial e entalpia diferencial, respectivamente, para a casca e polpa do abacaxi.

$$\Delta q_{st} = 147{,}73\,\Delta S - 72{,}01 \quad (6)$$

$$\Delta q_{st} = 218{,}35\,\Delta S - 185{,}75 \quad (7)$$

As Equações 6 e 7 apresentaram, respectivamente, R^2 de 99,47 e 98,81%. A Figura 2 apresenta as relações de entalpia diferencial e entropia diferencial para a casca e polpa do abacaxi.



(a) (b)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Figura 1 – Relação linear entalpia-entropia diferencial da casca (a) e polpa do abacaxi (b), com teores de água entre, respectivamente, 0,061 a 0,4557e 0,0815 a 0,6386 b.s.

A partir dos dados obtidos e considerando um intervalo de confiança de 95% (teste t) foi testada a teoria da compensação (Ascheri et al., 2009). Para a casca do abacaxi T_b foi de 147,73±72,11 K, enquanto que para a polpa do abacaxi T_b foi de 218,35±32,97 K, e para ambos os produtos T_{hm} foi de 318,33K. Assim pode-se verificar que a média harmônica das temperaturas utilizadas para os dois produtos apresentou-se diferente da temperatura isocinética assim como se situou fora do intervalo determinado. Logo, de acordo com os resultados, tanto para a casca como para a polpa do abacaxi, a teoria da compensação é válida, sendo a entropia a propriedade termodinâmica que controla o processo de sorção ($T_b < T_{hm}$).

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos nesse estudo para uma faixa de temperatura entre 20 e 70°C, intervalo de umidade relativa do ar de 10 e 85%, e com teores de água entre 0,061 a 0,4557 b.s. para a casca do abacaxi e 0,0815 a 0,6386 b.s. para a polpa do abacaxi, foi possível verificar para ambos os casos que o teor de água do fruto influencia as propriedades termodinâmicas do mesmo. Assim, constatou-se que a medida que há a diminuição do teor de água de equilíbrio tanto da casca como da polpa do abacaxi mais espontâneo é o processo de sorção, ou seja, quanto menor a quantidade de água presente no produto, mais fácil se faz o processo de absorção de água do ambiente.

Da mesma forma, observa-se o aumento da entropia diferencial conforme há a diminuição do teor de água, sugerindo, assim, uma maior mobilidade das moléculas de água. Dessa forma, faz-se necessário um maior requerimento energético para transferir as moléculas de água da superfície sólida do produto para o estado de vapor, e indicando que o processo de dessorção apresenta características cada vez menos espontâneas conforme se diminui seu teor de água. Através da verificação da teoria da compensação também foi possível concluir que a entropia é a propriedade termodinâmica que controla o processo de sorção tanto da casca como da polpa do abacaxi.

REFERÊNCIAS BIBLIORÁFICAS

AGUERRE, R. J., SUAREZ, C. & VIOLLAZ, P. E. Enthalpy-entropy compensation in sorption phenomena: Application to the prediction of the effect of temperature on food isotherms. J. Food Sci. v.51, p.1.547-1549.1986

ASCHERI, D. P. R. et al. Propriedades termodinâmicas de adsorção de água do amido de rizomas do lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*). Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 29, n. 2, p. 454-462, 2009.

AVIARA, N. A.; AJIBOLA, O. O. Thermodynamics of moisture sorption in melon seed and cassava. Journal of Food Engineering, v.55, p.107-113. 2002.

BERISTAIN, C. I.; GARCIA, H. S.; AZUARA, E. Enthalpy-entropy compensation in food vapor adsorption. Journal of Food Engineering, Londres, v. 30, n. 3-4, p. 405-415, 1996.

DROUZAS, A. E.; SCHUBERT, H. Microwave Application in Vacuum Drying of Fruits. Journal of food Engineering. Great Britain. Volume 28, p. 203 - 209. 1996

FERRO-FONTAN, C., CHIRIFE, J., SANCHO E. & IGLESIAS, H.A. Analysis of a model for water sorption phenomena in foods J. Food Sci. v.47, p.1590-159. 1982

GOULA, A. M.; KARAPANTSIOS, T. D.; ACHILIAS, D. S. ADAMOPOULOS, K. G. Water sorption isotherms and glass transition temperature of spray dried tomato pulp. Journal of Food Engineering, v. 85, p. 73-83, 2008.

IGLESIAS H.A., CHIRIFE J. & VIOLLAZ P. Thermodynamics of water vapor sorption by sugar beet root. J. Food Technol. V.11, p.91-101.1976

KRUG, R. R.; HUNTER, W. G.; GRIEGER, R. A. Enthalpy-entropy compensation: 1-some fundamental statistical problems associated with the analysis of Van't Hoff and Arrhenius data. Journal of Physical Chemistry, Washington, DC, v.80, n.21, p.2335-2341, 1976a.

KRUG, R. R.; HUNTER, W. G.; GRIEGER, R. A. Enthalpy-entropy compensation: 2 - separation of the chemical from the statistical effect. Journal of Physical Chemistry, Washington, DC, v. 80, n. 21, p. 2341-2351, 1976b.

LABUZA, T. P. Enthalpy-entropy compensation in food reactions. Food Technol. V.34, p.67-77.1980

MCMINN, W. A. M.; AL-MUHTASEB, A. H.; MAGEE, T. R. A. Enthalpyentropy compensation in sorption phenomena of starch materials. Journal of Food Engineering, 38:505–510. 2005.

NAYAK, L.; PANDEY, J. P. Free energy change and monolayer moisture content of paddy and milled rice. Journal of the Institution of Engineers, v. 80: p.43–45. 2000.

OLIVEIRA, D. E. C; RESENDE, O.; SMANIOTTO, T. A. S. ; SOUSA, K. A.; CAMPOS, R. C. Propriedades termodinâmicas de grãos de milho para diferentes teores de água de equilíbrio. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 43, n. 1, p. 50-56. 2013.

RIZVI, S. S. H. Thermodynamic properties of foods in dehydration. In: RAO, M. A.; RIZVI, S. S. H. Eng. properties of foods. New York: Academic Press. p. 223-309. 1995.

ROCKLAND L.B. Water activity and storage stability. *Food Tcchnol.* v.23,p.1-17.1969

SIMAL, S.; FEMENIA, A.; CASTELL-PALOU, A.; ROSSELLO, C. Water desorption thermodynamic properties of pineapple. Journal of Food Engineering.v.80.p.1293-1301.2007.

TEIXEIRA, L. P.; ANDRADE, E. T; SILVA, P. L. Determinação do equilíbrio higroscópico e do calor isostérico da polpa e da casca do abacaxi (*Ananas comosus*). Engevista, v. 14, n. 2. p.172-184. 2012

TELIS, V. R. N.; GABAS A. L.; MENEGALLI F. C.; TELIS-ROMERO, J. Water sorption thermodynamic properties applied to persimmon skin and pulp. Thermochimica Acta, Higashi-Hiroshima, v.343, n. 1-2, 2000.

THYS, R. C. S. et al. Adsorption isotherms of pinhão (*Araucaria angustifolia seeds*) starch and thermodynamic analysis. Journal of Food Engineering, Londres, v. 100, n. 3, p.468-473, 2010.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTIMATIVA DA DOSAGEM IDEAL DE CLORETO FÉRRICO ATRAVÉS DE JAR TEST PARA TRATAMENTO DE ÁGUA

FERNANDO NERIS RODRIGUES[1], JACINEUMO FALCÃO DE OLIVEIRA[2], DIEGO VIPA AMÂNCIO[3], RONALDO FIA[4]

[1]Engenheiro Ambiental e Sanitarista pelo Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG). Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Fone: (37) 9949-3212;

[2]Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Mestrando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Fone: (35) 9110-0280;

[3]Engenheiro Ambiental e Sanitarista pelo Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG). Mestrando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Fone: (37) 9835-0404;

[4]Engenheiro Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal (UFV). Doutor em Engenharia Agrícola (Recursos Hídricos e Ambientais) pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor do Departamento de Engenharia da UFLA. Fone: (35) 8466-6060.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Neste trabalho objetivou-se estimar a dosagem ideal de cloreto férrico como agente coagulante através de ensaio Jar Test no tratamento de água para o abastecimento. A água bruta utilizada no estudo foi proveniente da lagoa de captação da Universidade Federal de Lavras – UFLA e as análises realizadas no Laboratório de Qualidade de Água do Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária do Departamento de Engenharia da UFLA. Realizaram-se ensaios Jar Test com cloreto férrico nas concentrações de 14, 18, 22, 26 e 30 mg L^{-1}, 13, 14, 15, 16 e 17 mg L^{-1} e 18, 19, 20, 21 e 22 mg L^{-1} respectivamente, afim de estimar a melhor coagulação. Com a melhor dosagem, realizou-se um quarto teste com carbonato de sódio (Na_2CO_3) nas concentrações de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 mg L^{-1} afim de verificar seu efeito remoção de turbidez. Nos ensaios foram adotados 2 minutos para a mistura rápida (100 rpm), 15 minutos para a mistura lenta (30 rpm) e 20 minutos de sedimentação, coletando-se 50 ml de amostra para as avaliações de turbidez, cor, pH, alcalinidade, condutividade elétrica (CE) e temperatura. A água bruta coletada apresentou 27,47 UNT de turbidez, 74,84 UC de cor, 97,77 µS cm^{-1} para CE, 30 mg L^{-1} de alcalinidade e temperatura média de 23ºC. A melhor dosagem de cloreto férrico foi de 17 mg L^{-1}, obtendo eficiências de remoção de turbidez e cor de 95,27 e 92,54%. A adição do alcalinizante Na_2CO_3 influenciou negativamente na remoção de turbidez, cor da água bruta.
PALAVRAS–CHAVE: Coagulação, floculação, sedimentação.

ESTIMATE OF DOSAGE IDEAL OF CHLORIDE FERRIC THROUGH JAR TEST FOR WATER TREATMENT

ABSTRACT: This work aimed to estimate optimal dosing of ferric chloride as coagulant agent through Jar Test in water treatment for supplies. The raw water used in the study came from capture lagoon of Federal University of Lavras - UFLA and analyzes performed in the Quality of Water's Laboratory in Center of Environmental Engineering and Sanitation at the UFLA

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Engineering department. were made three tests of the 'Jar Test' type with ferric chloride concentrations of 14, 18, 22, 26, and 30 mg L^{-1}, 13, 14, 15, 16, and 17 mg L^{-1} and 18, 19, 20, 21, and 22 mg L^{-1}, respectively, to estimate the best coagulation. With the best dosage, a fourth test was conducted with sodium carbonate (Na_2CO_3) at concentrations of 5, 10, 15, 20, 25, and 30 mg L^{-1} in order to check the effect of removing turbidity. In the tests were adopted 2 minutes for fast mixing (100 rpm), 15 minutes for the slow mixing (30 rpm) and 20 min settling, collecting 50 ml sample for Turbidity reviews, color, pH, alkalinity, electrical conductivity (EC) and temperature. The raw water collected showed the value of 27,47 NTU turbidity, color UC 74,84 and 97,77 µS cm^{-1} to CE, 30 mg L^{-1} of alkalinity and an average temperature of 23 ° C. The best dose of ferric chloride was 17 mg L^{-1}, obtaining turbidity removal efficiency and color of 95,27 and 92,54%. The addition of alkalizing Na_2CO_3 did not influence on turbidity, color, EC and alkalinity.
KEYWORDS: Coagulation, flocculation, sedimentation.

INTRODUÇÃO

A água constitui-se em elemento essencial à vida. O acesso à água de boa qualidade e em quantidade adequada está diretamente ligado à saúde da população, contribuindo para reduzir a ocorrência de diversas doenças.

As águas superficiais, utilizadas para consumo humano, apresentam uma variedade de agentes que precisam ser removidos, como: argilas, silicatos, íons metálicos e microorganismos (bactérias, protozoários, vírus, algas e fungos) que sobre o aspecto elétrico, na grande maioria apresentam carga elétrica negativa. Este fato, associado ao minúsculo tamanho desses agentes, dificulta a remoção por sedimentação natural ou simples filtração (CAPANEMA, 2004).

Tradicionalmente, o tratamento convencional de águas de abastecimento tem empregado sais de alumínio e ferro como coagulantes, sendo que os mais comumente disponíveis no mercado são o sulfato de alumínio, sulfato férrico e cloreto férrico. Uma das maiores preocupações existentes com respeito à operação de estações de tratamento de água (ETAs) tem sido a necessidade de compatibilização da melhoria do processo de coagulação e a minimização da formação de resíduos oriundos da precipitação de sais metálicos na forma de hidróxidos de alumínio ou ferro (FILHO; WAELKENS, 2009).

A coagulação é entendida como o processo de desestabilização das partículas através da adição de um produto químico, o coagulante, ocorrendo em momento de intensa agitação. Os fatores interferentes neste processo são o tipo de coagulante a ser utilizado, a alcalinidade e o pH da água bruta. Libânio et al. (1997) justifica que a escolha do coagulante adequado será baseada nas características da água bruta, nos custos e na configuração da Estação de Tratamento de Água (ETA). No entanto, salienta-se que a adaptabilidade da água ao produto pode ser considerada de grande importância, visto que o coagulante poderá não surtir efeito algum se não forem respeitadas as peculiaridades do manancial.

Em relação aos coagulantes químicos, o cloreto férrico é representado pela fórmula molecular $FeCl_3.6H_2O$ e produz bons flocos no intervalo de pH entre 5 e 11 (SPINELLI, 2001). Os sais de ferro são, também, muito utilizados como agentes estações de tratamento de água. Reagem de forma a neutralizar cargas negativas dos colóides e proporcionam a formação de hidróxidos insolúveis de ferro. Devido à baixa solubilidade dos hidróxidos férricos formados, eles podem agir sobre ampla faixa de pH. Na coagulação, a formação de flocos é mais rápida, devido ao alto peso molecular desse elemento, comparado ao do alumínio; por conseguinte, os flocos são mais densos, e o tempo de sedimentação é reduzido significativamente (PAVANELLI, 2001).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Diversos fatores interferem em maior ou menor no processo de coagulação. Dentre os principais fatores intervenientes destacam-se o pH e a alcalinidade da água bruta, a natureza das partículas coloidais, o tamanho das partículas causadoras da turbidez, a adequação do coagulante à água bruta e a uniformidade da dispersão dos produtos químicos. Em menor grau podem também ser arrolados a concentração e a idade da solução de coagulante, a temperatura e, para o mecanismo de adsorção, o gradiente de velocidade e o tempo de agitação da mistura rápido (LIBÂNIO et al., (1997).

As impurezas presentes na água, em função de sua natureza e dimensões, podem se apresentar na forma coloidal, dissolvida ou suspensa, conferindo turbidez e/ou cor verdadeira às águas naturais. A predominância de uma ou outra característica influenciará significativamente a coagulação, quer na dosagem de coagulante, quer no pH de coagulação. No processo de coagulação, a formação dos flocos é fruto do envolvimento das partículas coloidais com o precipitado. Dessa forma, o tamanho das mesmas influenciará significativamente a densidade e a velocidade de sedimentação dos flocos. Geralmente verifica-se que a densidade dos flocos é inversamente proporcional ao tamanho das partículas primárias da suspensão. Essa relação é ainda mais definida em função das características físicas da água bruta, apresentando-se mais marcante para águas de cor elevada (TAMBO; FRANÇOIS, 1991).

Nesse sentido, este trabalho objetivou estimar a dosagem ideal de cloreto férrico como agente coagulante através de ensaio jar test no tratamento de água para o abastecimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Qualidade de Água do núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A água utilizada, para o presente trabalho, foi coletada na Estação de Tratamento de Água da UFLA.

Inicialmente realizou-se as análises da água bruta, conforme a tabela 1, e seguindo todas as recomendações preconizadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al., 2005).

Tabela 1 - Variáveis, métodos e equipamentos utilizados.

Variáveis	Unidades	Método	Equipamento
Temperatura	ºC	Filamento de Mercúrio	Termômetro
Alcalinidade	mg L^{-1}	Método Titulométrico	Bureta e Proveta
Cor	UC	Nefelométrico	Espectrofotômetro
pH		Potenciométrico	Phmetro móvel
Condutividade Elétrica	µS cm^{-1}	Potenciométrico	Condutivímetro
Turbidez	UNT	Nefelométrico	Turbidímetro

Os ensaios de coagulação, floculação e sedimentação foram realizados em equipamento de bancada Jar Test (Figura 1). Os jarros do equipamento foram preenchidos com 2 litros de água bruta, nos quais foram adicionadas dosagens pré-determinadas. Foram utilizadas as rotações de 100 rpm em 2 dois minutos (Rotação rápida) e 30 rpm em 15 minutos (Rotação lenta), seguidos de 20 minutos de sedimentação. Após o fim do ensaio foram coletadas de cada jarro uma alíquota de 50 ml de água para a avaliação dos parâmetros estudados.

Afim de encontrar a dosagem ideal, foram realizados três ensaios de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

coagulação/floculação/sedimentação. No primeiro ensaio foram utilizadas as concentrações de cloreto férrico (14, 18, 22, 26 e 30 mg L^{-1}), onde observou-se que a maior eficiência de remoção de turbidez foi na faixa de 14 a 22 mg L^{-1}. Assim, no segundo e terceiro ensaio foram utilizadas as concentrações de cloreto férrico 13, 14, 15, 16 e 17 mg L^{-1} e 18, 19, 20, 21 e 22 mg L^{-1} respectivamente.

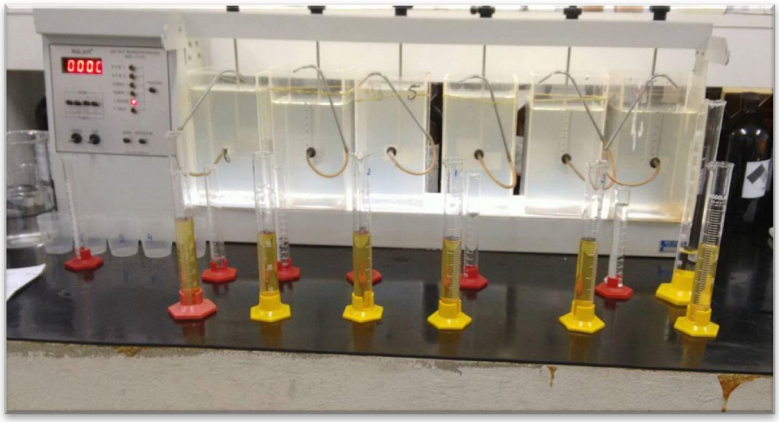


Figura 1 - Aparelho de Jar Test utilizados nos ensaios determinados.

Definida a melhor dosagem de cloreto férrico, realizou-se um quarto teste utilizando o alcalinizante carbonato de sódio (Na_2CO_3) nas concentrações de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 mg L^{-1} afim de verificar sua influência na eficiência de remoção de turbidez.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, estão apresentadas as caracterizações da água bruta utilizada no experimento.

Tabela 2 - Variáveis, métodos e equipamentos utilizados.

Caracterização Água Bruta					
Turbidez UNT(1)	Cor UC(2)	pH	Condutividade µS cm^{-1}	Alcalinidade mg L^{-1}	Temperatura ºC
27,47	74,84	7,21	97,77	30	23,00

(2) unidade de turbidez; (2) unidade de cor = (mgPt-Co L^{-1})

No primeiro ensaio foi determinada a faixa de melhor dosagem de cloreto férrico que proporcionou melhores remoções da turbidez da água. De acordo com a figura 2, os melhores resultados para turbidez foram obtidos entre as concentrações de 14 e 22 mg L^{-1}.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

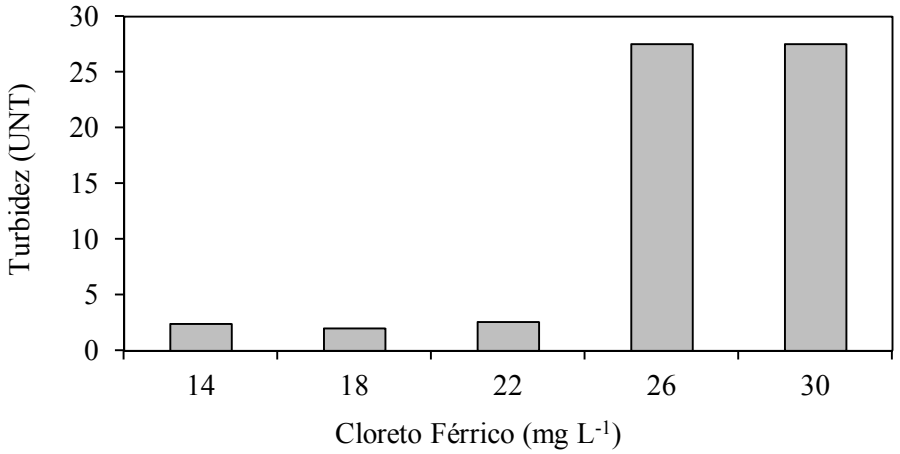


Figura 2 – Valores de turbidez remanescente em função das concentrações de cloreto férrico no ensaio 1.

Nesse sentido, observa-se na figura 3 que as eficiências de remoção de turbidez e cor foram de 95,27 e 92,54% respectivamente, quando o cloreto férrico foi dosado em 17 mg L^{-1}. Dessa forma, ambos os parâmetros estão de acordo com a portaria 2914 de 12 dezembro de 2011, no qual estabelece valores máximos de 5 UNT de turbidez e 15 UC de cor (BRASIL, 2011).

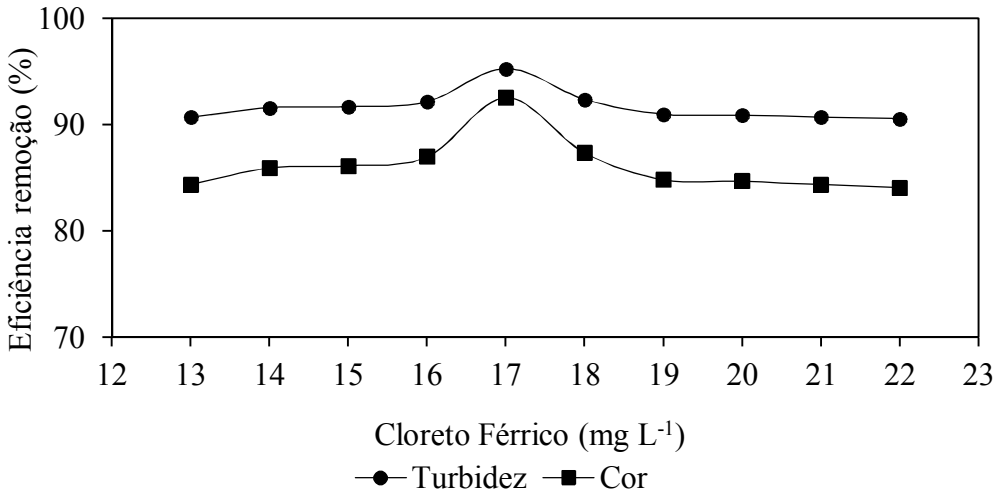


Figura 3 – Eficiência de remoção de turbidez e cor em função das concentrações de cloreto férrico nos ensaios 2 e 3.

Com a dosagem de 17 mg L^{-1} de cloreto férrico, definida como a que melhor proporcionou remoção de turbidez e de cor, um novo ensaio foi realizado para a avaliação do alcalinizante carbonato de sódio na água, em que foi dosado na faixa de concentração de 0 a 30 mg L^{-1} com amplitude de 5 mg L^{-1}, como demonstrado na Tabela 3. Observou-se que a alcalinidade, turbidez, cor e condutividade elétrica apresentaram, no geral, resultados crescentes com o aumento das dosagens de carbonato de sódio.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 3 – Efeito do carbonato de sódio nas características da água na melhor dosagem de cloreto férrico.

$FeCl_3.6H_2O$ mg L^{-1}	Na_2CO_3 mg L^{-1}	Alcalinidade mg L^{-1}	Turbidez UNT	Cor UC	CE µS cm^{-1}
17	0	30,00	1,30	5,59	136,64
17	5	35,10	2,37	11,73	152,00
17	10	37,70	1,85	7,98	158,00
17	15	41,40	2,48	10,08	171,90
17	20	44,50	2,19	11,40	187,70
17	25	51,10	3,27	18,02	208,00
17	30	56,90	3,76	17,69	217,00

A figura 4 apresenta as eficiências de remoção de cor e turbidez em função das concentrações de carbonato de sódio no ensaio 4. Observa-se que aumento das dosagens de carbonato de sódio há um decaimento das eficiências de remoção, sendo as melhores eficiências as mesmas observadas na figura 3 (95,27% de turbidez e 92,54% de cor). Dessa forma, constata-se que a adição do alcalinizante não se faz necessário, evitando assim gastos desnecessários nas operações de tratamento.

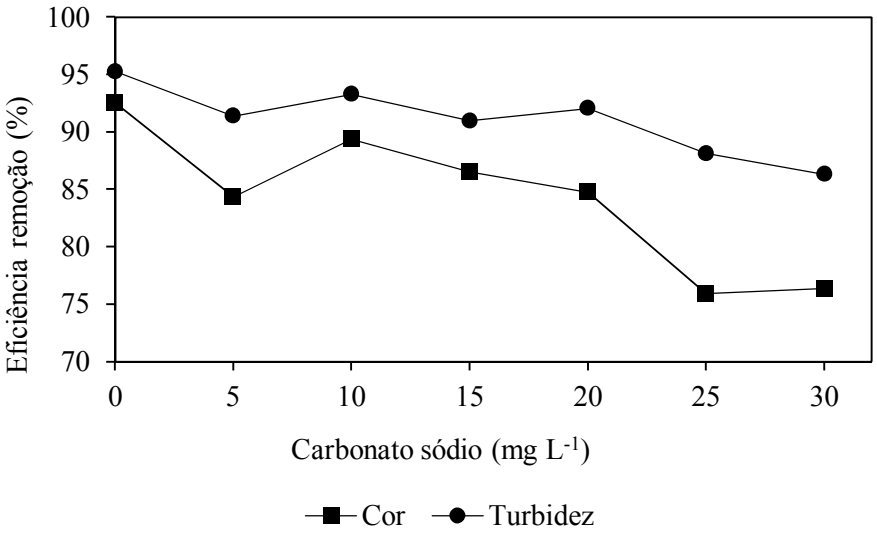


Figura 4 – Eficiência de remoção de turbidez e cor em função das concentrações de carbonato de sódio no ensaio 4

CONCLUSÕES

Conclui-se que a melhor dosagem de cloreto férrico para remoção de turbidez e cor foi de 17 mg L^{-1}, apresentando eficiências de remoções de 95,27 e 92,54% respectivamente.
A adição de carbonato de sódio promove um decaimento da eficiência de remoção de turbidez e cor, bem como aumento da alcalinidade e condutividade elétrica devido ao aumento de sais na água.

REFERÊNCIAS

BRASIL. PORTARIA Nº 2914 DE MINISTÉRIO DA SAÚDE DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 13 de dezembro de 2011.

CAPANEMA, S. P. INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA. 2004. 96p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

FILHO, S. S. F.; WAELKENS, B. E. Minimização da produção de lodo no tratamento de águas de abastecimento mediante uso do cloreto de polialumínio e sua disposição em estações de tratamento de esgotos. Eng. Sanitária e Ambiental, v. 14, n. 3, p. 317-326, 2009.

LIBÂNIO, M.; PEREIRA, M. M.; VORCARO, B. M.; REIS, R. C.; HELLER, L. Avaliação do emprego de sulfato de alumínio e do cloreto férrico na coagulação de águas naturais de turbidez média e cor elevada. In: 19° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997, Foz do Iguaçu. 9p.

PAVANELLI, G. Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada. 2001. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

SPINELLI, Viviane Aparecida. Quitosana: Polieletrólito Natural para o Tratamento de Água Potável. 2001. 134 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2001.

TAMBO, N.; FRANÇOIS, R.J. Mixing, Breakup and Floc Characteristics in: AWWA - Mixing in Coagulation and Floculation, Ed.AWWA Research Foundation, p.256-81, USA, 1991.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTIMATIVA E VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL DAS PERDAS SUPLEMENTARES OU ADICIONAIS EM MOTORES DE INDUÇÃO TRIFÁSICOS

MARCELO DE ALMEIDA CANAVEZ[1], TERESA CRISTINA BESSA NOGUEIRA ASSUNÇÃO[2]

[1] Graduando, UFSJ, 32 8456 9662, marcelocanavez2@gmail.com
[2] Docente, UFSJ, 32 3379 2518, bessa@ufsj.edu.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Há cada vez mais um interesse maior na medida, predição e controle das perdas suplementares, pois estas são um dos fatores importantes na determinação do rendimento e temperatura de operação de motores de indução. Portanto, é essencial um método preciso para a sua medida para a avaliação adequada do desempenho dos motores elétricos. As perdas suplementares não são simples de serem modeladas e quantificadas, sendo fortemente influenciadas pelos erros de medição, e por isso, há uma preocupação para a uniformização de um método de ensaio. A presença dessas perdas produz sobreaquecimento, redução do conjugado, aceleração e desaceleração, diminuição do rendimento e da potência das máquinas. Neste trabalho, primeiramente, foi empregada a simulação computacional para a estimação das perdas suplementares em motores de indução trifásicos em operação, para diferentes pontos de carga. Os métodos foram implementados no MATLAB, tendo como base o escorregamento, a corrente ou o circuito equivalente do motor, estimado computacionalmente e experimentalmente. A cada ensaio foram medidos valores da tensão, corrente, potência de entrada, velocidade do eixo para diferentes cargas. Após, foram verificados quais métodos poderiam ser reproduzidos em nosso laboratório para a estimativa das perdas suplementares. Foi possível então calcular o rendimento e o erro em relação ao rendimento de referência, calculado com o valor medido da potência, conjugado e velocidade.
PALAVRAS–CHAVE: Perdas suplementares com carga, motor de indução trifásico, eficiência.

ESTIMATION AND EXPERIMENTAL VERIFICATION OF STRAY OR ADDITIONAL LOSSES IN THREE PHASE INDUCTION MOTORS

ABSTRACT: There is a great interest in measurement, prediction and control of the stray losses, because they are one important factor in the efficiency determination and for induction motor operating temperature estimation. Therefore, a precise method for its measure is essential for the induction motor performance evaluation. The modeling of the stray losses is not simple, and they are strongly influenced by errors in measurement, and therefore there is a concern for the standardization of an adequate test method. The presence of these losses produces overheating, reduction of the torque, acceleration and deceleration, efficiency reduction and limitation of the power of the machines. Firstly, in this article, it was used a computational simulation for the estimation of stray losses in three-phase induction motors operating with different loads. The methods were implemented on MATLAB, using the slip, current or the motor equivalent circuit, which was estimated computationally and experimentally. For each method studied were measured

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

the values of the voltage, current, input power, shaft speed for different loads. Then, were investigated which methods could be reproduced in our laboratory for the stray load losses estimation. Then, it was possible to calculate the efficiency and its error in relation to reference efficiency.
KEYWORDS: Stray load losses, three-phase induction motor, efficiency.

INTRODUÇÃO

No estudo de motores de indução trifásicos verifica-se que o cálculo das perdas de maneira geral está bem consolidado. Entretanto, na literatura verifica-se ainda há considerável confusão em vários aspectos relacionados ao cálculo das perdas suplementares, particularmente em relação a sua definição e origem. As dúvidas relativas às perdas suplementares começaram a surgir a mais de cem anos atrás. Em 1907, Smith em seu artigo declarou: "Na determinação experimental das perdas em motores, foi verificado que há perdas que dependem somente da carga, e a natureza da sua origem não é claramente conhecida" [1].

Os métodos do cálculo das perdas em motor visam um valor de eficiência com o mínimo de erro possível. A eficiência é por definição a razão entre a potência de saída da máquina e a potência de entrada, sendo a potência de saída equivalente à potência de entrada menos as perdas [2].

Há uma série de métodos para a determinação das perdas, diretamente ou indiretamente. Os diferentes testes dos métodos fornecem valores diferentes para as perdas suplementares, que são por definição a diferença entre a perda medida e a calculada, ou seja, entre a perda aparente e as perdas totais. Pode-se também, assumir um valor para a perda suplementar como percentual da potência de saída, ou seja, em função da carga, assumindo-se diferentes percentuais para algumas faixas de potência nominal. Quando determinadas indiretamente, é possível se beneficiar da segregação de perdas e a análise por regressão linear da perda suplementar com carga, permitindo que alguns erros sejam eliminados. Assim, dois métodos podem ser diferenciados, um com determinação indireta e suavização da perda suplementar com carga e outro como um valor fixo.

O valor fixo para as perdas suplementares em função da potência de entrada, e posteriormente, em função da potência de saída, foi muito utilizado durante vários anos e foi motivo de muita discussão e grande repercussão entre diversos autores. Em 1972, a IEC 34-2 adotou um percentual fixo em relação à potência de entrada de 0,5% [3]. Este percentual foi empregado até 2007, pois já havia se mostrado irrelevante em várias referências [4]. Emmanuel B. Agamloh [5], por exemplo, definiu o valor 1,2 % para as perdas suplementares em função da potência de entrada para motores de 1-200hp.

CAUSAS DAS PERDAS SUPLEMENTARES E EFEITOS NO MOTOR

As perdas suplementares segundo [6], são resultantes da distorção do campo principal, devido à reação de armadura causada por correntes de carga ou de operação, surgimento de correntes parasitas nos condutores de cobre devido ao campo principal e distorções no fluxo concatenado.

A origem destas perdas por correntes parasitas e as perdas por histerese são comumente relacionadas às perdas adicionais no ferro. A maioria dos artigos aborda, principalmente, as perdas por correntes parasitas como as perdas adicionais que são relacionadas com harmônicos de alta frequência e, portanto, com efeitos peliculares nas superfícies, e por ocorrerem em pequena proporção, são desconsideradas na maioria dos casos [7].

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

As normas especificam diferentes valores estimados para as perdas suplementares de acordo com as faixas de potência, e indiretamente também à dimensão de cada motor [8]. Por exemplo, para motores de indução trifásicos de baixas potências, a gaiola de esquilo tem um tamanho proporcionalmente maior em relação ao tamanho total do motor, quando comparada com motores de maior potência. Então, necessitam de uma corrente de magnetização proporcionalmente maior em relação à corrente total. Por esta razão, o valor percentual assumido para as perdas suplementares é maior quanto menor for a potência do motor.

A redução das perdas suplementares é importante para a melhoria do rendimento de motores de indução. A falta de padronização dos métodos de medição e o cálculo dessas perdas, bem como a fabricação de motores em grande escala causam imperfeições inerentes ao seu processo de fabricação, e consequentemente, seus ensaios e obtenção de suas perdas e sua eficiência podem ser prejudicados[9].

Segundo [9], do ponto de vista do projeto de um motor é possível definir valores limites e críticos da resistência entre as barras do rotor, para cada harmônico. Então, é possível a determinação de uma faixa indesejável de valores de resistência entre as barras do rotor, para minimizar as perdas do motor. Porém, controlar o efeito da variação da resistência entre as barras de alumínio fundido do rotor, ainda é considerado um desafio particular[10].

Adicionalmente, é importante também para se terum bom controle e redução das perdas suplementares em motores de indução trifásicos, que as seguintes características sejam atendidas:enrolamentos corretamente projetados e espaçados, gaiola de esquilo isolada, escolha correta do tamanho das ranhuras do rotor e estator, e um design do motor para facilitar a circulação da corrente pelo rotor[11]. Além disso, a isolação das gaiolas de esquilo enviesadas deve evitar a circulação de corrente pelo núcleo, e o uso de *designs* específicos em relação ao deslocamento da corrente no rotor, para controlar os efeitos dos fluxos pulsantes devidos às variações de corrente na gaiola de esquilo [12].

Uma perspectiva um pouco mais teórica sobre as perdas suplementares com carga sugere que as dimensões das ranhuras do estator tem uma influência mais significativa nas perdas suplementares do que as dimensões das ranhuras do rotor; motores com barras de cobre tendem a ter uma menor perda suplementar do que os com barra de alumínio; motores com um grande espaçamento no enrolamento do rotor não reduzem a componente do quinto harmônico do campo mágnético, e tendem a ter maiores perdas suplementares; motores projetados para operação vertical tendem a ter menores perdas suplementares do que os projetados para operação horizontal[13].

MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DAS PERDAS SUPLEMENTARES EM MOTORES DE INDUÇÃO TRIFÁSICOS[2],[14],[15]

Método entrada-saída

No método entrada-saída o motor é acoplado a um dinamômetro, e aplicando-se tensão nominal é medida a potência absorvida da rede e o conjugado aplicado ao eixo. O valor da potência útil do motor é calculado dividindo o conjugado pela rotação, que subtraída da potência absorvida da rede resulta nas perdas totais do motor. Das perdas totais do motor subtraem-se todas as perdas como a Joule (ensaio com carga) e as perdas no ferro e atrito e ventilação (ensaio a vazio), resultando as perdas suplementares.

$$P_{tl} = P_i - P_0 \quad (1)$$

$$P_{seg} = 3P_a - 3I_a^2 R_s \quad (2)$$

$$P_{SLL} = P_{tl} - P_{seg} \quad (3)$$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Sendo: P_{tl}= perda total aparente [W]; P_i = potência de entrada [W]; P_0 = potência de saída [W]; P_{seg} =perdas totais [W]; P_a = potência da fase a [W]; I_a = corrente na fase a [A]; R_s = resistência do estator [Ω];P_{SLL} = perdas suplementares [W].

Método *Pump-Back*

Neste método há a necessidade de duas máquinas idênticas, sendo a potência útil medida a partir de uma máquina acoplada ao eixo de outra máquina, que é usada como gerador. As perdas suplementares são determinadas para as duas máquinas. Então, as perdas suplementares são calculadas por (4)

$$P_{SLL} = 0{,}5\ (P_{tl} - P_{seg}) \tag{4}$$

Método Calorimétrico

O método calorimétrico é implementado através da medição das perdas, que são avaliadas mediante o gradiente de temperatura da máquina. Este método só pode ser aplicado praticamente em máquinas de grande dimensão, e naquelas em que o gás de refrigeração é forçado através de passagens específicas [15]. As perdas suplementares são calculadas por (5).

$$P_{SSL} = P_{tl} - P_{seg} \tag{5}$$

Método do dinamômetro diferencial

O teste do dinamômetro diferencial é uma versão modificada do *Pump-Back* utilizando um dinamômetro como carga no lugar de uma máquina duplicada. A primeira parte do ensaio é exatamente igual à descrita para o método entrada-saída. Na segunda parte, o dinamômetro aciona o motor que agora opera como gerador de indução. A saída em cada ponto de carga é ajustada para ser igual à entrada do motor durante a primeira parte do teste. As perdas totais para o funcionamento da máquina tanto como um motor como gerador podem ser calculadas a partir da diferença das leituras do dinamômetro e subtraindo as perdas conhecidas a partir das perdas totais, resultando as perdas suplementares. O total das perdas suplementares é dividido entre o motor e o funcionamento do gerador na mesma proporção (f), como as perdas secundárias durante os testes do motor e gerador, de acordo com (6).

$$P_{SSL} = f(P_{tl} - P_{seg}\ ) \tag{6}$$

Método do diferencial mecânico

Duas máquinas de indução idênticas, acopladas aos eixos principais de um diferencial mecânico, são conectadas a uma fonte elétrica, de modo que girem em sentidos opostos. Quando a gaiola diferencial gira, uma das máquinas de indução é acelerada passando a operar como gerador, enquanto a outra opera como motor. Ao regular a velocidade de rotação da gaiola diferencial, é possível variar a carga do motor e do gerador. As alimentações elétricas fornecem as perdas do sistema, exceto as perdas combinadas do rotor, obtidas a partir do acionamento mecânico da gaiola diferencial. Assim, se as perdas totais do sistema (P_{seg}), (com exceção das perdas suplementares e as perdas no rotor) são subtraídas da potência total do sistema, obtêm-se as perdas do motor, e com os ensaios com carga e a vazio temos as perdas Joule, no ferro e atrito e ventilação, e consequentemente, as perdas suplementares são calculadas por (7).

$$P_{SSL} = 0{,}5\ (\ P_{tl} - P_{seg}) \tag{7}$$

Método *Back-to-Back*

Duas máquinas de indução, não necessariamente idênticas, são acopladas a um dinamômetro fixo em uma chapa estacionária, enquanto que o estator das duas máquinas é conectado um ao outro e

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

livres para girar. Essa conexão ocorre para que uma máquina opere como gerador, sendo conduzida a uma velocidade (n_g), enquanto a outra funciona como motor a uma velocidade (n_m), ou seja, $n_m > n_{sist} > n_g$, sendo n_{sist} a velocidade do sistema. As duas velocidades são ajustadas até que as duas carcaças não tendem a girar, significando que os conjugados são iguais. Com a potência de entrada para as duas máquinas é (P_{ac}), a perda total (P_{u2}) de ambas as máquinas é calculada por (8) e as perdas suplementares por (9), sendo:P_{fe1} = perdas no núcleo do estator [W]; P_{an1} =perdas Joule no estator [W];T = torque no eixo dos motores[N.m].

$$P_{u2} = P_{ac} + 2\pi(n_g - n_m)T \quad (8)$$

$$P_{SSL} = P_{ac} - (P_{fe1} - P_{an1}) \quad (9)$$

Método de curto-circuito AC/DC

Este método consiste de três ensaios realizados separadamente:ensaio com rotor removido; ensaio em curto-circuito DC ou síncrono; ensaio em curto-circuito AC ou assíncrono. As perdas suplementares totais resultam da soma das perdas dos três ensaios.

No método com rotor removido, este é retirado e o motor é fechado. Uma tensão é aplicada nos terminais do estator, para que a corrente do ensaio seja I =$\sqrt{I1^2 - Im^2}$. Da potência absorvida subtraem-se as perdas Joule do estator obtidas anteriormente, resultando assim nas perdas suplementares de frequência nominal. Sendo: I1 = corrente de carga no estator[A] e Im= corrente de magnetização [A].

No ensaio em curto-circuito DC ou síncrono pelo enrolamento do estator da máquina de indução circula corrente contínua, enquanto o rotor gira na velocidade síncrona. O aumento da potência requerida para girar o rotor neste ensaio é medido e denominado como perdas rotacionais, que basicamente são compostas da soma da perda à frequência fundamental do rotor com as perdas de alta frequência. No teste com rotor bloqueado a potência de entrada é assumida como sendo a perda na frequência nominal do rotor.

Método de rotação reversa

O método de rotação reversa[4] é análogo ao método de determinação direta das perdas suplementares de [2], e é dividido em dois ensaios:

Ensaio de rotor removido: Idêntico ao passo 1 do método de curto-circuito e são determinadas as perdas na frequência nominal.

Ensaio de rotação reversa: O estator da máquina é alimentado e o rotor deve ser colocado para rodar no sentido contrário ao da força magneto motriz estatórica. A potência de entrada do estator e a potência mecânica são medidas quando uma corrente igual à calculada no ensaio com rotor removido circula pelo estator. Do ensaio de rotação reversa são obtidas as perdas em alta frequência. A perda suplementar resulta da soma dessas duas perdas subtraindo-se as parcelas das perdas Joule, mecânicas e atrito e ventilação.

Método EH-Star

O método EH-Star, é uma alternativa simples e econômica de ensaio para a avaliação das perdas adicionais em motores de indução. Desenvolvido para solucionar problemas nos ensaios intrusivos (método de rotação reversa e de rotor removido), utilizando os mesmos princípios do teste da rotação reversa sem a necessidade de um dinamômetro acoplado ao motor, para fazê-lo rotacionar reversamente à velocidade síncrona. Isto é feito alimentando um motor a vazio, de forma desbalanceada. O motor, com os terminais conectados em estrela, é acionado normalmente por uma fonte trifásica e então uma chave transfere a conexão para uma fonte monofásica com uma das fases conectada por uma resistência. Neste circuito são realizadas medições de tensão, corrente e potência

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

em cada um das fases e o valor das perdas suplementares é calculado. Neste método, as perdas mecânicas são obtidas através do ensaio a vazio [4, 16].

Metodologia

Primeiramente, foi feita para a estimação das perdas suplementares em MIT em operação, uma simulação computacional empregando diferentes pontos de carga. Os métodos foram implementados no software MATLAB[19] tendo como base a corrente ou o circuito equivalente do motor, estimado computacionalmente e experimentalmente.

Para cada ensaio foram medidos valores da tensão, corrente, potência de entrada, velocidade do eixo e a frequência de alimentação para diferentes cargas, e empregados para estimar as perdas suplementares do motor de indução testado.

RESULTADOS[2]

Para a apresentação dos resultados, os métodos indiretos são designados como método indireto 1 e método 1 corrigido, métodos 2, 3 e 4. Estes métodos são: 1) medição indireta e regressão linear das perdas suplementares e medição direta das perdas no estator, rotor, núcleo e atrito e ventilação; 1) corrigido com aproximação por terceira ordem para o rendimento; 2)medição da potência elétrica com carga e segregação de perdas e valor admitido para as perdas suplementares; 3) circuito elétrico equivalente [18] e valor estimado para as perdas suplementares; e 4) circuito elétrico equivalente calibrado para carga nominal e valor estimado para as perdas suplementares. Nas Tabelas 1 e 2 e Figuras 1 e 2, são apresentados os resultados comparando os resultados da eficiência e perdas suplementares de cada método.

Tabela 1 - Resultados da Eficiência pelos Métodos Direto e Indireto.

Pontos de carga(%)	Eficiência(%)					
	Método direto	Métodos indiretos				
		Método 1	Método 1 corrigido	Método 2	Método 3	Método 4
24,84	56,79	61,14	60,11	60,76	51,31	52,72
58,24	74,04	74,74	74,15	74,41	73,70	74,35
77,18	79,01	76,64	77,50	76,24	77,08	77,44
108,87	76,28	78,91	78,72	78,42	78,56	78,70
125,27	81,30	78,37	78,30	77,94	78,30	78,34
146,12	76,52	77,90	77,92	77,23	77,45	77,40

Tabela 2 - Resultados do Cálculo das Perdas Suplementares pelos Métodos Direto e Indireto.

Pontos de carga(%)	Perdas suplementares (W)			
	Método indireto 1	Método indireto 2	Método indireto 3	Método indireto 4
24,84	0,9171	3,395	1,007	1,053
58,24	5,1258	8,932	6,852	7,1488
77,18	9,0927	14,970	12,738	13,154
108,87	18,4661	28,846	28,674	29,800

125,27	24,7013	34,371	39,016	40,493
146,12	34,0402	52,867	52,187	54,071

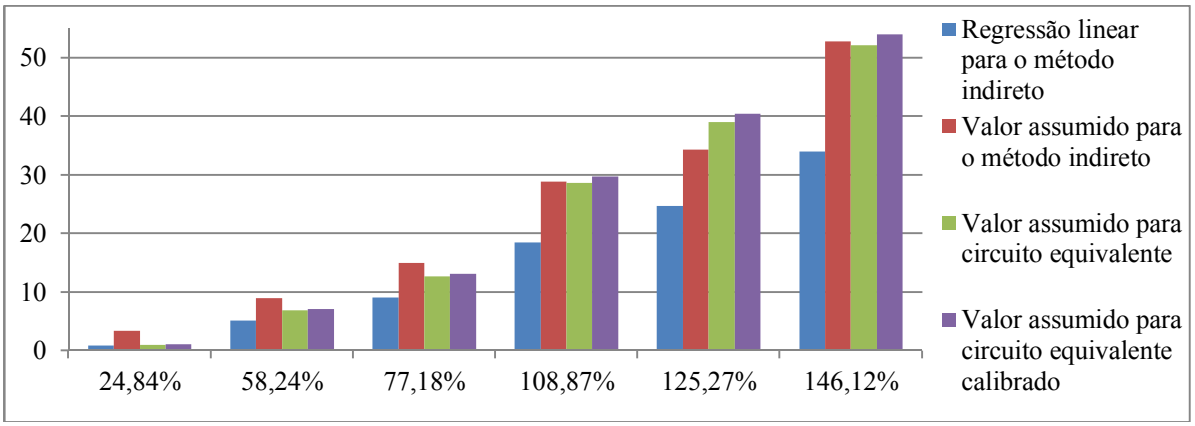


Figura 1 Perdas Suplementares versus Métodos Testados.

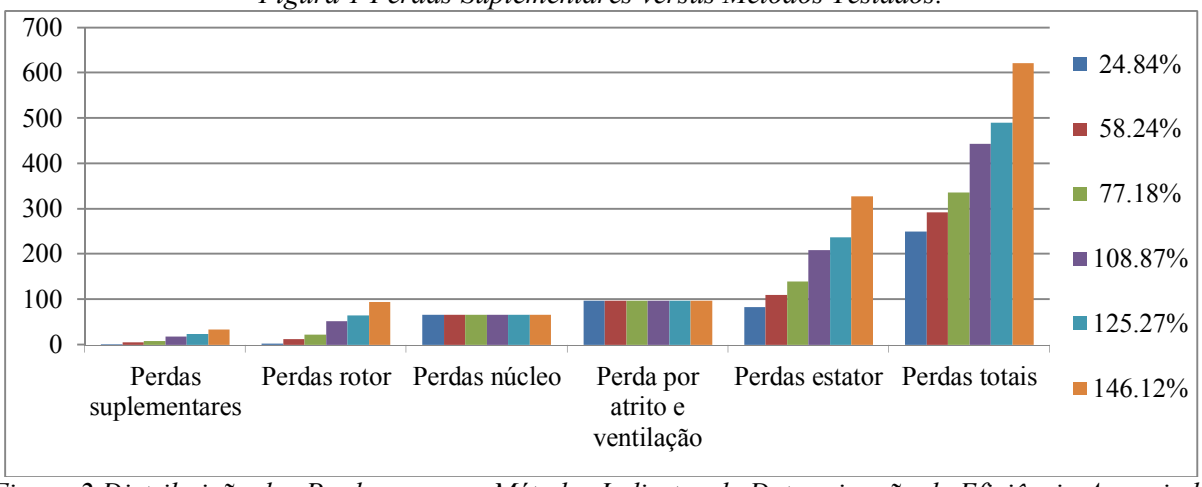


Figura 2 Distribuição das Perdas para os Métodos Indiretos de Determinação de Eficiência Assumindo Perdas Magnéticas Constantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As seguintes observações podem ser feitas em relação aos resultados:

1) A perda suplementar com carga varia linearmente, de maneira similar às perdas no rotor e estator, respeitando suas devidas proporções.

2) O valor da eficiência calculada foi menor do que o valor estabelecido em [17], que especifica 84% de eficiência para carga nominal.

3) O método do circuito elétrico equivalente com valores estimados para a perda suplementar, apresentou resultados bem próximos aos outros métodos de determinação indireta de eficiência, com a perda suplementar sendo determinada indiretamente, principalmente para pontos de carga maiores ou iguais a 58% de carga em relação à nominal.

4) Ao se calibrar o método do circuito equivalente com valor estimado para as perdas suplementares, houve um pequeno aumento na eficiência.

5) As perdas suplementares obtidas por regressão linear são menores do que as obtidas com valores assumidos em relação à potência de saída nominal.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

6) A eficiência obtida pelos diferentes métodos indiretos estão próximas entre si mas um pouco distantes dos valores obtidos por medição direta.

CONCLUSÃO

Este trabalho tem como objetivo analisar e verificar as metodologias de estimação das perdas suplementares em MIT em operação. As perdas Joule, as no ferro e as por atrito e ventilação são bem definidas nas normas técnicas, mas, as perdas suplementares podem ter interpretações diferentes dependendo do modelo adotado, e em alguns casos são simplesmente ignoradas.

A importância deste estudo e os benefícios gerados reforçam a necessidade de melhoria ainda maior das metodologias, visando a sua praticidade, o aumento da precisão, o uso de instrumento menos invasivos e a não retirada do motor de operação para a estimativa das perdas suplementares, e no nosso caso, dispor de equipamentos para que sejam verificadas experimentalmente, já que praticamente usamos os dados admitidos nas normas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os envolvidos direta e indiretamente na realização deste trabalho, principalmente a minha namorada, amigos e familiares. Um agradecimento especial também à PIBIC/UFSJ e à Teresa pela oportunidade e pelo crescimento pessoal imensurável que foi fornecido pela vivência com o meio acadêmico-científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]N. Glew, "*Stray losses in induction motors – if only I knew where to start*", IEE Half-day Colloquimon Testing of Electric Machines, June 1999.
[2]ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5383-1:Máquinas elétricas girantes: Parte 1: Motores de indução trifásicos –Ensaios, Rio de Janeiro, 2002.
[3] *Emmanuel B. Agamloh, Advanced Energy Corporation, USA* .The Effect of Stray Losses on Direct and Indirect Methods of Induction Motor Efficiency Measurement.19--.
[4]IEC 60034-2-1, Rotating Electric Machines Part 2-1: Standard methods for determining losses and efficiency from tests, 2007.
[5]Agamloh, Emmanuel B. "An evaluation of induction machine stray load loss from collated test results." *Industry Applications, IEEE Transactions on* 46.6 (2010): 2311-2318.
[6]*A.M. Dudley*,Stray load losses in induction motors. Midwinter Convention of the American Institute of Electrical Engineers, New York, February 27, 1913.
[7]Kofler, H. Stray load losses in induction machines a review of experimental measuring methods and a critical performance evaluation. In *International Conference on Renew Energy and Power Quality*,2003.
[8]*T.H. BARTON, PhD e V AHMAD, M.Sc*, The measurement of induction-motor stray loss and its effect on performance. INSTITUTION MONOGRAPH *September,* 1957.
[9]V. Subba Rao, Stray losses of polyphase cage-induction motors with particular reference to the condition of imperfect rotor bar iron insulation. *Proceedings. IEE, Vol. 116, No. 5, May 1969.*
[10]C. N. Glew, "*Stray load losses in induction motors: a challenge to academia*," Power Engineering Journal, February 1998.

[11]Schwarz, K. K. (1964). Stray losses in squirrel-cage induction motors. *Electronics and Power September 1964.*
[12]*K.K. Schwarz, M.A., Mem.,*Survey of basic stray losses in squirrel-cage induction motors. *Proceedings. IEE, Vol. 1ll, No. 9, September 1964.*
[13]*Susan Derrah Hatch, Raymond D. Findlay e Raymond Ong,* A statistical procedure for analyzing stray losses in induction motors from measurements. IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference Budapest, Hungary, May, 2001.
[14]*Octávio Jorge Guerreiro da Cunha,*Determinação das perdas adicionais em carga de motores de indução trifásicos por recurso ao ensaio eh-star- análise crítica, FEUP 2009.
[15]*IEEE Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators, IEEE Std 112-B*. IEEE, 1996
[16]M. Aoulkadi, A. Binder, "*Comparison of different evaluation methods to determine stray load losses in induction machines with eh-star method*", IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 44, no.6, Nov/Dec 2008.
[17] Portaria Interministerial Nº553, de 8 de Dezembro de 2005. Ministério de Minas e Energia.
[18]Assunção, J. T. Análise e Especificação de Motores de Indução Trifásicos com Rotor Tipo Gaiola Controlados Através do Valor Eficaz e Freqüência da Tensão do Estator. 1990. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Itajubá.
[19]M.S.R2012b, The Language of Technical Computing,TheMathWorks, Inc, 2007.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO COMPARATIVO DE AÇÕES DE UM CONTROLE LIGA/DESLIGA E UM CONTROLADOR PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO (PID)

EDIMILSON DA SILVA ZAMBALDI[1], BRUNO HENRIQUE GROENNER BARBOSA[2], RICARDO RODRIGUES MAGALHÃES[3]

[1] Mestrando em Engenharia de Sistemas e Automação, UFLA, (35) 9152-2926, zambaldibt@gmail.com
[2] Professor da Universidade Federal de Lavras, UFLA, (35) 3829-1029, brunohb@deg.ufla.br
[3] Professor da Universidade Federal de Lavras, UFLA, (35) 3829-5234, ricardorm@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O objetivo deste trabalho é modelar um sistema em malha fechada de aquecimento e efetuar o controle de temperatura com duas distintas ações de controle: liga/desliga e PID (Controlador Proporcional Integral Derivativo) e verificar a eficácia de cada uma. Para isto, foi utilizado um ferro de solda elétrico comercial e uma plataforma aberta de micro controlador. Por meio de instrumentação e atuadores, controlou-se o sistema utilizando-se controle liga/desliga e PID para uma mesma curva de aquecimento. Foram consideradas neste estudo a histerese térmica e a condutividade térmica do meio. Com isso, foi possível determinar os erros, desvios, estabilização do sistema e tempos de resposta para se alcançar a temperatura desejada em função do tempo. Os resultados determinaram os campos para aplicação de cada ação de controle e seu custo-benefício, já que, a implementação do PID possui custos mais elevados e maior complexidade do que as ações liga/desliga.
PALAVRAS–CHAVE: estabilidade de sistemas, controle PID, controle liga/desliga.

COMPARATION STUDY OF AN ON/OFF CONTROL SYSTEM AND A PROPORTIONAL-INTEGRAL-DERIVATIVE (PID) CONTROLLER

ABSTRACT: This paper aimed to demonstrate the difference between on/off and PID (Proportional-Integral-Derivative) control actions, through the feedback system model of heat transfer using a commercial soldering iron controlled by an open platform of microprocessor. The control was performed for the same heat curve and was obtained the results for each control action. There were considered the thermal hysteresis and the thermal conductivity of the system. In addition, errors, divergences, system stabilization and time response to reach the temperature desired on time have been analyzed. Results showed the actuation field of each control action and the cost-benefit, considered the high cost of PID implementation and its complexities compared to an on/off controller.
KEYWORDS: system stability, PID control, on/off control

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Segundo Sonntag e Wylen (1998), a temperatura é a variável mais importante nos processos industriais, sua medição e controle, embora difíceis, são vitais para a qualidade do produto e a segurança não só das máquinas como também do homem. Para o controle efetivo dos sistemas de aquecimento, muitas vezes são utilizados os controles em malha fechada. Nise (2009) caracteriza os sistemas em malha fechada, os que realizam as medições e correções, ou seja, possuem uma realimentação (Figura 1). Neste caso, usa-se uma medida da saída e a realimentação desse sinal para compará-lo com a saída desejada (referência ou comando). Portanto, o sistema em malha fechada apresenta uma grande vantagem sobre os sistemas de malha aberta, por estes serem mais sensíveis às perturbações, devido à sua falta de habilidade para corrigi-las. Para Lathi (2007), um sistema em malha fechada ou realimentado, possui a habilidade de supervisão e autocorreção em função de alterações nos parâmetros do sistema e distúrbios externos, como mudanças no ambiente.

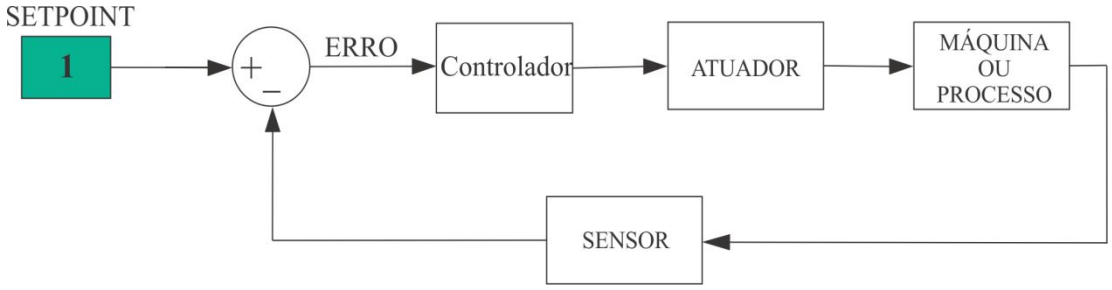


Figura 1. Sistema em malha fechada

O objetivo deste trabalho é modelar um sistema em malha fechada para um dispositivo de aquecimento e efetuar o controle de temperatura com duas distintas ações de controle: liga/desliga e PID (Controlador Proporcional Integral Derivativo) e verificar a eficácia de cada uma. Além disto, os resultados ajudarão a compreender e determinar campos para aplicação de cada ação de controle e seu custo-benefício, já que, a implementação do PID possui custos mais elevados e maior complexidade do que as ações do tipo liga/desliga.

Os controladores de temperatura mais simples são do tipo liga/desliga, ou seja, o acionamento do sistema é ativado ou desativado, sem nenhum estado intermediário. Este tipo de controlador aciona a atuação apenas quando a temperatura alcançar o ponto de ajuste. Para o controle de aquecimento, a saída é acionada quando a temperatura estiver abaixo do ponto de ajuste, e desligada se estiver acima do ponto de ajuste.

Para eliminar o efeito indesejável do controle liga/desliga, qual seja as oscilações presentes na saída do processo, foi desenvolvido o controlador proporcional, pois este diminui a potência média fornecida ao aquecedor conforme a temperatura se aproxima do *setpoint* (valor desejado ou de referência). Isso produz um efeito de desaceleração do aquecedor, de modo que ele não ultrapasse o *setpoint*, mas que se aproxime e mantenha uma temperatura estável (diferença entre o valor medido e o *setpoint*). Essa dosagem pode ser alcançada ao acionar a saída em intervalos curtos. Um terceiro tipo de controlador oferece um controle proporcional e outras duas ações, formando o controlador de três ações. O PID (controlador Proporcional Integral e Derivativo). O PID combina o controle proporcional com até dois ajustes adicionais, o que ajuda a unidade a compensar as alterações no sistema de modo automático. Esses ajustes, integrais e derivativos, são comumente expressos em unidades temporais os quais são mencionados por seus recíprocos, em alguns casos como: *reset* e taxa, respectivamente. Abaixo, representada por:

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

$$MV = K_p . E + K_i \int_0^t E . dt + K_d \frac{dE}{dt}, \quad (1)$$

onde MV é a variável manipulada, K_p corresponde ao ganho proporcional, K_i corresponde ao ganho integral, K_d corresponde ao ganho derivativo, E indica o erro ou desvio.

O *reset* e a taxa são métodos utilizados pelos controladores para compensar os *offsets* (erros em regime permanente) e as variações de temperatura. Ao utilizar um controlador proporcional, é muito raro que a temperatura medida seja exatamente a temperatura desejada em regime, a diferença entre essa temperatura estável e o ponto de ajuste é chamada de *offset* ou erro em estado estacionário. O *offset* pode ser compensado manual ou automaticamente. Com o uso do *reset* manual, o usuário alternará a banda proporcional do controlador para que o processo se estabilize na temperatura do ponto de ajuste. O *reset* automático, também conhecido como integral, integrará o sinal de desvio (erro entre medição e valor desejado) em relação ao tempo, e o *reset* integral será somado ao sinal de desvio para alterar a banda proporcional. Dessa forma, a variável manipulada é automaticamente aumentada ou diminuída para ajustar a temperatura do processo, ao *setpoint*. A taxa, função ou ação derivativa fornece ao controlador a capacidade de alterar a banda proporcional para compensar uma temperatura em rápida variação. A quantidade de deslocamento é proporcional à taxa de variação de temperatura. O ciclo de aquecimento volumétrico é determinado por:

$$S_h = \alpha_{PID} \frac{P_f}{V_h}, \quad (2)$$

onde S_h corresponde ao ciclo de aquecimento (Wm^{-3}), α_{PID} é o coeficiente no qual está presente as subrotinas de controle de temperatura PID, P_f corresponde à potência do forno (W) e V_h o volume do forno sujeito ao aquecimento (m^3). Segundo Ogata (2006), o controlador PID acerta o tempo de aquecimento do forno, reduzindo o *overshoot* ou sobre-sinal (quantidade máxima na qual a resposta ultrapassa o valor do estado estacionário ou regime permanente) e minimiza o tempo necessário para que o forno atinja a temperatura desejada.

Segundo Dorf e Bishop (2014), a capacidade de ajustar o desempenho da resposta transitória e em regime permanente é uma vantagem nítida de sistemas de controle com realimentação. As especificações de projeto para sistemas de controle normalmente incluem vários índices de resposta no tempo para um comando de entrada específico, bem como uma exatidão desejada em regime permanente. Um índice de desempenho é uma medida quantitativa do desempenho de um sistema e é escolhido de modo que ênfase seja dada às especificações importantes dos sistemas. Um sistema é considerado ótimo quando os parâmetros do sistema são ajustados de modo que o índice alcance um extremo, geralmente um valor mínimo. A Integral do erro ao quadrado multiplicado pelo tempo, do inglês *Integral of Time multiplied by the Square Error* (ITSE), é considerado um índice de desempenho apropriado e, este dentre os índices, é o que possui maior seletividade na identificação dos parâmetros do controlador PID, pois o valor mínimo da integral é prontamente discernível ao serem variados os parâmetros do sistema, tal índice é definido por:

$$ITSE = \int_0^T te^2(t)\, dt. \quad (3)$$

MATERIAIS E MÉTODOS

O primeiro passo para o controle de um sistema é a identificação do mesmo por uma função de transferência ($G_{(s)}$), considerando o sistema linear e invariante no tempo (LIT). Em teoria de controle, funções de transferência são comumente usadas para caracterizar as relações de entrada-

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

saída de componentes ou sistemas, que podem ser descritos por equações diferenciais. Para Dorf e Bishop (2014), a função de transferência é a razão entre a transformada de Laplace da variável de saída e a transformada de Laplace da variável de entrada. Usando o conceito de função de transferência, é possível representar a dinâmica do sistema pelas equações algébricas em "s". A aplicabilidade do conceito da função de transferência é limitada aos sistemas LIT e pode ser estabelecida experimentalmente introduzindo-se entradas conhecidas e analisando as saídas. Como exemplo, em fornos elétricos acionados por resistores, é muito comum o sistema ser identificado como de primeira ordem e, eventualmente, com atraso de tempo (T); e pode ser representada por:

$$G_{(s)} = \frac{K}{\tau s+1}\, e^{-Ts}\,, \tag{4}$$

onde o numerador (K) corresponde ao ganho, "τ" se refere à constante de tempo, relacionada ao modo característico do sistema. Para um sistema de primeira ordem a constante de tempo é o tempo que o sistema leva para alcançar 63,2% do seu valor em regime permanente a uma entrada em degrau. O atraso "T", ou tempo morto, é uma característica presente em muitos processos sendo a propriedade do sistema de responder a uma entrada após certo tempo.

Um ferro de solda ordinário, modelo Hikari SC-30 (127V 60Hz 30W), foi utilizado para simular o meio de aquecimento. Para controlar o sistema foi utilizada a plataforma Arduíno®. O Arduíno® é uma placa microcontroladora baseada no microcontrolador ATMEGA 328. Ela tem 14 pinos I/O digitais, 6 entradas analógicas, um oscilador de 16 MHz (a cristal), uma conexão USB, um borne de alimentação, um header ICSP, e um botão de reset. Um sensor de temperatura do tipo RTD (*Resistance Temperature Detector*, medidor de temperatura de resistência) foi conectado à entrada analógica do microcontrolador, sendo este programado para controlar a temperatura, corrigindo os erros encontrados na diferença entre a leitura obtida pelo sensor e comparada com os valores de *setpoint* de uma curva previamente determinada. Inicialmente, o programa foi implementado para executar o controle do liga/desliga e depois para executar o controlador PID. Não obstante, o acionamento do resistor do forno será realizado pela Modulação da Largura de Pulso (Pulse Width Modulation, PWM), implementado por meio da saída digital do módulo Arduíno® que, conectada a um circuito composto por um optoacoplador conectado a um TRIAC modelo TIC2260, controlará a variação da potência fornecida ao ferro de solda, consequentemente, sua temperatura no ponto de medição (Figura 2). Para obter os parâmetros do controlador, isto é, K_p correspondente ao ganho proporcional, K_i correspondente ao ganho integral e K_d correspondente ao ganho derivativo, foi utilizado o método de sintonia de Ziegler-Nichols (Ziegler e Nichols, 1942). Para as análises das curvas, identificação do sistema e simulação dos ajustes e sintonização PID foi utilizado o software comercial Matlab®.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

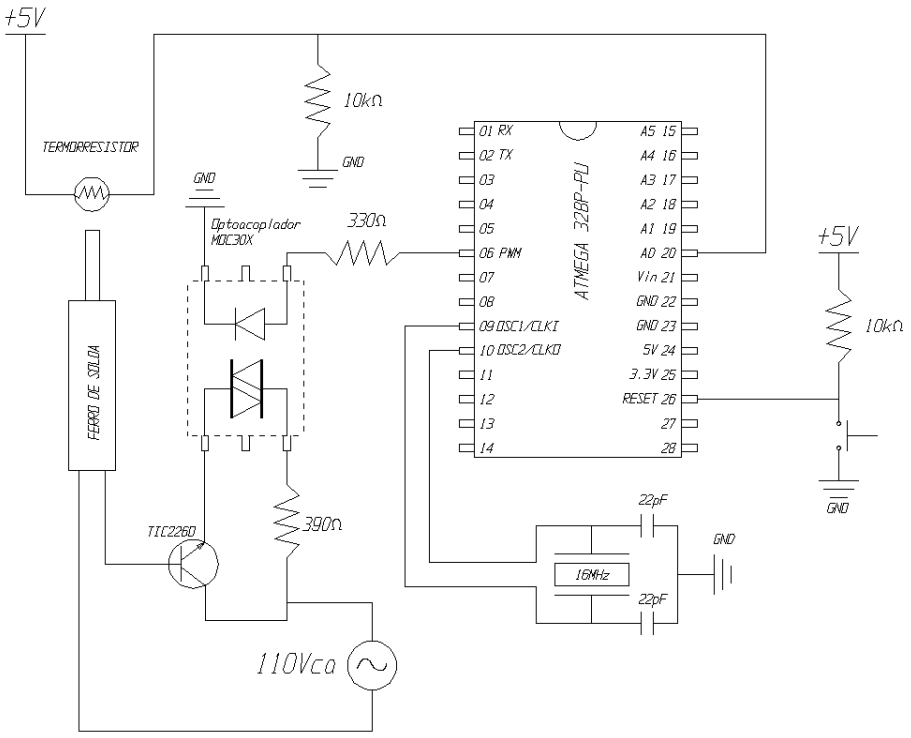


Figura 2. Diagrama do circuito de controle

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a modelagem do sistema, valores da temperatura do ferro de solda foram obtidos em regime máximo de operação (sistema em malha aberta com degrau de acionamento em 1, o que significa 100%) com amostragens a cada 5 segundos. A estabilização do sistema ocorreu na temperatura de 253 °C (Figura 3).

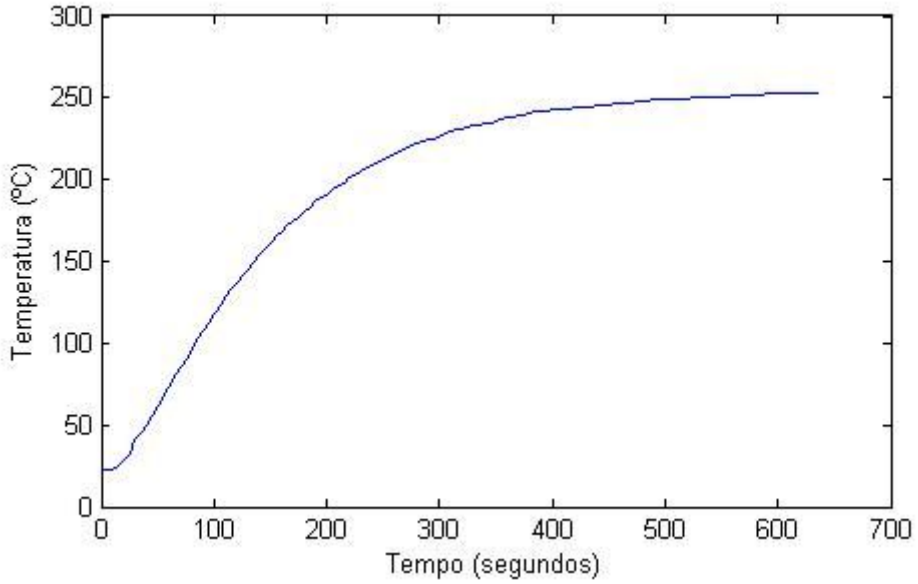


Figura 3. Curva de aquecimento do ferro de solda

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A função de transferência foi obtida através do Matlab®, onde a entrada do sistema foi determinada por uma função degrau, constante e igual a um, representando o sistema em malha aberta sob regime máximo de operação (Figura 4a). A curva de aquecimento do ferro de solda é mostrada na figura 4b.

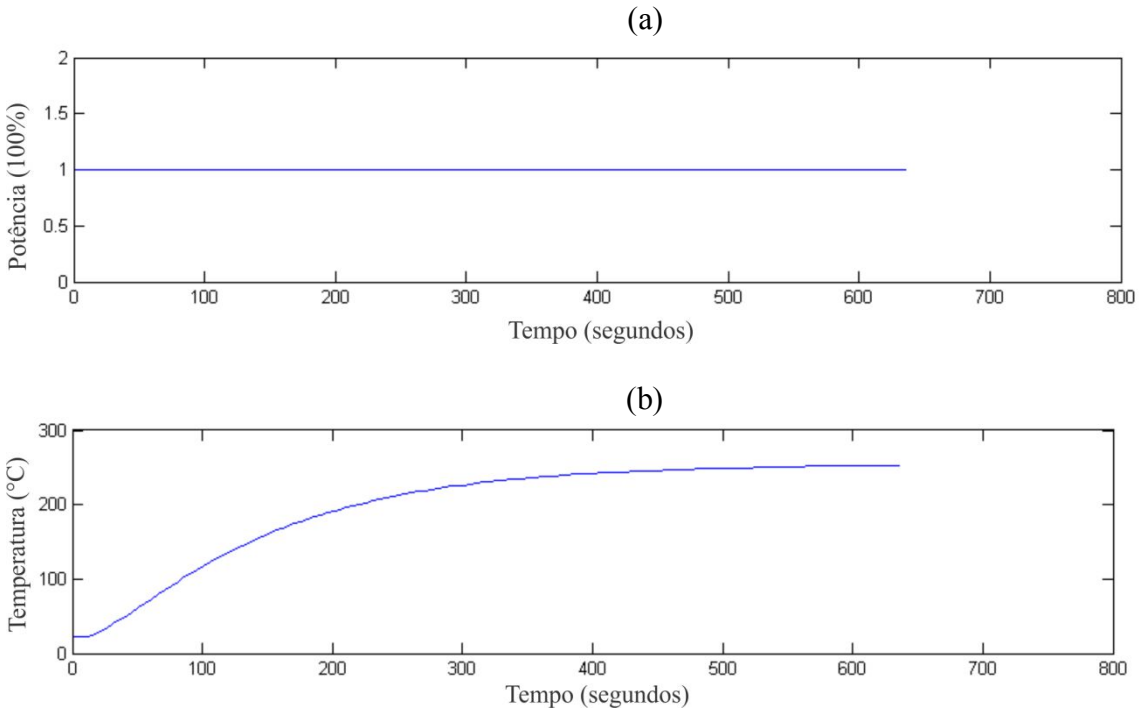


Figura 4. Dados utilizados para a identificação do sistema, (a) sinal de entrada do ferro de solda e (b) sinal de saída do ferro de solda (em malha aberta).

Portanto, o sistema foi identificado e a seguinte função de transferência foi obtida,

$$G_{(s)} = \frac{254{,}92}{124{,}9s+1}. \quad (4)$$

Os parâmetros do controlador PID foram obtidos/ajustados e testados no simulador por diagramas de (simulink) do Matlab®, sendo que os seguintes valores foram encontrados para os coeficientes: K_p = 0,8392; K_i = 0,0067 e K_d= 0.

Para este trabalho foi determinada a função hipotética ($f_{(x)}$ = 0,4x+20) para a curva de *setpoint* controle de temperatura. Com isso o programa com o controle liga/desliga foi carregado no microcontrolador, o sistema foi montado (Figura 5) e por meio de um microcomputador portátil, as temperaturas medidas foram obtidas. Logo após, a mesma experiência foi efetuanda sendo o microcontrolador carregado com o programa para o controle com PID.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

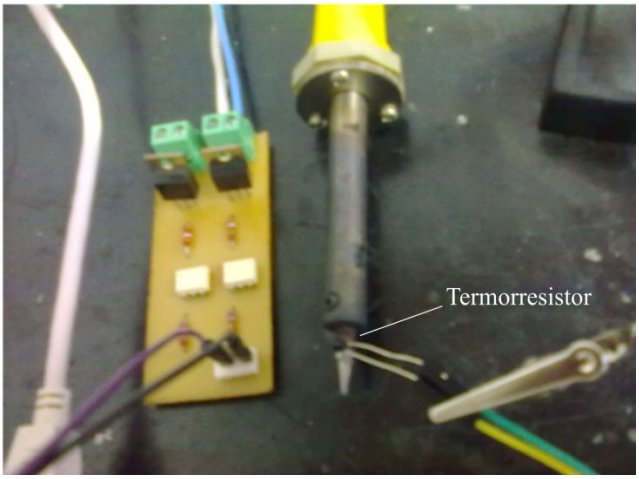


Figura 5. Detalhe do controle de temperatura em um ferro de solda

A figura 6 apresenta os resultados obtidos, a reta (azul ou linha contínua) representa os valores desejados, a linha vermelha (linha pontilhada), que segue próxima ao *setpoint*, os valores com a ação de controle PID e a linha verde (linha tracejada) com a ação de controle liga/desliga.

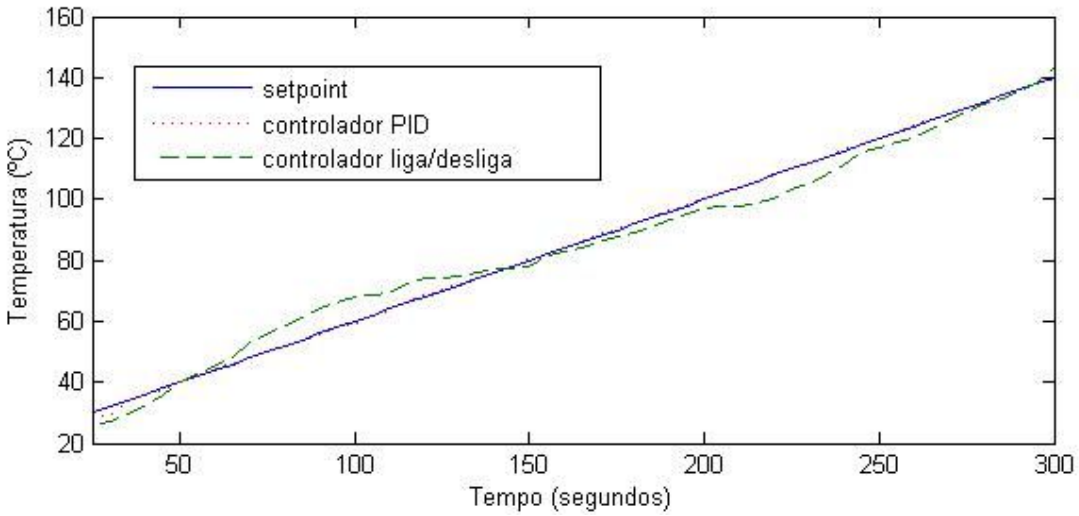


Figura 6. Controle liga/desliga

De forma a comparar o desempenho dos dois diferentes tipos de controladores, foi realizado o cálculo do índice ITSE, sendo que os seguintes valores foram obtidos:

ITSE (liga/desliga) = 7,5098e5

ITSE (PID) = 4,4791e3

Como pode ser observado pelos valores obtidos, o valor do ITSE para o controlador PID é bastante inferior ao liga/desliga, o que mostra claramente que o controlador PID é mais recomendável para este problema.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

O trabalho proposto tem o objetivo de comparar duas técnicas de controle para sistemas de aquecimento (liga/desliga e PID), assim como a análise de custo e benefício entre as duas técnicas. A implementação do controle liga/desliga é bastante simples e econômico, porém é necessário criar uma histerese no sistema para minimizar as oscilações presentes na saída do processo, o que nem sempre é possível. Além disto, a ação de controle liga/desliga não garante precisão no controle e pode apresentar grandes desvios (*offset*) em relação ao *setpoint*, o que na prática, determina um consumo maior de energia. Pelo contrário, os controladores PID possuem a capacidade de autoajuste, corrigindo alterações nos parâmetros do sistema e distúrbios externos, como mudanças no ambiente. A análise dos índices de desempenho ITSE demonstra um desvio muito menor para o controlador PID, mantendo valores muito próximos do *setpoint* e com oscilações mínimas na saída do processo. Esta maior precisão de controle torna o sistema mais estável e eficaz. Portanto, a maior vantagem do controle PID é a capacidade de ajustar o desempenho da resposta transitória e em regime permanente, diminuindo o tempo para a estabilização do sistema. A implementação do controlador PID passa pela sintonia dos coeficientes dos seus controladores, o qual deve ser operado a partir da identificação do sistema pela função de transferência, sendo esta uma característica própria de cada sistema. A diferença de custo para a implementação do controle PID, em contraste com o controle liga/desliga, tem diminuído cada vez mais conforme a diminuição dos custos dos componentes eletrônicos e evolução dos sistemas informáticos, o que aumenta a vantagem do controlador PID sobre o liga/desliga.

REFERÊNCIAS

DORF, R.C.; BISHOP R.H. **Sistemas de Controle Modernos**. 12. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

FRANCO, P.R.V.; LUGLI, A.B.; HENRIQUES, J.P.C. **Comparação entre sistemas de controle para fornos industriais.** Brazil Automation, novembro 2014.

LATHI, B. **Sinais e sistemas lineares.** 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

NISE, N.S. **Engenharia de sistemas de controle**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

SONNTAG, R.; WYLEN, G. V. **Fundamentos da termodinâmica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

ZIEGLER, J. G.; NICHOLS, N. B. **Optimum settings for automatic controllers.** *Transactions of the ASME*, 64:759–768, 1942.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DA DISSIPAÇÃO DE CALOR EM FRANGOS DE CORTE DURANTE AS DUAS PRIMEIRAS SEMANAS DE VIDA

JÉSSICA FANTIN RUVIO[1], CAROLINA DELLA GIUSTINA[2], GABRIEL CHAVES MOREIRA[3], TADAYUKI YANAGI JUNIOR[4], LEONARDO SCHIASSI[5], FLÁVIO ALVES DAMASCENO[6].

[1]Engenheira Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, jessica.ruvio@hotmail.com
[2]Mestranda em Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, carolgiustina@hotmail.com
[3]Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35)8851-4254, gabrielchaves01@hotmail.com.
[4] Professor Doutor Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, yanagi@deg.ufla.br
[5]Professor Doutor Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, leonardo.schiassi@deg.ufla.br
[6]Professor Doutor Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, flavio.damasceno@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar a troca de calor sensível em frangos de corte, durante as duas primeiras semanas de vida. Para tanto, foi realizado um experimento com animais criados de 1 a 14 dias de idade em túneis de vento climatizados, utilizando o laboratório de ambiência para pequenos animais, da Universidade Federal de Lavras. Foram estabelecidos, utilizando o sistema automático de monitoramento e controle, valores constantes de umidade relativa e velocidade do ar, variando apenas a temperatura de bulbo seco durante cada semana experimental. Ao término do experimento foram selecionados dados de oito animais de cada tratamento e quantificado a troca de calor por convecção e radiação em função do efeito da variação de temperatura do ar. Desta forma, foram calculadas por meio de equações, as trocas de calor e obtido as médias de cada animal para a primeira e segunda semana, sendo que a temperatura superficial dos frangos foram obtidas por meio de imagens termográficas. Os dados foram avaliados por meio da análise indutiva do Teste de Tukey, com 1% de significância, utilizando-se o software estatístico R. Foi observado através da análise de variância que existe diferença significativa ($F<0,001$) para a troca de calor total, tanto para temperatura quanto para semanas de vida e suas interações, e que os animais sofrem maior dissipação de calor com o aumento da idade e quando submetidos às temperaturas abaixo da sua zona de conforto térmico.
PALAVRAS–CHAVE: troca de calor, termografia infravermelha, avicultura.

HEAT DISSIPATION STUDY IN BROILER CHICKENS DURING THE FIRST TWO WEEKS OF LIFE

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the exchange of sensible heat in broilers during the first two weeks of life. Therefore, an animal experiment was conducted with created 1-14 days old in air-conditioned wind tunnels, using the ambience laboratory for small animals, the Federal University of Lavras. Were established, using the automatic monitoring and control, constant relative humidity values and air speed, varying only the dry bulb temperature during each experimental week. At the end of experiment data of eight animals from each treatment were selected and quantitated heat exchange by convection and radiation due to the effect of the variation of air temperature. Thus they were calculated by equations, heat exchange and obtained averages of each animal for the first and second week, and the surface temperature of chickens were obtained

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

by means of thermographic images. Data were evaluated by analysis of inductive Tukey's test, 1% significance using the statistical software R. Was observed through the analysis of variance a significant difference (F <0.001) for total heat exchange, for both temperature as for weeks and their interactions, and that animals suffer greater heat dissipation with increasing age and when subjected to temperatures below their thermal comfort zone.
KEYWORDS: heat transfer, infrared thermography, poultry.

INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira é atualmente a terceira do mundo, sendo superada apenas pelos Estados Unidos e pela China (FAO, 2015). O frango de corte se transformou, nos últimos anos, num dos principais produtos brasileiros.

O enorme crescimento na produção avícola mundial e nacional aconteceu graças à evolução nas áreas da genética, nutrição animal, manejo e sanidade, incluindo a importância da ambientação do animal à sua faixa de conforto térmico e, também, a atenção cada vez maior na busca por boas condições de bem-estar animal (CASSUCE, 2011).

Vários estudos têm constatado que condições climáticas inadequadas afetam consideravelmente o desempenho de frangos de corte. As mudanças climáticas registradas têm causado preocupações na sociedade e têm sido alvo de diversas discussões científicas. As más condições do ambiente onde o animal é alojado é um dos principais responsáveis pelas perdas na produção animal, pois as trocas térmicas que ocorrem ocasionam um desequilíbrio, por depender diretamente das condições em que os animais e o ambiente se encontram.

O animal pode trocar energia em forma de calor com o ambiente em que vive por meio de formas sensíveis e latentes. A forma sensível ocorre quando há um gradiente de temperatura e podem ser por condução, convecção e radiação. Já a troca de calor latente ocorre por gradientes de pressão de vapor d'água e são conhecidas como evaporação e a condensação (BAÊTA; SOUZA, 2012).

Na avicultura de corte, a produtividade ideal é alcançada quando as aves em determinada faixa de temperatura efetiva ambiental, mantém constante a temperatura corporal, com mínimo esforço dos mecanismos termorregulatórios. Quando ocorre essa situação, pode-se dizer, que a ave encontra-se na chamada zona de conforto térmico, em que não há sensação de frio ou calor e o desempenho da ave em qualquer atividade é otimizado (SOUZA JUNIOR, 2012).

Segundo Roberto (2012), uma forma eficiente para a quantificação da dissipação de calor sensível é a análise termográfica. Esta pode ser realizada por meio da tecnologia de processamento de imagens termográficas, na qual não interfere na rotina do animal e permite conhecer, de maneira direta, a distribuição da temperatura superficial, seja no ambiente de produção ou nas aves.

Diante da importância de se quantificar a dissipação de calor corporal em frangos de corte, objetivou-se com este trabalho, avaliar e quantificar a troca de calor por convecção e radiação em frangos de corte do 1º ao 14º dia de vida, submetidos a temperaturas de estresse por frio e temperaturas de conforto térmico em túneis de vento climatizados.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida em três unidades experimentais de túneis de vento climatizados instalados no laboratório de ambiência para pequenos animais, localizado no

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras.

Em cada câmara climática, alojaram-se 15 animais na primeira semana, posteriormente, em razão da densidade de alojamento, esse número foi reduzido para 12 aves, na segunda semana. Desta forma foram criados 45 frangos da linhagem Cobb, divididos em lotes de sexo misto, durante todo o período experimental.

Foram utilizados 3 combinações de temperatura para a primeira e segunda semana de vida dos animais (TABELA 1), enquanto que a umidade relativa foi fixada em 60±1% e a velocidade do ar em 0,2±0,1 m s^{-1}, durante todos os dias de análise. Cada ave foi identificada por número através de uma etiqueta amarrada ao pé.

Tabela 1 - Média semanal da temperatura do ar, com respectivo desvio padrão, no interior dos túneis de vento climatizados, correspondentes a cada tratamento.

Tratamento	Temperatura (°C)	
	Semana 1	Semana 2
T_{24-24}	24,2 ± 0,02	24,2 ± 0,05
T_{27-27}	24,2 ± 0,03	27,2 ± 0,04
T_{30-30}	24,4 ± 0,13	30,0 ± 0,04

Temperatura do ar para a primeira e segunda semana de vida das aves

Cada semana de vida dos frangos necessita de uma temperatura ideal (TABELA, 2) para que estes expressem seu máximo potencial produtivo. À medida que se tornam mais velhos, os frangos exigem para seu bem estar, temperaturas mais amenas.

Tabela 2 - Faixas de temperaturas de conforto para frangos do corte em diferentes idades.

Idade (Semana)	Faixa de Temperatura (°C)
1ª	34-32
2ª	32-28

Fonte: Cassuce (2011), adaptado.

As combinações de temperaturas testadas foram utilizadas para observar as respostas dos animais ao desconforto por frio. Ao término do experimento, em razão da mortalidade, foram selecionados os dados de oito aves de cada tratamento, sendo esta escolha aleatória e necessária para o desenvolvimento das análises estatísticas. Ao final foi possível quantificar a troca de calor total (EQUAÇÃO 1).

$$Qt = QR + QCC \quad (1)$$

Em que, Qt é o calor total, em W; QR é a troca de calor por radiação, em W; e QCC é a troca de calor por convecção, em W.

A troca de calor por radiação pode ser calculada de acordo com a Equação 2, proposta por Yahav et al. (2004).

$$QR = e \,.\, \sigma \,.\, As(Ts^4 - Tar^4) \quad (2)$$

Em que, e é a emissividade do tecido biológico, (0,95); σ é a constante de Stephan-Boltzmann,

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

(5,67 x 10-8 W m^{-2}. K^{-4}); As é a área de superfície, em m^2; Ts e Tar é a temperatura da superfície e do ambiente, em K.

O fluxo de calor por convecção pode ser estimado pela Equação 3, proposta por Baêta e Souza (2012).

$$Qcc = As \,.\, h \,.\, (Ts - Tar) \quad (3)$$

Em que, h é o coeficiente de transferência de calor por convecção, (W m^{-2} x °C); As é a área da superfície da ave, em m^2; Ts é a temperatura da superfície animal, em °C; e Tar é a temperatura do ar, em °C.

Segundo Brecht et al. (2005), o coeficiente de transferência de calor por convecção (h), pode ser estimado através da Equação 4:

$$h = 0{,}336 \,.\, 4{,}184 \,.\, (1{,}46 + \sqrt{V_{AR} . 100}) \quad (4)$$

Em que, V_{AR} é a velocidade do ar, em m s^{-1}.

A área superficial da ave (A_s) pode ser estimada através da Equação 5, proposta por Silva et al. (2009).

$$As = 3{,}86 \,.\, 10^{-4} Mc^{0{,}74} \quad (5)$$

Em que, Mc é a massa corporal, em gramas.

A ração e água foram disponíveis "ad libidum", e diariamente foi realizada a limpeza das gaiolas e a pesagem dos animais.

As temperaturas superficiais dos frangos foram obtidas por meio de câmera termográfica infravermelho (Figura 1), que avalia a temperatura através da energia emitida pela superfície do corpo do animal.

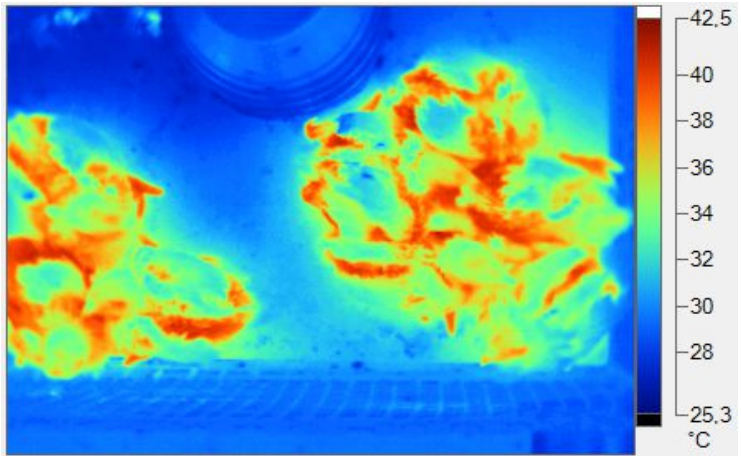


Figura 1 - Imagem obtida por meio da termografia.

A Figura 2 representa a avaliação da temperatura superficial de cada ave através da delimitação da área corporal.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

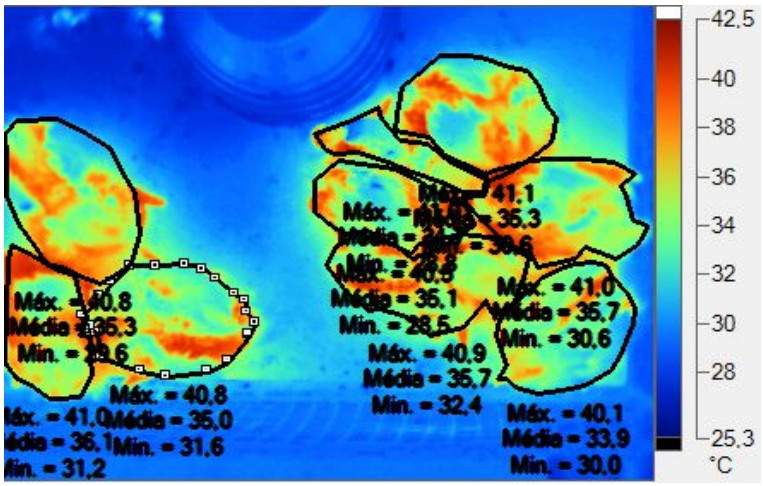


Figura 2 - Área corporal delimitada para avaliação da temperatura superficial.

Após o processamento das imagens, os dados foram avaliados por meio do Teste Tukey, com 1% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3, é apresentado o quadro de análise de variância (ANAVA), onde se pode observar efeito significativo (F<0,001) para troca de calor total, tanto para temperatura quanto para semanas e suas interações.

Tabela 3. Análise de variância (ANAVA)

Fator	Qm	Valor F	p>F	
Temperatura	14,64	126,25	<0,001	**
Semana	47,14	406,52	<0,001	**
T x S	2,26	19,51	<0,001	**
Resíduos	0,12	---	---	---

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

Na Tabela 4, pode-se observar que, quando analisado separadamente a temperatura, houve diferença significativa na troca de calor, para todas as três temperaturas, sendo que a de 24°C foi a que proporcionou maior troca de calor.

Os dados corroboram com os resultados encontrados por Toledo et al. (2007), que trabalhando com frangos de corte de um a 11 dias de idade submetidos a temperaturas ambiente máximas e mínimas de 29,05ºC e 21,21ºC, respectivamente obtiveram resultados de redução no ganho de peso médio e no consumo médio de ração, não tendo efeitos significativos sobre a conversão alimentar, porém, destacaram o possível estresse dos animais por frio, com gastos maiores de energia para a termorregulação corporal.

Segundo Nascimento (2010) as trocas sensíveis ocorrem por meio das perdas por convecção e radiação, no qual dependem de um diferencial de temperatura entre a superfície corporal das aves e a temperatura ambiente, ou seja, quanto maior essa diferença, mais eficientes serão essas trocas.

Levando-se em conta apenas a temperatura do ar, Furlan e Macari (2002) explicam que o

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

mínimo custo energético para mantença é atingido quando a temperatura ambiente se encontra dentro da faixa de termoneutralidade para o animal, uma vez que fora destes limites o requerimento em energia para produção ou perda de calor se eleva.

Tabela 4. Teste de comparação de médias das variáveis troca de calor total (Qt) em função da temperatura (°C) e semanas.

Fatores	Troca de calor total (W)
Temperatura	
24	3,58 a
27	2,12 b
30	1,78 c
Semanas	
1	1,50 b
2	3,48 a

Letras diferentes na coluna diferem estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste tukey.

As citações dos autores justificam a maior dissipação de calor nos frangos quando submetidos à temperatura de 24 °C, pois estes animais encontram-se fora da zona de conforto, necessitando desviar maior energia de produção para buscar a manutenção da homeotermia, considerada a função basal mais importante e prioritária para sua sobrevivência. Já quando esses animais são alojados em ambiente onde a temperatura se encontra mais próxima da zona de conforto (temperatura de 30 °C), ocorre menor dispêndio de energia para compensar o frio.

Também fica evidenciada a maior troca de calor durante a segunda semana de vida quando comparada a primeira, independente da temperatura do ambiente.

Esses resultados se aproximam daqueles encontrados por Cassuce (2011) que em seu experimento observou que aves com maior peso corporal, dissiparam mais calor, fato que pode ser explicado por apresentarem metabolismo mais elevado que os animais com menor massa corporal.

Na tabela 5, fica evidenciada a interação das semanas com as temperaturas, visto que na primeira semana não houve diferença significativa da troca de calor quando os animais eram submetidos ao ambiente com 27 e 30 °C, diferente do que ocorreu na temperatura de 24 °C. Já na segunda semana observou-se que houve diferença significativa em todas as temperaturas.

Tabela 5. Resultados da troca de calor obtidos na interação entre temperaturas e semanas.

	Temperaturas (°C)		
Idade	24	27	30
Semana 1	2,18 Aa	1,20 Ab	1,12 Ab
Semana 2	4,98 Ba	3,04 Bb	2,43 Bc

Letras em maiúsculo nas colunas e minúsculo nas linhas diferem estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste tukey;

Normalmente, as aves produzem por volta de 5 Btu's de calor por libra. Isto significa que quanto maior as aves ficarem, mais calor produzem. Durante a fase de cria, os pintainhos precisam de calor suplementar. Entretanto, à medida que o crescimento progride, as aves começam cada vez mais a contribuir para seu aquecimento como também do galpão com o calor que geram (NICOLAU, 2010).

A produção de calor em frangos de corte é relativamente elevada porque a taxa de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

crescimento é baseada num consumo alimentar com eficiência inerente de uso de energia metabolizável (EM) que alcança 40%. Isso indica que 60% do consumo de EM é perdido pelo calor (WIERNUSZ, 1999).

As explicações dos autores contribuem com os resultados obtidos, justificando o aumento da troca de calor na segunda semana. Já a diferença significativa na perda de calor nas temperaturas de 27 e 30°C durante a primeira semana, pode ser explicado pela maior proximidade da zona de conforto térmico e pela menor área superficial dos animais durante a primeira semana.

CONCLUSÕES

Através das análises referentes às trocas de calor das aves, submetidas a condições de conforto e estresse térmico durante as duas primeiras semanas de vida, foi possível evidenciar a influência da temperatura nas taxas de troca de calor do animal com o ambiente.

A exposição dos animais submetidos à temperatura baixa (24°C) durante a primeira semana promoveu maior troca de calor do animal com o ambiente, ocasionando possível estresse por frio e maior gasto energético para a termorregulação corporal.

Já quando são testadas temperaturas mais altas (27 e 30 °C), percebe–se menor troca de calor pelo fato desses animais estarem alojados em temperaturas mais próxima da zona de conforto térmico.

Quando analisado isoladamente o fator semanas, percebe-se que a maior troca de calor ocorre na segunda semana. Isto acontece devido ao aumento do peso corporal das aves e ao metabolismo mais elevado que os animais com menor peso corporal. E quando analisado a interação entre temperaturas e semanas observa-se novamente que é na temperatura de 24 °C que ocorre maior dispêndio de energia, pois é ainda uma temperatura muito abaixo da zona de conforto térmico.

Portanto verifica-se assim, a importância de utilizar temperaturas adequadas na avicultura de corte, diminuindo os resultados negativos causados pelo estresse térmico, reduzindo as taxas de dissipação de calor para o ambiente e possíveis prejuízos de produção do lote.

REFERÊNCIAS

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais – conforto animal**. Editora: UFV, Viçosa - MG, 265 p, 2012.

BRECHT, A. V.; HENS, H.; LEMAIRE, J. L.; AERTS, J. M.; DEGRAEVE, P.; BERCKMANS, D. Quantificationof theHeat Exchange of Chicken Eggs. **Poultry Science,** v.84, p. 353-361, 2005.

CASSUCE, D. C. **Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil**. 103 p. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa. UFV, Viçosa, MG, 2011.

FAO. **Central de informações de aves e suinos – Carne de Frango/Quantidade Produzida**. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/cias/dados/graficos.php>. Acessado em: 25 jan 2015.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI M., FURLAN R.L., GONZALES E. (ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, p 209-228, 2002.

NASCIMENTO, S. T. **Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais.** 147p**.** Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, USP, Piracicaba, SP, 2010.

NICOLAU, P. A. **Gerenciamento Ambiental em Uma Granja de Frangos.** 2010. Disponível em:<http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Portuguese/Gerenciamento-Ambiental-Setembro-2010.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2014.

ROBERTO, J. V. B. **Efeito do ambiente térmico e uso da termografia de infravermelho em caprinos saanen e seus mestiços com o boer no semiárido brasileiro.** 91 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande. UFCG, Patos, PB, 2012.

SILVA, E.; YANAGI JR, T.; BRAGA JR, R. A.; LOPES, M. A.; DAMASCENO, F. A.; SILVA, G. C. A. Desenvolvimento e validação de um modelo matemático para o cálculo da área superficial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola,** Jaboticabal, SP, v.29, p.1-7, 2009.

SOUZA JR, J. B. F. **Termorregulação e produção de ovos de galinhas label rouge em ambiente equatorial semiárido.** 56 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Rural do Semi-Árido. UFERSA, Mossoró, RN, 2012.

TOLEDO, A. L.; TAKEARA, P.; BITTENCOURT, L. C.; et. al., Níveis dietéticos de lisina digestível para frangos machos no período de 1 a 11 dias de idade: desempenho e composição corporal. **Rev. Bras. Zootec.,** Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1090-1096, 2007.

WIERNUSZ, C. **Terapias nutricionais para aumentar a produção avícola durante períodos estressantes de alta humidade e altas temperaturas ambientais.** I Simpósio Internacional ACAV—Embrapa sobre Nutrição de Aves, Concórdia, SC. 1999.

YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; LUGER, D.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S. Ventilation, Sensible Heat Loss, Broiler Energy, and Water Balance Under Harsh Environmental Conditions.**Poultry Science,** n. 83, p. 253 – 258, 2004.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DA VULNERABILIDADE E RISCOS DA PAISAGEM ADVINDOS DA POLUIÇÃO DIFUSA E PONTUAL DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CERCADINHO, LOCALIZADA EM BELO HORIZONTE – MG.

DAVI PINTO COELHO SALVADOR CORREA[1], ELIZABETH RODRIGUES BRITO IBRAHIM[2]

[1] Graduando em Engenharia Ambiental e bolsista FAPEMIG, UNIBH – Centro Universitário de Belo Horizonte, (31) 9306.8373, pcsdavi@gmail.com

[2]Pós-doutora em Engenharia Ambiental e Docente, UNIBH – Centro Universitário de Belo Horizonte, (31) 9245.7360, elizabeth.ibrahim@prof.unibh.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A poluição hídrica diz respeito à alteração prejudicial produzida no meio aquático que modifique a estabilidade da biota. A poluição difusa é caracterizada por impurezas de origem natural ou antrópica que se dá de forma esparsa. Já as fontes de poluição pontual podem ser classificadas como poluições diretas que atingem a um determinado ponto dos corpos receptores. Tendo em vista a realidade brasileira de rios urbanos poluídos, o presente estudo propõe-se a construir um perfil das cargas de poluição difusa e pontual presentes na área da sub-bacia hidrográfica do Cercadinho, a partir da análise no córrego Ponte Queimada e assim desenvolver um estudo avaliativo da vulnerabilidade ambiental de sua paisagem. Para alcançar êxito, foram escolhidos cinco pontos amostrais ao longo do córrego Ponte Queimada, avaliando-o de forma qualitativa através de uma ficha de campo e quantitativa com análises físico-químicas da água coletada em cada ponto. A percepção qualitativa permitiu constatar a relação existente: o acesso ao serviço de saneamento básico mais eficaz está presente nas áreas de maior poder aquisitivo. Já as análises quantitativas apresentaram valores de contaminantes acima do permitido na legislação, colocando em risco à qualidade da água do córrego Ponte Queimada e do ecossistema da área. Tal quadro também causa um impacto social negativo, comprometendo assim a qualidade de vida das pessoas que estão às margens deste manancial.
PALAVRAS–CHAVE: poluição, sub-bacia do Cercadinho, córrego Ponte Queimada.

STUDY OF VULNERABILITY AND RISKS ARISING FROM DIFFUSE POLLUTION LANDSCAPE AND TIMELY OF SUB-BASIN OF CERCADINHO, LOCATED IN BELO HORIZONTE - MG.

ABSTRACT: Water pollution concerns the harmful alteration produced in the aquatic environment to modify the stability of the biota. Diffuse pollution is characterized by impurities of natural or anthropogenic origin that occurs in a sparsely. On the other hand, the punctual pollution sources can be classified as direct pollution to reach a certain point of receiving bodies. Considering the Brazilian reality of urban rivers polluted, this study proposes to build a charge profile of diffuse and punctual source of pollution present in the area of the sub-basin Cercadinho, by analyzing the stream Ponte Queimada and so develop an evaluative study of the environmental vulnerability of its landscape. To achieve success, there were chosen five sampling points along the stream Ponte

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Queimada, evaluating it in a qualitative way through a field and quantitative form with physico-chemical analysis of water collected at each point. The qualitative perception revealed the relationship: access to the most effective sanitation service is present in the areas of greater purchasing power. As for the quantitative analysis presented above the allowable contaminant values in the legislation, endangering the quality of stream water Burnt Bridge and the ecosystem of the area. This situation also has a negative social impact, thus compromising the quality of life for people on the margins of this spring.
KEYWORDS: pollution, sub-basin Cercadinho, stream Ponte Queimada.

INTRODUÇÃO

Apesar de aparente abundância dos recursos hídricos para o consumo humano, a disponibilidade de água doce no planeta Terra é muito pequena (UN, 2013). Estima-se algo em torno de 0,0333 a 0,035 bilhões de km^3 de água doce (VON SPERLING, E., 2006), sendo o Brasil detentor de cerca de 11,6% da água doce presente em águas superficiais (PHILIPPI JR & MARTINS, 2005). A maior parte da água do planeta Terra está presente nos oceanos (salgada), sendo algo em torno de 97,07% do total de 1.386.256.985 km^3 (LIBÂNIO, 2010; VON SPERLING, E., 2006).

A água é importante para as inúmeras atividades humanas (HELLER, 2006). Em contrapartida, a disponibilidade da água na natureza em nível mundial e a crescente demanda preocupam importantes entidades internacionais e pesquisadores (FAO, 2015; UN, 2013; HELLER, 2006; TUCCI, 2005; PHILIPPI JR. & MARTINS, 2005), e isso fica claro na atual realidade devido ao quadro de escassez vivido nos últimos tempos no Brasil (DC, 2015; EM, 2015; FOLHA, 2015) e em muitas partes no mundo (ONUBR, 2015; PRESSE, 2015).

Tal situação crítica não parece mudar um problema crônico brasileiro no que diz respeito a falta de gestão ou a imensa diversidade de linhas teóricas-metodológicas de planejamento público que cada governante adota em seu curto período de mandato, principalmente na área de saneamento básico (SILVEIRA; HELLER; REZENDE, 2013).

Por muito tempo de acordo com Sánchez (2008), vários problemas ambientais existentes nas cidades brasileiras foram assimilados a ideia de poluição. O conceito de poluição estava ligado a termos como “sujar” ou “comprometer” o meio ambiente (ar, água e solo) em torno da sociedade. Nos dias atuais o debate acerca de temas ambientais evoluiu e não está restrito a termos ligados à poluição propriamente dita. O conceito que se discute agora é o impacto ambiental, sendo mais abrangente e englobando uma série de perturbações ambientais que tratam de inúmeras atividades humanas que provocam alterações no meio ambiente das mais diversas formas.

Os impactos podem ser de caráter positivo e/ou negativo (SANCHEZ, 2008). Brilhante (1999) aponta que a poluição é um distúrbio ambiental que se concretiza em fenômenos ou fatos desfavoráveis, de maneira direta ou indireta. A criação das cidades e o adensamento das áreas urbanas têm grande fator de contribuição para os impactos ambientais negativos, influenciados pela forma de consumo e hábitos de vida da população urbana, como o uso da água e a produção de resíduo (MUCELIN & BELLINI, 2008; BARROS, 2005).

Poluição hídrica de acordo com Libânio (2010), diz respeito a toda e qualquer alteração prejudicial produzida no meio aquático que modifique a estabilidade da biota.Von Sperling, M. afirma que poluição hídrica é “...a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d’água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos” (2005, p. 47).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Segundo Sottoriva & Garcias (2011), a poluição difusa é caracterizada por impurezas de origem natural ou antrópica. A degradação do ambiente de forma difusa é gerada pelo escoamento superficial da água em área urbana ou rural, originada de atividades que depositam poluentes de forma esparsa, sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica. A poluição difusa provém de diversas fontes tais como: freios de automóveis, fezes de animais, entre outros. Já as fontes de poluição pontual podem ser classificadas como poluições diretas que atingem a um determinado ponto dos corpos receptores. O principal exemplo deste tipo de fonte é à disposição do esgoto doméstico e industrial (TOMAZ, 2006).

De acordo com Bollman & Marques (2006), os trabalhos de pesquisa e levantamento de poluição dos cursos d'água realizados por pesquisadores, tentam apontar e estabelecer a relação da ocupação do espaço à poluição dos corpos d'água, análise que se torna mais perceptível e agravante em meios urbanos de maior densidade.

O presente estudo propõe-se a construir um perfil das cargas de poluição difusa e pontual presentes na área da sub-bacia hidrográfica do Cercadinho e a partir disso desenvolver um estudo avaliativo da vulnerabilidade ambiental de sua paisagem. Para tanto, serão produzidas análises laboratoriais (físico-químicos) a fim de identificar os principais agentes causadores de alteração da qualidade da água, relacionando-os às formas de uso e ocupação do solo dentro da área da bacia.

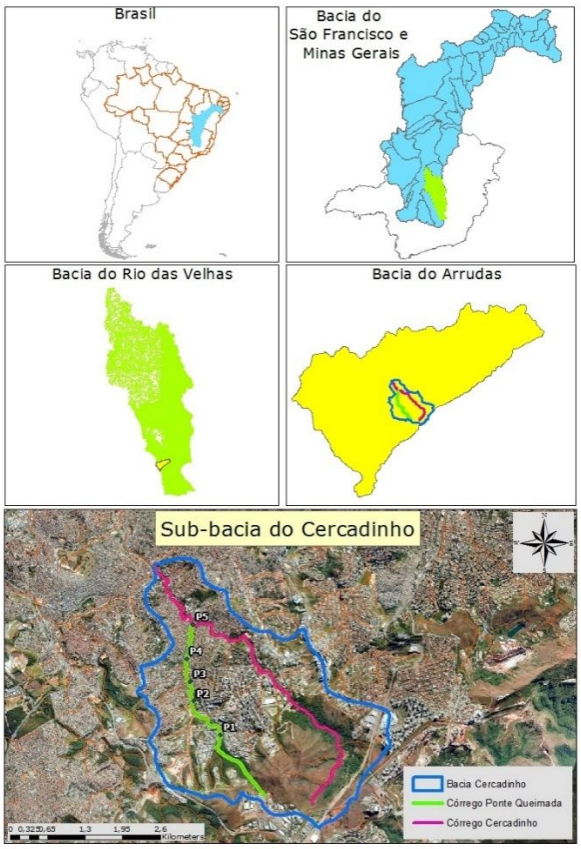
MATERIAL E MÉTODOS

Elaborou-se a avaliação da poluição presente no córrego Ponte Queimada, pertencente a sub-bacia hidrográfica do Cercadinho (Figura 1), afluente do rio Arrudas. Sua área de drenagem está estimada em 12,6 km^2, localizada na região Centro-Oeste do município de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais, região sudeste do Brasil (ASSIS, 2014 *apud* MANUELZÃO, 2013).

Após visita em campo para identificação da área, foram definidos cinco pontos amostrais ao longo da extensão do córrego Ponte Queimada (Figura 2). Foram coletadas as amostras no período entre 9 e 10h da manhã no dia 02 de junho de 2015 e analisadas no mesmo dia.

Juntamente com a coleta em cada ponto, uma Ficha de Campo (pré-elaborada) foi preenchida para obter alguns dados de caráter qualitativo referentes à percepção do entorno da área.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



unibh
A MARCA DA EDUCAÇÃO

FICHA DE CAMPO - COLETA DE ÁGUA
Centro Universitário de Belo Horizonte
Iniciação Científica - 2014/2015
Engenharia Ambiental

PONTO DE COLETA:	
DATA:	HORÁRIO:
TEMPERATURA (ºC):	UMIDADE RELATIVA DO AR (%):
TEMPO: ( ) ENSOLARADO ( ) NUBLADO ( ) CHOVENDO	
CHOVEU NAS ÚLTIMAS 24 (VINTE E QUATRO) HORAS: ( ) SIM ( ) NÃO. SE SIM, PRECIPITAÇÃO ESTIMADA NA ESTAÇÃO DO INMET - CERCADINHO: mm	
EXISTE MATA CILIAR: ( ) SIM ( ) NÃO. SE SIM, PRESERVADA: ( ) TOTALMENTE ( ) PARCIALMENTE ( ) POUCO	
PRESENÇA DE PLANTAS AQUÁTICAS: ( ) SIM ( ) NÃO OBS.:_____	
OLEOSIDADE VISÍVEL: ( ) SIM ( ) NÃO. OBS.:_____	
ODOR NA ÁGUA: ( ) SIM ( ) NÃO. OBS.:_____	
TIPO DE FUNDO: ( ) CASCALHO ( ) AREIA ( ) CIMENTO ( ) OUTROS:_____	
ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS: ( ) EFLUENTE DOMÉSTICO ( ) EFLUENTE INDUSTRIAL ( ) RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS OBS.:_____	
EROSÃO/ ASSOREAMENTO: ( ) SIM ( ) NÃO PROVÁVEL CAUSA: ( ) NATURAL ( ) ANTRÓPICA	

Figura 1 – Cinco pontos de coleta e a Macrolocalização da sub-bacia do Cercadinho, Belo Horizonte – Minas Gerais. Ao lado a ficha de campo.
Fonte do Mapa – Adaptado CBH-VELHAS, ANA e UFV, 2015.
Fonte Ficha de Campo – Arquivo Pessoal, 2015.

Em relação aos dados e fontes presentes na Ficha de Campo, a localização dos pontos foi obtida através do GPS Garmim eTrex®10. Os dados referentes à temperatura, umidade e precipitação foram consultados nos dados da estação automática de Belo Horizonte – Cercadinho, do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Já os outros dados, são referentes à percepção da realidade de cada ponto escolhido.

O ArcGIS® 10.2 foi utilizado no mapeamento e delimitação da bacia através dos *shapefiles* das bacias e Estados, adquiridas com o Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio das Velhas, Agência Nacional das Águas – ANA e Universidade Federal de Viçosa – UFV.

Para o procedimento de coleta das amostras, foram utilizados 5 (cinco) frascos com capacidade de 1 (hum) litro, 5 (cinco) frascos com capacidade de 200 (duzentos) ml para a amostra de oxigênio dissolvido, ambos de coloração marrom, dotado de tampa, o qual foram esterilizados e transportados dentro de uma sacola térmica com gelo em cubo filtrado.

No mesmo dia da coleta as amostras foram submetidas as análises no laboratório de Engenharia Química do Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, nos parâmetros a seguir:

- Turbidez - A identificação dos valores de turbidez se deu através do equipamento Turbidímetro Microprocessado Digital Modelo DLT-WV, marca Del Lab. O aparelho detém faixas de medição de 0,00 a 1000 NTU. Antes da análise o aparelho foi calibrado através das amostras referências do próprio equipamento de: <0,10; 10; 100; e 800 NTU.
- pH - Os resultados para a análise de pH foram medidos pelo equipamento pHmêtro Ion PHB-500.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

- Oxigênio Dissolvido – OD ($mg \times L^{-1} \times O_2$), Amônia Indotest ($mg \times L^{-1} \times N\text{-}NH_3$), Nitrato NTD ($mg \times L^{-1} \times N\text{-}NO_3$), Nitrito NTD ($mg \times L^{-1} \times N\text{-}NO_2$), Ortofosfato ($mg \times L^{-1} \times PO_4$) – Os resultados foram obtidos através da análise com o Ecokit Técnico de Água Doce da empresa Alfakit Ltda (HERMES & SILVA, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados Quantitativos: Análises Laboratoriais Físico-Químicas

A seguir são apresentados os resultados referentes aos testes realizados em laboratório seguindo a metodologia apresentada anteriormente.

Tabela 1 – Análises Físico-Químicas.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5
Turbidez (NTU)	346*	186*	20*	63*	36*
pH	7,62	7,81	7,88	7,83	7,81
OD ($mg \times L^{-1} \times O_2$)	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0
Amônia ($mg \times L^{-1} \times N\text{-}NH_3$)	0,10	3,0	3,0	3,0	3,0
Nitrato ($mg \times L^{-1} \times N\text{-}NO_3$)	0,0	0,0	0,30/0,2**	0,30/0,2**	0,10/0,0**
Nitrito ($mg \times L^{-1} \times N\text{-}NO_2$)	0,0	0,0	0,01	0,01	0,01
Ortofosfato ($mg \times L^{-1} \times PO_4$) ou Fósforo ($mg \times L^{-1} \times P$)	0,0/0,00***	0,75/0,24***	0,75/0,24***	0,75/0,24***	0,75/0,24***

*Valores que apresentaram variações, foram realizadas três análises e em seguida calculou-se a média – P1: (372, 321 e 345); P2: (202, 184 e 173); P3: (21, 19 e 20); P4: (64, 61 e 63); e P5: (32, 49 e 26).

**Valor de correção do Nitrato quando há presença de Nitrito na amostra (especificada na metodologia).

***Valores de P, obtidos de acordo como descrito na metodologia

Fonte: Arquivo pessoal (02 jun. 2015).

O OD é essencial para os organismos *aeróbicos*, quando apresenta níveis baixos é o motivo de morte de muitos peixes e outros seres aquáticos nos rios poluídos. A ausência de oxigênio na água favorece as condições *anaeróbicas* (VON SPERLING, M., 2005), sendo responsável pelo mau odor presente a partir de P2 (Tabela 2). Em uma caracterização de um corpo d'água de acordo com Von Sperling, M. (2005), o OD é o principal parâmetro a ser avaliado para identificação de despejo de cargas orgânicas, pois os microrganismos presentes farão uso do oxigênio no metabolismo e na degradação da matéria orgânica, provocando uma redução do OD na escala em que a matéria orgânica aumenta.

Na água o fósforo se apresenta principalmente na forma de *ortofosfato* e é diretamente disponível para o metabolismo biológico. Sua presença através da interferência antropogênica pode ser através de efluentes industriais e domésticos, detergentes (podendo este corresponder até 50% do fósforo total nos efluentes domésticos), fertilizantes e fezes de animais (VON SPERLING, M., 2005). De acordo com a DN Nº 01/2008, o fósforo está 62% acima do permitido (MG, 2008). Para ambientes lóticos o aceitável é 0,15 mg/L×P para as águas de classe 3 (BRASIL, 2005).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Pelos resultados apresentados de Turbidez e OD nas amostras de P1 e P2, o corpo d'água seria enquadrado de acordo com a DN Nº 01/2008 como sendode classe 4, que restringe o uso somente para navegação, harmonia paisagística e aos usos mais restritivos ou menos exigentes (MG, 2008). A amostra de P1 está localizada dentro do Parque Municipal Aggeo Pio Sobrinho e devido ao quadro de poluição é justificável a placa de alerta localizada na área, mas a mesma se encontra escondida e afastada do local onde a população, principalmente famílias com crianças, se aproximam do curso d'água, colocando em risco à vida dessas pessoas.

Em estudos realizados comparando a carga de poluentes presentes nas águas de drenagem pluvial e os poluentes presentes nos esgotos, constatou-se que no escoamento superficial havia 15% à mais de fósforo encontrado no efluente tratado e uma variação de 6 a 11% superior se comparado com o efluente bruto. Isso levanta uma discussão em relação a qualidade das águas de drenagem pluvial que estão sendo direcionadas para os cursos d'água, principalmente nos centros urbanos, sendo a poluição difusa responsável por até metade dos inúmeros contaminantes existentes nos córregos (WIEBL *et al.*, 1964; SODERLANT *et al.*, 1973; WHIPPLE *et al.*, 1974, *apud* BOLLMANN & MARQUES, 2006). A presença excessiva de nutrientes como o fósforo e o nitrogênio, são determinantes para o estímulo do processo de eutrofização (VON SPERLING, 2005).

Dados Qualitativos: Ficha Técnica

A seguir são apresentados os resultados referentes aos dados coletados em cada ponto de coleta das amostras.

Tabela 2 – Resultado da coleta de dados com a ficha de campo em cada ponto.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5
Temperatura (ºC)	15,3	15,9	16,9	16,9	16,9
Tempo	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado	Nublado
Mata Ciliar	Sim, pouca	Sim, pouca	Sim, pouca	Sim, pouca	Sim, pouca
Presença de plantas aquáticas	Sim	Não	Sim (gramíneas)	Sim (gramíneas)	Sim
Oleosidade visível	Sim, espuma marrom	Não	Não	Não	Não
Odor na água	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Tipo de fundo	Cascalho e Cimento	Cimento	Cascalhos e rochas	Cascalho	Cascalhos e rochas
Alterações antrópicas	Não	Efluentes domésticos	Efluentes domésticos e RSU	Efluentes domésticos e RSU	Efluentes domésticos e RSU
Erosão/ Assoreamento	Não, mas existe intervenção de engenharia no fundo e nas margens do córrego	Não, mas existe intervenção de engenharia no fundo (cimento) e nas margens do córrego (sacaria)	Não, mas existe intervenção de engenharia nas margens do córrego (sacaria)	Não, mas existe intervenção de engenharia nas margens do córrego (sacaria)	Não, mas existe intervenção de engenharia nas margens do córrego (sacaria)

Fonte – Arquivo pessoal (02 jun. 2015).

O primeiro ponto escolhido, no parque municipal Aggeo Pio Sobrinho, foi o único local onde o córrego apresentava uma lâmina de óleo. Já nos outros quatro pontos o maior problema

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

apresentado foi a presença de resíduos sólidos urbanos (RSU) dispostos de maneira inadequada nas margens e dentro do córrego Ponte Queimada (Tabela 2). Há o descarte incorreto de efluentes domésticos (provenientes em sua maioria de pequenas tubulações) visíveis a partir do ponto 2, pós-trecho canalizado (Figura 2).



Figura 2 – Disposição irregular de resíduos e lançamento na rede pluvial e/ou direto no córrego, mesmo tendo a rede coletora de esgoto.
Fonte – Arquivo pessoal, 2015.

No córrego Ponte Queimada existe a rede de coleta de efluentes domésticos, mas nas visitas em campo os moradores relataram que a rede não está ligada em muitas casas ao longo do córrego por falha no sistema da empresa prestadora do serviço (COPASA), que teria sua rede coletora acima do nível das tubulações residenciais. Tucci (2005, p. 387) discuti essa questão, apontando duas possíveis causas em um contexto geral no Brasil: projeto inadequado ou má execução do mesmo. A solução encontrada por muitos moradores está no lançamento *in natura* dos efluentes domésticos no córrego. Em alguns pontos onde é constatado o lançamento irregular, percebe-se que a rede coletora se encontra no mesmo nível das tubulações residenciais, não justificando assim a decisão incorreta tomada de lançar os efluentes no córrego. Há também o caso de lançamento de efluentes na rede de drenagem pluvial.

CONCLUSÕES

A sub-bacia do Cercadinho apresenta um quadro que retrata bem o cenário da desigualdade social brasileira. Na área onde o poder econômico é maior os serviços de saneamento básico são atendidos pelo poder público. Já na parte onde prevalece o poder aquisitivo inferior, o descaso é notável.

A poluição identificada através da análise em laboratório, apresentam valores preocupantes e acima do permitido em legislação, colocando em risco a qualidade da água do córrego Ponte Queimada, da fauna e flora e dos moradores que estão próximo ao curso d'água.

Existe a necessidade por parte da empresa que atualmente presta o serviço de coleta e tratamento de esgoto no município de Belo Horizonte (COPASA), de realizar um levantamento se o sistema de coleta dos efluentes da região do córrego Ponte Queimada apresenta a falha relatada pelos moradores, que em tese está impedindo algumas residências de ligarem às redes de coleta da empresa. Tais redes estariam à cima do nível das instalações sanitárias das casas. Além do poder público estadual, através da Diretoria de Gestão das Denúncias Ambientais, fiscalizar e identificar os moradores que lançam irregularmente os efluentes diretamente no córrego e também na rede de drenagem pluvial.

Como sugestão para o atual quadro apresentado, a minha proposta é que a Copasa faça o trabalho de interceptação dos efluentes lançados de forma difusa e pontual no córrego. Paralelamente a essa ação, realizar intervenções de bioengenharia dentro do leito do córrego através do uso da gramínea Vetiver (*Vetiveriazizanioides*) para o tratamento da água poluída. Intervenções muito eficazes na redução dos poluentes e mais viáveis economicamente, se comparados com obras da engenharia tradicional (TRUONG; VAN; PINNERS, 2008; PEREIRA, 2006). O intuito é obter resultados de despoluição da água de forma mais imediata, enquanto ainda estabelece o trabalho de interceptação dos esgotos.

Além da revitalização das margens do córrego com o aumento da quantidade de espécies arbóreas e intervenções para construção do acesso das moradias em alguns trechos, de preferência prezando por pisos permeáveis, minimizando assim os impactos no entorno do córrego Ponte Queimada.

REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Arquivos digitais**: bacias hidrográficas brasileiras. Brasília, 2001. Disponível em <http://goo.gl/ufntVT>. Acesso em: 20 mai. 2015.

ASSIS, C. M. **Percepção sobre os impactos ambientais no entorno da sub-bacia do médio Cercadinho em Belo Horizonte.** In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 5º, 2014, Belo Horizonte. Disponível em <http://goo.gl/vfRkei>. Acesso em: 28 out. 2014.

BARROS, M. T. L. Drenagem urbana: bases conceituais e planejamento. In: PHILIPPI JR., A. **Saneamento, saúde e ambiente:** fundamentos para um desenvolvimento sustentável. 3ª Ed. Barueri – SP: Manole, 2005. Cap. 7. Pg. 221 – 265. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Núcleo de Informações em Saúde Ambiental. ISBN 85-204-2188-1

BOLLMANN, H. A.; MARQUES, D. M. L. da M. **Influência da densidade populacional nas relações entre matéria orgânica carbonácea, nitrogênio e fósforo em rios urbanos situados em áreas com baixa cobertura sanitária.** Eng. Sanit. Ambient., v. 11, Nº 4, 343 – 352, out/dez. 2006. Disponível em <http://goo.gl/EC58OC>. Acesso em: 18 out. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução Nº 357, de 17 de Março de 2005**. Brasília, 17 mar. 2005.

BRILHANTE, O. M. Gestão e avaliação da poluição, impacto e risco na saúde ambiental. In: BRILHANTE, O. M.; CALDAS, L. Q. A. (Coord.). **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1999. Disponível em <http://goo.gl/lKgh8c>. Acesso em 20 out. 2014. 155p. ISBN 85-85676-56-6.

CBH-VELHAS – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. **Shapefile bacia do Rio das Velhas e da bacia do Arrudas.** Belo Horizonte: CBH-Velhas, 2015. Contato: Élio Domingos Neto, e-mail: elio.domingos@cbhvelhas.org.br

DC – JORNAL DIÁRIO DO COMÉRCIO. **Rio São Francisco pode morrer em um ano, alerta especialista.** Belo Horizonte: Jornal Diário do Comércio, 2015. Disponível em <http://goo.gl/rn4TyO>. Acesso em 25 mai. 2015.

EM – JORNAL ESTADO DE MINAS. **Região Metropolitana de BH sente os reflexos da escassez de chuva que vem desde 2014.** Belo Horizonte: Jornal Estado de Minas, 2015. Disponível em <http://goo.gl/Hu2XfW>. Acessoem 20 abr. 2015.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Towards a water and food secure future:** Critical perspectives for policy-makers. Roma: FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015. Disponível em <http://goo.gl/BieIMO>. Acesso em 20 mai. 2015.

FOLHA – FOLHA DE SÃO PAULO. **Falta de água atinge 71% em SP; no país, 39% ficaram sem luz.** Brasília: Jornal Folha de São Paulo, 2015. Disponível em: <http://goo.gl/euD3gi>. Acesso em: 25 mai. 2015.

HELLER, L. Abastecimento de água, sociedade e ambiente. IN: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. ISBN: 85-7041-516-8

HERMES, L. C.; SILVA, A. de S. **Avaliação da qualidade das águas – Manual prático.** EMBRAPA: 2004, p. 3-55. ISBN 85-7383-229-0.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** Campinas: Editora Átomo, 2010. 3ª Ed. ISBN 978.85.7670.165.1

MG – MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental e Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais – COPAM/CERH-MG. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG Nº 01, de 05 de maio de 2008.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Minas Gerais, 2008.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. **Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano.** SCIELO – Scientific Eletronic Library Online, 2008. Disponível em <http://goo.gl/LvvpUY>. Acesso em: 28 out. 2014.

ONUBR – NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Demanda por água disparará 55% entre a população mundial até 2050, alerta FAO.** Brasil: ONUBR – Nações Unidas no Brasil, 2015. Disponível em: <http://goo.gl/6gXX4o>. Acesso em 25 mai. 2015.

PEREIRA, A. R. **Uso do Vetiver na estabilização de taludes e encostas.** Belo Horizonte: Deflor Bioengenharia, 2006. Boletim Técnico, ano 01, nº 003, set. 2006. Disponível em <http://goo.gl/YryHXg>. Acesso em: 12 mai. 2015.

PHILIPPI JR., A.; MARTINS, G. Águas de abastecimento. In: PHILIPPI JR., A. **Saneamento, saúde e ambiente:** fundamentos para um desenvolvimento sustentável. 3ª Ed. Barueri – SP: Manole, 2005. Cap. 5. Pg. 117 – 180. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Núcleo de Informações em Saúde Ambiental. ISBN 85-204-2188-1

PRESSE, F. **Para ONU, agora é a hora de agir contra iminente crise da água.** Brasília: Jornal Correio Braziliense, 2015. Disponível em <http://goo.gl/mtNI1y>. Acesso em: 26 mai. 2015.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. ISBN 978.85.86238.79.6

SILVEIRA, R. B.; HELLER, L.; REZENDE, S. **Identificando correntes teóricas de planejamento:** uma avaliação do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Rev. Adm.

Pública, Rio de Janeiro, v. 47, nº 3, 601 – 622, mai/jun. 2013. Disponível em <http://goo.gl/TqJyWz>. Acesso em: 31 mai. 2015.

SOTTORIVA, E. M.; GARCIAS, C. M. **Poluição difusa urbana por compostos inorgânicos:** avaliação da contribuição dos componentes do amianto presente nas telhas de fibrocimento e nos freios de veículos.Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 89-97, jul./set. 2011. Disponível em <http://goo.gl/6uZXHb>. Acesso em: 30 out. 2014.

TOMAZ, P. **Poluição difusa.** São Paulo: Navegar Editora, 2006.

TRUONG, P.; VAN, T. T.; PINNERS, E. **Sistema de aplicação Vetiver:**comprovadas soluções verdes para o meio ambiente. 2ª ed. USA: Rede Internacional de Vetiver, 2008. Disponível em <http://goo.gl/4YjPhQ>. Acesso em: 20 mai. 2015.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas: interface no gerenciamento. In: PHILIPPI JR., A. **Saneamento, saúde e ambiente:** fundamentos para um desenvolvimento sustentável. 3ª Ed. Barueri – SP: Manole, 2005. Cap. 10. Pg. 375 – 411. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Núcleo de Informações em Saúde Ambiental. ISBN 85-204-2188-1

UFV – UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Contorno do Estado De Minas Gerais (MG. TAB):** metadados. Viçosa: Departamento de Informática-UFV, 2011. Disponível em <http://goo.gl/YuPyNq>. Acessoem: 20 mai. 2015.

UN – UNITED NATIONS. **Statement: Secretary-General's message on the International Day for Biological Diversity.**New York, ONU, 2013. Disponível em <http://goo.gl/E2QUFA>. Acesso em: 20 abr. 2015.

VON SPERLING, E. **Afinal, quanta água temos no planeta?** RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 11, Nº 4, 189 – 199, out/dez., 2006. Disponível em <https://goo.gl/dxLv7d>. Acesso em: 01 jun. 2015. ISSN 2318-0331.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3ª ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/ UFMG, 2005. ISBN 85-7041-114-6.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS, MECÂNICAS E TÉRMICAS DE TELHAS DE CONCRETO FABRICADAS COM ADIÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS ISOLANTES

FLÁVIO ALVES DAMASCENO[1], OTÁVIO ASSUNÇÃO PEITO MACEDO[2], CARLOS EDUARDO ALVES OLIVEIRA[3], NÚBIA CAMPOS E SOUSA[4], LEONARDO SCHIASSI[5], GABRIEL CHAVES MOREIRA[6]

[1] Prof. Dr., Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1481, flavio.damasceno@deg.ufla.br
[2] Graduando em Engenharia Agrícola, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829-1481, carlos.oliveira@engagricola.ufla.br
[3] Engenheiro Agrícola, (35) 3829-1481, otavio@agricola.eng.br
[4] Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1481, nubinhacampos18@gmail.com
[5] Prof. Dr., Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1481, leonardo.schiassi@deg.ufla.br
[6] Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-1481, gabrielchaves01@hotmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar o efeito do uso de diferentes tipos e composições de materiais com características isolantes na confecção de telhas de concreto, com o propósito de melhorar as propriedades físicas, mecânicas e térmicas das telhas. Foram confeccionados cinco tipos de telhas de concreto, pela adição de diferentes tipos de materiais com características isolantes à composição da telha, sendo: vermiculita em proporções de 5% (TAV5) e 10% (TAV10), poliestireno em proporções de 5% (TAI5) e aditivo incorporador de ar em proporções de 5% (TAA5). Estas telhas foram comparadas com a telha de concreto normal (TAN). Os tratamentos testados foram comparados aos dados obtidos da telha testemunha (TAN) e avaliados com base nos critérios mínimos estabelecidos pela NBR 13.858:2 (ABNT, 2009). Testes foram realizados para verificar as propriedades físicas (dimensões, absorção de água e permeabilidade), mecânicas (resistência à ruptura por flexão) e térmicas das telhas de concreto. Com base nos resultados das propriedades físicas, todos os tratamentos testados atenderam aos requisitos exigidos pela norma pertinente no país. No ensaio de flexão, em todos os tratamentos a carga de ruptura à flexão foi inferior ao mínimo recomendado.
PALAVRAS–CHAVE: telhado, material de construção, transferência de calor, construções rurais.

STUDY OF PHYSICAL, MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES OF CONCRETE ROOF TILES MADE FROM DIFFERENT ADDITION INSULATING MATERIALS

ABSTRACT: The objective of the present study was to evaluate the effect of using different types and compositions of materials with insulating characteristics in the production of concrete tiles, in order to improve the physical, mechanical and thermal characteristics of the tiles. Five types of concrete roof tiles were prepared by adding materials with different insulating characteristics to the composition: vermiculite in proportions of 5% (TAV5) and 10% (TAV10), polystyrene in proportions of 5% (TAI5) and additive incorporated with the air in proportions of 5% (TAA5). These tiles were compared with usual concrete tile (TAN). The treatments were compared to data obtained from the reference tile (TAN) and evaluated based on the minimal criteria established by the NBR 13.858:2 (ABNT, 2009). Tests were performed to verify the physical properties (dimensions, water absorption and permeability), mechanical (flexural strength at break) and thermal properties of the concrete tiles. Based on the results of the physical properties, all

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

treatments tested met the requirements of the relevant standard in the country. In the bending test, in all treatments flexural load at break was lower than the minimum recommended
KEYWORDS: roof tiles, building material, heat transfer, rural buildings.

INTRODUÇÃO

Em países com clima tropical e subtropical, como é o caso do Brasil, com temperaturas elevadas de verão e intensa radiação, os materiais a serem utilizados para a confecção das coberturas devem permitir bom isolamento térmico para que o ambiente interno das instalações seja menos influenciável pela variação climática (Abreu et al., 2001).

A cobertura mais utilizada nas instalações animais brasileiras é a de cimento amianto, por apresentar facilidades de instalação, manutenção e limpeza, além do custo inferior, quando comparada com telhas de barro e alumínio (Moraes et al., 1999). Essas ainda podem ser associadas a outros métodos para diminuir a temperatura dentro da instalação, tais como pintura reflexiva e aspersão na face externa. Recentemente, tem sido utilizada telhas de concreto em instalações animais brasileiras por apresentar maior resistência e durabilidade.

As telhas de concreto são componentes para cobertura com forma retangular e perfil geralmente ondulado, composto de cimento, agregado miúdo e água, podendo conter aditivos, fornecidas nas cores naturais ou coloridas pela adição de pigmento à massa ou pela aplicação de uma camada superficial. Assim, quando comparadas com telhas de cerâmica simples, as telhas de concreto apresentam aproximadamente mesmo peso.

Atualmente, as telhas de concreto estão sendo empregadas mundialmente, devido sua praticidade, estética e durabilidade. A telha de concreto apesar do nome é na verdade um artefato de cimento feito com um concreto específico que possui características próprias para confecção das telhas. É constituída somente por aglomerante, agregado miúdo, aditivo químico e água (Pimentel, 2000).

De acordo com Peixoto (2004) e John & Tomas (1994), como vantagens, as telhas de concreto apresentam boa resistência mecânica; são duráveis e de fácil manuseio; oferece opções de cores; são resistentes as ações das intempéries; apresentam um conjunto de peças complementares para acabamento nas diversas partes do telhado e apresentam baixo índice de absorção de água. Por outro lado, destacam-se como desvantagens o peso elevado, alta porosidade, o que a torna suscetível a umidade, necessitando de uma limpeza ao menos uma vez ao ano.

Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho, analisar as propriedades físicas, mecânicas e térmicas de telhas de concreto confeccionadas com diferentes tipos e composições de materiais, comparando os resultados obtidos com os critérios mínimos estabelecidos pela norma brasileira NBR 13858:2 (ABNT, 2009).

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste estudo, confeccionou-se cerca de 300 telhas de concreto com diferentes tipos e composições de materiais com o propósito de melhoria nas propriedades físicas, mecânicas e térmicas destas telhas.

As telhas foram confeccionadas diretamente na fábrica de telhas, situada no município de Rondonópolis e transportadas para o Laboratório de Materiais da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus Rondonópolis-MT (latitude de 16º01’ S de latitude, 49º48’ W de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

longitude, 722 m de altitude e pressão atmosférica de 929 hPa), para posteriormente realizar os ensaios, conforme recomendado pela NBR 13.858:2 (ABNT, 1997).

Neste estudo os tratamentos foram assim constituídos: TAN - telha de concreto normal (testemunha); TAV5 - telha de concreto com 5% de vermiculita; TAV10 - telha de concreto com 10% vermiculita; TAA5 - telha de concreto com aditivo incorporador de ar na proporção de 5%; e TAI5 - telha de concreto com 5% de poliestireno.

a) Processo de fabricação das telhas de concreto

O processo de fabricação das telhas de concreto seguiu a metodologia empregada por Hans & Schulz (1993) e foi compreendido em: a) cálculo da quantidade de materiais; b) preparação do concreto; c) moldagem; d) processo de cura; e) desforma; e e) estocagem.

Primeiramente, determinou-se a quantidade de materiais (vermiculita, poliestireno ou aditivo incorporador de ar) que foi incorporado à concreto para fabricação das telhas em cada tratamento. Assim, nos tratamentos com vermiculita (TAV5 e TAV10) e poliestireno (TAI5), determinou-se o volume médio ocupado pela areia fina e seca presente no concreto para confecção da telha. Neste caso, o traço utilizado foi de 1:3,5 (cimento e areia fina) e considerando que a massa unitária da areia fina e seca é igual a 1,5 kg L^{-1}, estimou-se o volume total ocupado pela areia (Vareia) por meio da Equação 1:

$$V_{areia} = \frac{M_{areia}}{MU_{areia}} \quad (1)$$

Em que, M_{areia} é a massa da areia, em kg; e MU_{areia} é a massa unitária da areia, em kg L^{-1}.

No tratamento TAA5, utilizou-se um aditivo incorporador de ar, desenvolvido para uso em concretos em geral. A quantidade de aditivo utilizada no traço do concreto das telhas produzidas manteve-se dentro da faixa especificada pelo fabricante, ou seja, para cada 100 kg de cimento, 40 ml de aditivo foram adicionados.

b) Avaliação das propriedades físicas

As propriedades físicas (dimensões, peso, permeabilidade e absorção de água) foram determinadas de acordo com a norma NBR-13858-2 (1997), para telhas de concreto.

O ensaio de permeabilidade consistiu em submeter a telha a uma coluna d'água de 250 mm pelo período de 24 horas, seguido da observação visual de umidade na sua face oposta. Para fixação e vedação dos tubos de PVC, utilizou-se silicone na base dos tubos.

Para determinação da absorção de água, as telhas foram imersas numa caixa d'água de 500 L por 24 horas, posteriormente deixou-se escorrer o excesso de água por 1 minuto. Em seguida, as telhas foram colocadas na estufa a 105°C por 24 horas. Com uma balança digital com resolução de 0,01 kg, mediu-se o peso das telhas antes e após a secagem à temperatura ambiente. Determinou-se a absorção da água pela telha (Abs, em %) conforme descrito pela equação 2.

$$A_{bs} = \frac{P_{sat} - P_s}{P_{sat}} \cdot 100 \quad (2)$$

Em que, P_{sat} é o peso saturado (kg); e P_s é o peso seco (kg).

Para determinação das dimensões das telhas de concreto, cinco telhas de cada tratamento foram selecionadas aleatoriamente. A largura e comprimento foram medidas com auxílio de uma régua graduada de plástico transparente. A espessura das telhas foi medida com auxílio de um micrometro externo (0-25mm).

c) Avaliação das propriedades mecânicas

Para o teste das propriedades mecânicas, adotou-se teste de flexão, utilizando-se uma

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

máquina universal de ensaios. Esta máquina de ensaio permitiu o controle da velocidade de aplicação da carga, o que facilitou os ensaios. Neste estudo, as telhas foram previamente imersas em água por 24 horas. A finalização do ensaio ocorreu ao ser constatado a ruptura da telha. Neste teste, foi verificada a resistência à flexão das telhas aos 7, 14, 21 e 28 dias de cura. Os procedimentos foram realizados obedecendo-se a NBR 13858:2 (1997), aplicando-se uma carga centralizada, progressiva não excedendo a velocidade de carregamento de 1,0 ± 1,0 mm/min.

d) Avaliação das propriedades térmicas

Para a avaliação das propriedades térmicas das telhas de concreto, construiu-se uma caixa de madeira com comprimento de 0,95 m, largura de 0,35 m altura de 0,15 m e espessura de 0,02 m. Cinco lâmpadas incandescentes (127 volts e 15 watts cada) foram instaladas em série e distribuídas uniformemente no fundo da caixa de madeira. Um controlador de tensão do tipo dimmer foi instalado para controlar a potência das lâmpadas, permitindo assim, controlar a temperatura no interior da caixa.

Toda parte interna da caixa de madeira foi coberta com papel alumínio para refletir a radiação gerada pelas lâmpadas. Uma placa metálica pintada de preto fosco foi colocada acima das lâmpadas de modo a distribuir mais uniforme o calor gerado pelas lâmpadas.

Para cada tratamento testado, duas telhas de concreto foram colocadas sobre a caixa de madeira. Para evitar a fuga de calor, as frestas entre as telhas e a caixa foram fechadas por fita autoadesiva com membrana asfáltica impermeável.

Em cada telha foram colocados quatro sensores de temperatura (precisão ± 0,2°C), sendo dois na parte superior e dois na parte interna da caixa conectados a sensores/registradores com 4 canais (precisão ± 0,2°C). Os sensores/registradores foram configurados para coletar dados de temperatura a cada 1 minuto, durante 24 horas. Um computador foi utilizado para configurar e monitorar a temperatura dentro e fora da caixa.

Para avaliação da temperatura superficial das telhas, imagens reais e termográfica da superfície inferior das telhas foram coletadas a cada hora, por meio de uma câmera térmica (precisão ± 2°C).

e) Delineamento experimental e análise estatística

As análises estatísticas dos dados das propriedades físicas, bem como as propriedades mecânica e térmicas, foram realizadas utilizando-se o programa computacional SISVAR, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (Ferreira, 2000), aplicando-se o teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os tratamentos quando submetidos ao ensaio para verificação da permeabilidade não apresentaram formação de gotas em sua face inferior e aparecimento de manchas de umidade, conforme o recomendado pela NBR 13.858:2 (1997), onde a telha não deve apresentar vazamentos ou formação de gotas em sua face inferior, sendo tolerado apenas o aparecimento de manchas de umidade.

Na Figura 1 tem-se os valores médios da água absorvida em cada tratamento testado. Não houve diferença significativa em relação à água absorvida dentre os tratamentos testados ($p > 0,05$; Scott-Knott). Assim, observa-se que todos os tratamentos testados atenderam à exigência recomendada pela NBR 13.858:2 (1997) referente à absorção de água, que deve ser no máximo de 10%.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

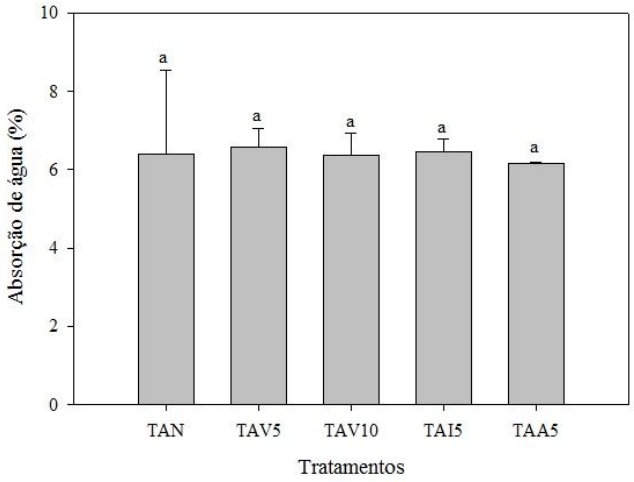
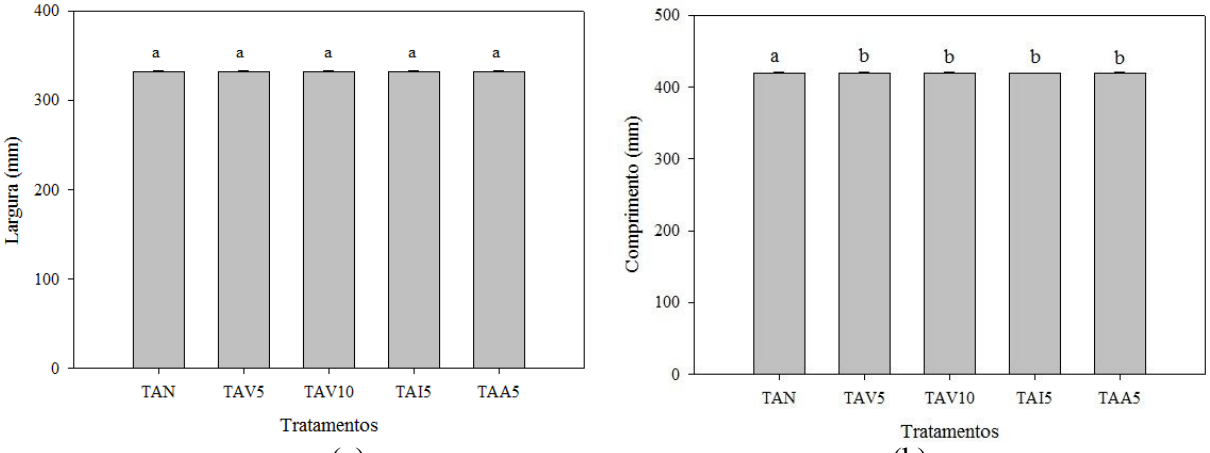


Figura 1. Valores médios e desvios-padrão da porcentagem de absorção de água pelas telhas de concreto para os diversos tratamentos testados. Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Na Figura 2a, tem-se os valores médios e desvios-padrões referentes à largura das telhas de concreto para os diversos tratamentos testados e período avaliado. Não foi observada diferença estatística entre as variáveis relacionadas às larguras médias para os diferentes tipos de materiais isolantes testados e para o período avaliado ($p > 0,05$; Scott-Knott). A largura média dos tratamentos testados variou entre 332,1 a 332,6 mm. Estes valores estão ligeiramente acima da largura máxima recomendada pela NBR 13.858-2 (1997) que é de 330 mm.

Na Figura 2b, estão apresentados os valores médios para os comprimentos médios associados a cada tratamento e ao período avaliado. Pode-se observar na Figura 2b que o comprimento médio dos tratamentos TAN foi estatisticamente maior ($p < 0,05$; Scott-Knott). Os valores médios do comprimento nos dias 7 e 14, foram estatisticamente maiores ($p < 0,05$; Scott-Knott). O comprimento dos tratamentos estudados apresentou valor próximo ao limite recomendado pela NBR 13858:2 (1997) que é de 420 mm.



(a) (b)

Figura 2. Valores médios e desvios-padrão da (a) largura e (b) comprimento das telhas de concreto para os diversos tratamentos testados. Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Pela Figura 3, verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$; Scott-Knott) entre os valores dos pesos das telhas de concreto nos diferentes tipos de materiais isolantes. O peso do tratamento TAV10, TAI5 e TAN foram estatisticamente superiores aos pesos dos demais tratamentos testados. Os tratamentos TAV5 e TAA5 foram estatisticamente inferiores a todos os demais quanto ao peso das telhas pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

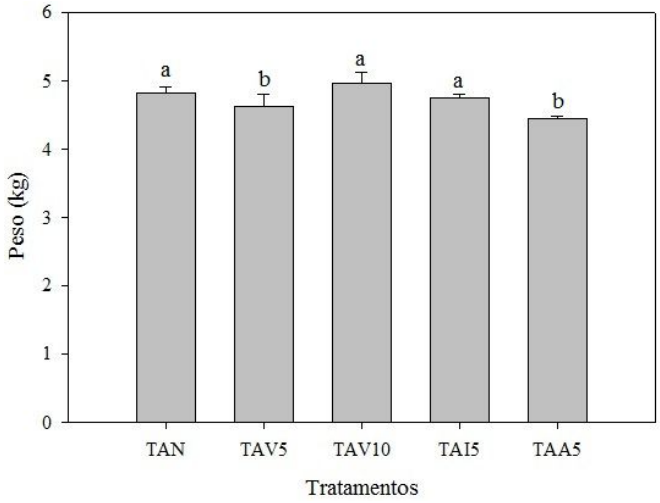


Figura 3. Valores médios e desvios-padrão do peso das telhas para os diversos tratamentos testados. Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A Figura 4 ilustra curvas de carga x deformação do ensaio de ruptura à flexão, para telhas de concreto produzidas com diferentes materiais com características isolantes. No geral, observa-se que o comportamento da resistência à flexão do tratamento TAV5, não sofreu alteração significativa no comportamento da curva quando comparado com os outros tratamentos testados.

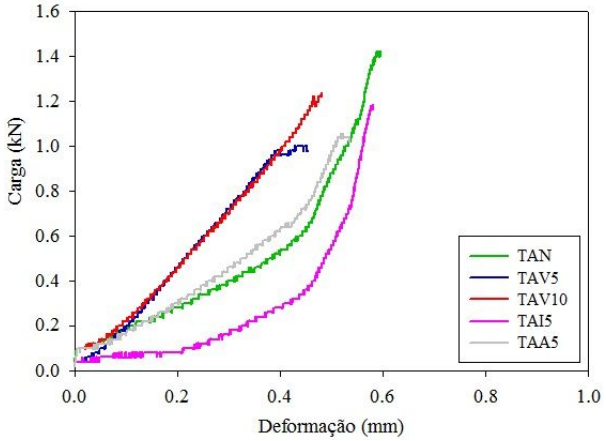


Figura 4. Curvas de comportamentos da flexão x deformação durante os períodos de cura para 28 dias.

Na Figura 5 tem-se o gradiente de temperatura entre a superfície superior e inferior dos tratamentos testados ao longo de período avaliado. A interação tratamento x tempo foi significativa para todas as variáveis ($p < 0,05$). Observa-se que o sentido do fluxo de calor foi positivo e ascendente, ou seja, da superfície superior para a inferior da telha, para todos os tratamentos

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

avaliados, significando que as telhas na superfície superior aqueceram mais que na superfície superior.

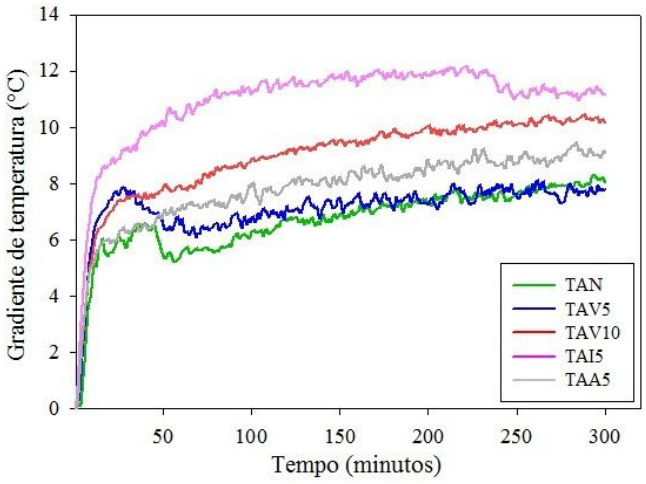


Figura 5. Gradiente médio entre a temperatura da superfície externa e interna dos tratamentos testados.

CONCLUSÕES

Nos requisitos relacionados às propriedades físicas, todas as amostras de telhas de concreto com diferentes materiais com características isolantes analisadas atenderam aos requisitos exigidos pela norma brasileira - NBR 13.858:2 (1997).

Para as propriedades mecânicas das telhas de concreto estudadas, observou-se que a utilização dos materiais com características isolantes, influíram negativamente na resistência à flexão, sendo que a vermiculita e o aditivo incorporador de ar exerceu ao longo do período avaliado, uma maior influência.

A incorporação de materiais com características isolantes em telhas de concreto apresentou boa eficiência, podendo apresentar melhor eficiência no conforto térmico de instalações para criação animal. Deste modo, os menores valores de temperatura das superfícies das telhas não significam, necessariamente, conforto térmico dos animais, condição esta que deve ser confirmada medindo-se a carga térmica de radiação recebida pelos animais sob essas coberturas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro ao projeto.

REFERÊNCIAS

Abreu, P. G.; Abreu, V. M.; Coldebella, A.; Lopes, L.; Conceição, V.; Tomazelli, I. 2011. Análise termográfica da temperatura superficial de telhas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,v.15, n.11, p.1193-1198, Campina Grande.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2009. NBR 13858:2 – Telhas de concreto – Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT.

Ferreira, D. F. 2000. SISVAR - Sistema de análise estatística para dados balanceados. Lavras: UFLA/DEX.

Hans, E.; Schulz, J. B. 1993. Method for producing concrete roof tiles. Patente dos EUA US5223200 A.

John, F.; Thomas, S. W. F. 2005. Concrete roof tile. Patente dos EUA USD348317 S, 28 de junho de 1994.

Moraes, S. R. P.; Tinôco, I. F. F.; Baeta, F. C.; Cecon, P. R. 1999. Conforto térmico em galpões avícolas, sob coberturas de cimento-amianto e suas diferentes associações. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.3, p.89-92.

Peixoto, R. A. F. Desenvolvimento de placas de concreto leve de argila expandida aplicadas a coberturas de instalações para produção animal. 2004. 157 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Pimentel, L. L. 2000. Telhas onduladas à base de cimento portland e resíduos de Pinus caribaea. 2000. 67 f. Dissertação (Mestrado em em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DE CASO: ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE UMA EDIFICAÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL E EM CONCRETO ARMADO

RENATA CARDOSO LEITÃO[1], RENAN GOMES DA SILVA[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO NETO[4]

[1] Graduanda em Engenharia de Produção, Fundação Presidente Antônio Carlos, (32)9952-4712, renatacardosoleitao@gmail.com
[2] Bacharel em Engenharia Civil, Fundação Presidente Antônio Carlos,
[3] Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, israeliasbik@gmail.com
[4] Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamato@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Diante do crescimento do setor da construção civil, estas se viram na necessidade de buscar tecnologias para a implementação de novos processos construtivos para se destacarem no mercado nacional. Muitos sistemas construtivos têm surgido, entretanto existem alguns como a alvenaria estrutural que muitas vezes não são empregados pelo fato de não se ter conhecimento econômico sobre este método. O objetivo deste trabalho é comparar economicamente a alvenaria estrutural com o sistema convencional. Será adotado para análise detalhada deste trabalho um bloco composto por oito apartamentos divididos em dois pavimentos, com uma área de 50,62 m² por apartamento que resulta em 404,96m² por bloco. Para isso foram elaborados projetos e análises estruturais do edifício em estudo com ambos os métodos, o que deu subsídios para o levantamento de materiais e de mão de obra dos subsistemas que representam a maior parcela do custo global da obra. Todo o conteúdo aqui expresso foi baseado em dados e planilhas elaborados pelo próprio autor para a tomada de decisão entre qual método seria executado o empreendimento. Com a realização do estudo, observou-se que a construção em alvenaria estrutural apresentou uma grande economia de materiais e mão de obra empregados em relação ao sistema de concreto armado, gerando uma redução de custos de 38,6%, podendo concluir que para edifícios semelhantes ao edifício estudado a alvenaria estrutural se apresenta mais economicamente viável que o sistema convencional.
PALAVRAS–CHAVE: Comparação Econômica, Alvenaria Estrutural, Empreendimento.

CASE STUDY: A COMPARATIVE ANALYSIS OF COSTS OF A BUILDING MASONRY STRUCTURAL AND REINFORCING CONCRETE

ABSTRACT: Before the growth of the construction sector, they saw the need to seek technologies for implementation of new construction processes to Excel on the national market. Many constructive systems have emerged, however there are some structural masonry that often are not employed because they do not have economic knowledge about this method. The aim of this study is to compare the structural masonry with the conventional system. Will be adopted for detailed analysis of this work a block consisting of eight apartments divided into two floors with an area of 50.62 m ² per room which results in 404, 96 m ² per block. For this project were elaborated and structural analyses of the building in study with both methods, which gave grants to the survey

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

materials and workmanship of the subsystems that represent the largest portion of the overall cost of the work. All content here expressed was based on data and spreadsheets prepared by the author himself for taking decision between which method would be to run the venture. With the completion of the study, it was observed that the structural masonry construction presented a great economy of materials and labor used in reinforced concrete system, generating a cost reduction of 38.6, and may conclude that for similar buildings the building studied structural masonry features more economically viable than the conventional system.
KEYWORDS: Economic Comparison, Structural Masonry, Enterprise.

INTRODUÇÃO

O enorme crescimento do setor da construção civil no cenário nacional criou uma acirrada concorrência entre empresas do ramo e diante disto estas se viram na necessidade de buscar novos métodos e processos construtivos, além do método convencional em concreto armado, e com isto minimizar custos, destacando-se cada vez mais no mercado. Dentre estas novas técnicas construtivas a execução de edificações em alvenaria estrutural vem se mostrando como uma boa opção.

A alvenaria estrutural vem se mostrando ao longo dos últimos anos como um excelente método construtivo, bem como seus altos índices de economia e produtividade, e também mostrar as vantagens que o mesmo trouxe ao empreendimento.

Dito por Sabbatini (1989) a alvenaria pode ter função estrutural, ou não. Tem como responsabilidade suportar a estrutura da construção a qual faz parte. Quando utilizada na engenharia, a alvenaria estrutural deve ser dimensionada por métodos de cálculos precisos.

O objetivo deste trabalho é analisar e comparar os custos de execução de uma obra em alvenaria estrutural em relação ao concreto armado, ressaltando as vantagens e desvantagens da alvenaria em relação ao concreto armado, assim como a importância e a relevância de se analisar outras opções construtivas além do tradicional, explicando um pouco sobre o processo construtivo, particularidades, demonstrar as considerações em literaturas, ponderações, pontos de vista e abordagens para cada método construtivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Todo conteúdo aqui expresso é baseado em revisão de literaturas, normas da ABNT e no estudo de caso de um edifício hoteleiro, situado na cidade de Matias Barbosa do estado de Minas Gerais. Será adotado para análise detalhada um dos nove blocos da área de acomodações do hotel. Sendo cada bloco composto por oito apartamentos divididos em dois pavimentos, com uma área de 50,62 m² por apartamento que resulta em 404,96m² por bloco.

Foram apresentados dois esquemas para a execução dos blocos de acomodações do hotel, sendo um em alvenaria estrutural e o outro pelo método convencional em concreto armado. Então foi solicitado as equipes competentes todos os projetos, orçamentos e etapas de execução de cada processo construtivo.

Durante os levantamentos foram encontradas vantagens e desvantagens de ambos e após os estudos e análises dos resultados, obteve-se uma melhor visão de cada sistema construtivo, visões estas que serão explicadas sobre cada método a seguir.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Concreto armado

O sistema construtivo em concreto armado foi o primeiro a ser levantado como opção para o projeto, por ser um processo dominado pela empresa administradora do empreendimento, que tem vasta experiência na construção de grandes obras com este sistema.

No cenário atual, o que é visto, é a absoluta predominância do concreto armado. Ao longo de muitos anos, este método é empregado e com isso foram criadas raízes que fazem com que apesar de muitas vezes não ser a escolha mais barata, acabe se tornando a opção construtiva na maioria dos empreendimentos, além disso conta com a vantagem de captação de mão de obra, pois é fato que na sua grande maioria os profissionais hoje atuantes dominam o método construtivo e, muitas vezes estes, por possuírem baixo nível educacional, se negam a aprender e a se capacitarem em outras técnicas construtivas.

A infraestrutura é executada na etapa inicial de fundação da obra, ou seja, tudo aquilo que fica abaixo do solo, neste caso foi acusado no relatório de sondagem do solo a cravação de estacas protendidas, por se tratar de um local de solo úmido. Além das estacas é realizado ainda nesta etapa parte dos blocos de coroamento.

A mesoestrutura é implantada entre a fundação e o início da estrutura de fato, esta etapa é feita logo após a infraestrutura entre o solo e o nível zero de acesso, neste caso, parte dos blocos de coroamento, vigas baldrame e lajes de fundação.

A super-estrtura é a edificação propriamente dita, toda parte a vista da construção, composta por pilares, vigas e lajes de estrutura.

O dimensionamento das etapas mencionadas acima deve atender todas as normas e índices de segurança, afim de que se anule a possibilidade de ruína da mesma, daí a importância de um engenheiro qualificado, tanto na parte de execução, quanto para o dimensionamento da estrutura.

A estrutura em concreto armado apresentou vantagens ante a alvenaria estrutural, como a possibilidade de remoção de paredes, separação de execução das partes hidráulica e elétrica, a utilização de artefatos pré-moldados, como vergas e contravergas.

Entretanto o empecilho maior que seria encontrado para o impedimento deste método em estudo aconteceu na parte de fundação do hotel, como a já dito o solo do local apresenta lençol freático muito próximo a superfície, devido ao aterro feito no local de lagos do terreno, e na sondagem de solo foi apontada a cravação de estaca protendida, a principal dificuldade na execução da mesma é a entrada de um bate-estaca para cravação das estacas na área dos blocos, devido à dificuldade de locomoção de equipamentos de grande porte nas áreas de uso do resort, além do custo que seria mais elevado, tanto nesta etapa de fundações, quanto em outros pontos que serão mostrados nos resultados deste trabalho.

Deve-se alertar que toda a parte de dimensionamento da estrutura em concreto armado foi feita de forma prévia pelos engenheiros responsáveis da administradora do empreendimento, e com base nestes dados, todos os levantamentos necessários.

Alvenaria Estrutural

Após deparar-se com alguns problemas que traria o processo em concreto armado, a opção sugerida foi a execução em alvenaria estrutural, o que foi um desafio para todos os envolvidos no projeto por ser a primeira obra na qual todos se envolveriam com a aplicação de tal método.

A alvenaria estrutural é um processo construtivo no qual as paredes têm função estrutural, resistindo à aplicação de cargas verticais e laterais. Tais cargas verticais são devidas ao peso próprio da estrutura e à sobrecarga, sendo que as cargas laterais devem-se à atuação do vento e a um possível desaprumo da edificação. A transmissão das cargas até a fundação se dá pelas paredes, que passam a desempenhar uma nova função, diferente da alvenaria convencional, a qual é utilizada

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

como elemento de vedação. A remoção de qualquer parede fica sujeita à análise e execução de reforços.

A alvenaria estrutural surgiu como uma boa opção para o empreendimento por ser executa sob um radier reforçado, sem a necessidade de fundações profundas, além das lajes que passaram a ser pré-moldadas, gerando grande economia, tanto na compra de matérias quanto na execução dos serviços pela mão de obra. Pelo fato da laje ser composta em parte por isopor, todo o escoramento foi reduzido, além de grande redução de concreto e aço em comparativo com a laje maciça exigida pela estrutura em concreto armado, dentre outras vantagens daí em diante observadas e agregadas ao modal.

Na criação de uma edificação em alvenaria estrutural é de suma importância o entrosamento entre Arquiteto e Engenheiro Calculista, objetivando o melhor empreendimento sem deixar deficiência em outras funções importantes, como: vedação, instalações hidráulicas, elétricas, telefônicas, isolamento térmico e acústico.

O projeto arquitetônico em alvenaria estrutural será mais econômico conforme as repetições em que as paredes forem coincidentes nos demais pavimentos.

As maiores vantagens da alvenaria estrutural segundo Bonacheski (2006) em relação aos processos tradicionais são:

- Economia de madeira para fôrmas;
- Redução de concreto e ferragens;
- Redução na mão de obra de carpintaria e armação;
- Facilidade no treinamento da mão de obra;
- Maior rapidez e facilidade na execução;
- Menor número de funcionários; Maior resistência ao fogo;
- Isolamento térmico e acústico;

As desvantagens da alvenaria estrutural de acordo com Bonacheski (2006) são:

- As paredes portantes não podem ser removidas sem ser substituída por outro elemento com mesma função;
- Depois de executada, a estrutura arquitetônica não pode ser modificada;
- Restrição no projeto arquitetônico;
- Os vãos livres são limitados;
- Colocação de juntas de controle e dilatação a cada 15m.

Dessa forma, esse método proporciona uma melhor organização do canteiro de obras, eliminando etapas construtivas como execução de pilares e vigas, obtendo-se também um tempo e custo reduzidos para a execução do empreendimento. Por isso, a aplicação desse método construtivo está sendo utilizada por diversas construtoras, buscando sempre a qualidade tecnológica associada à alvenaria estrutural.

Métodos de cálculo

Por falta de uma norma específica para o cálculo da alvenaria estrutural em blocos cerâmicos, para o cálculo destas estruturas também se utiliza a NBR 10837, que aborda as normas para alvenaria estrutural em blocos de concreto.

Segundo os preceitos da NBR 10837 (ABNT, 1989), que adota o Método das Tensões Admissíveis para o dimensionamento das peças estruturais de alvenaria.

Neste este processo, as tensões oriundas das solicitações acidentais e permanentes da estrutura, não devem ultrapassar as tensões admissíveis dos materiais. Estas tensões admissíveis serão consideradas a partir dos parâmetros de resistência dos prismas, que se trata de um conjunto

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

formado por dois blocos estruturais unidos por argamassa, material que deverá ser fabricado para resistir a mesma tensão dos blocos especificado em projeto, no caso deste projeto em analise o valor de 7Mpa.

De acordo com Melo (2009), as tensões solicitantes não podem ultrapassar os valores das tensões de ruptura ou escoamento dos materiais divididos pelo coeficiente de segurança, sendo assim temos a tensão admissível.

A fórmula a seguir de acordo com Melo (2009), o procedimento é demonstrado pelas equações a seguir:

$$S < Rd$$
$$Rd = Rk/\gamma$$

Onde:

- S é máxima tensão solicitante;
- Rd é máxima tensão admissível;
- Rk é tensão de ruptura ou de escoamento do material;
- γ é o coeficiente de segurança.

Os valores adotados para os coeficientes dependem da ação pela qual estará solicitando.

De acordo com Melo (2009), a segurança estrutural não esta ligada apenas ao coeficiente de segurança, mais também com fatores que minoram as tensões admissíveis, ou seja nos valores adotados para as tensões de ruptura ou de escoamento do material que está diretamente ligado as tensões admissíveis, já devem ser dimensionadas com margem de segurança, segundo recomendações do fabricante do material por exemplo. O parâmetro que demonstra as tensões admissíveis da alvenaria estrutural é a resistência de prisma, que significa a ruptura de dois blocos unidos por argamassa, podendo ser influenciados pela resistência da argamassa e da parede.

Porém, este critério é criticado por alguns especialistas, devido ao fato de não ser probabilístico e sim determinístico, além de não apresentar os coeficientes de segurança para os matérias e ações solicitantes.

Segundo Melo (2009), por ser probabilístico o método dos estados limites viabiliza um melhor dimensionamento, tanto na segurança como na economia. Ocorre devido à capacidade de identificar quais os requisitos que a estrutura atende melhor. Assim, o dimensionamento dos elementos estruturais têm suas resistências características minoradas e ações majoradas com coeficientes probabilísticos.

A fórmula a seguir de acordo com Melo (2009) mostra o procedimento de modo simplificado:

$$Rd - Sd \geq 0$$

Sendo:

- Rd = Rk/γm: resistência de cálculo;
- Sd = S (γf × Fk): solicitação de cálculo;
- γm e γf: coeficientes de ponderação;
- Rk e Fk: valores característicos de resistência e ação.

Propriedades mecânicas

Os blocos devem resistir à compressão mínima de acordo com os valores indicados na tabela 3 da NBR 7171“Bloco Cerâmico para Alvenaria” transcrita abaixo pela tabela 1, descrita abaixo:

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1 –Resistência à compressão do bloco.

Tipo		Resistência à compressão na área bruta (Mpa)
De vedação	A	1,5
	B	2,5
Portante	C	4,5
	D	7
	F	10

Fonte: NBR 7171, ABNT, 1992, p. 5

Conforme a NBR 6461, (ABNT, 1983), para o ensaio, devem-se retirar os corpos-de-prova da água e enxugá-los, medir as dimensões das faces de trabalho. Determina ainda, que se deve proceder ao ensaio de compressão, regulando a máquina de ensaio, de forma que a carga se aumente progressivamente, chegando a aproximadamente 500 N/s.

Como ressalta a NBR 7171 (ABNT, 1992), a inspeção dos lotes de bloco deve ser feita no local pelo comprador e vendedor, considerando as suas dimensões, desvio em relação ao esquadro e planeza das faces. Os blocos cerâmicos especiais podem ser fabricados em formato e especificações acordadas entre as partes, mas nos quesitos não especificados devem prevalecer as condições da NBR 7171.

Execução

A execução do bloco de acomodações do hotel partiu da marcação da obra e nivelamento do platô, que após a devida compactação com rolo compactador foi feita a parte de carpintaria de fôrmas para concretagem do radier, em seguida foi executada toda a parte de instalação e passagem de tubulações para o escoamento de esgoto, logo após foi feito o espalhamento de pedra brita 01 em toda a área do bloco para drenagem, em seguida foi feita a colocação de lona para isolamento entre o concreto e a brita de drenagem, a armação de toda armadura em aço conforme prescrição dos projetos estruturais, também em anexo neste trabalho, e por fim a concretagem do radier.

Nesta etapa foi utilizado o concreto usinado com resistência de 20 MPa , deixando devidamente marcado e exposto verticalmente as emendas dos aços para os grautes que de acordo com o projeto estrutural, também em anexo neste trabalho, cada graute deverá conter uma barra de aço com Ø 10.0mm.

A partir daí deu-se início a execução da alvenaria estrutural, o bloco padrão empregado no projeto de alvenaria estrutural foi o bloco cerâmico 14x19x29 (LxAxC em centímetros) com resistência à compressão de 7Mpa.

Para a determinação da resistência dos blocos e do volume de graute necessário no aumento da resistência das paredes mais solicitadas, foi elaborado o projeto estrutural do edifício conforme as prescrições da NBR 10837 (ABNT, 1989), nos quais foram considerados os carregamentos verticais e os carregamentos horizontais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nota-se que o método em alvenaria estrutural mostrou-se mais econômico em relação ao concreto armado. A economia começou a partir da fundação levando vantagem em todos os pontos de comparação nesta etapa, a alvenaria estrutural apresentou um maior gasto considerável apenas na

armação do aço das lajes de fundação, aonde o custo elevado ficou em R$ 3.136,88, devido ao reforço necessário para o radier de fundação, que teve a função de distribuir as cargas uniformemente ao solo. Entretanto devido à necessidade de cravação de estacas protendidas no solo úmido do local, esta etapa teria um custo para o método em concreto armado a quantia de R$ 51.442,31, já a mesma etapa quando executada para receber uma edificação em alvenaria estrutural apresentou um custo de R$ 35.437,55, uma diferença de 31,12% nesta etapa.

Outra fase do método em alvenaria estrutural que também apresentou economia ante ao concreto armado foi a execução de lajes, que enquanto para o concreto armado geraria um custo de R$ 45.225,53, a alvenaria estrutural apresentou o valor de R$ 41.663,17, uma diferença de 7,87%.

Porém a fase que apresentou a maior diferença entre os dois métodos para a execução do empreendimento foi a parte de superestrutura da edificação entre pilares, vigas e vedações, utilizados para o processo em concreto armado. Em comparação apenas a alvenaria estrutural, que suportou todas as cargas da edificação, foi encontrada uma economia de 58,92%, sendo o custo de execução de R$ 91.813,66 para o concreto armado, contra o valor de R$ 37.711,28 apresentado pela a alvenaria estrutural.

Entre todas as etapas o concreto armado apresentou um custo de R$ 190.481,49, já a alvenaria estrutural atingiu o valor de R$ 117.562,00 para a execução do empreendimento, uma diferença total de R$ 72.919,49 por bloco tipo. Isto representa uma economia de custos de 38,6% em cada edificação.

CONCLUSÕES

Dentre os diversos sistemas construtivos existentes, a alvenaria estrutural tem conquistado seu lugar no mercado devido a sua racionalização e economia em determinadas situações.

Com a realização do estudo de caso e análise das planilhas de custos pode-se perceber que mesmo com algumas dificuldades encontradas na alvenaria estrutural, como a escassez de mão-de-obra treinada e a falta de experiência por parte dos empreendedores na execução deste método construtivo, este se mostrou mais econômico em todas as etapas do empreendimento. O projeto em alvenaria estrutural apresentou uma grande economia de materiais e mão-de-obra empregada em relação ao sistema em concreto armado, gerando uma redução de custos final significativa de 38,6%, o que representa neste projeto uma economia de R$ 72.919,49 por bloco, quando multiplicado por nove, o número total de blocos do hotel, está redução pode chegar a R$ 656.275,41.

O estudo demonstra a necessidade de estudar outros métodos construtivos além do tradicional concreto armado, havendo assim uma necessidade constante dos profissionais de construção civil se atualizarem quanto às novas tecnologias e a implantações de novas técnicas, materiais e métodos construtivos que podem contribuir em muito para o aumento da economia das atividades. Com a revisão de bibliografia podemos destacar a importância na mudança de alguns pensamentos pré-conceituosos e ultrapassados de que tais métodos não são seguros ou não são compensatórios devido à dificuldade de implantação. Este estudo de caso comprova que, em muitos casos, a opção pelo método em alvenaria estrutural pode ser um excelente negócio.

A alvenaria estrutural se mostrou como a melhor opção diante de diversos impasses que seriam gerados pelo processo em concreto armado. Por se tratar de um hotel, as desvantagens da alvenaria estrutural em relação ao concreto armado foram minimizadas, pois os apartamentos possuem arquiteturas simples e os andares são idênticos, tornando maiores as vantagens e com isso inviabilizando o método convencional.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Pode-se concluir que para este estudo de caso e para edifícios semelhantes a alvenaria estrutural se apresenta mais economicamente viável que o sistema convencional em concreto armado.

REFERÊNCIAS

_____. **NBR 6461**. Bloco Cerâmico para Alvenaria: verificação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1983.

_____. **NBR 10837**. Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. NBR 10837, Rio de Janeiro, 1989.

_____. **NBR 7171.** Bloco Cerâmico para Alvenaria. Rio de Janeiro, 1992.

BONACHESKI, V.. **Alvenaria Estrutural**. 2006. 86 f. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso) – PUC Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MELO, R. T.. **Projeto de alvenaria estrutural pelas tensões admissíveis e estados limites.** 2009. 73 f. Dissertação (Monografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SABBATINI, F. H.. **Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos - Formulação e Aplicação de uma Metodologia.** 1989. 207 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1989.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DO PLANO DE MANUTENÇÃO EM UMA SORVETERIA NO CENTRO OESTE DE MINAS GERAIS

VIVIANE OLIVEIRA SILVA[1], ADRIANE LAINI RODRIGUES[2], DAIANE VITÓRIA SILVA[3], GILBETO AUGUSTO SOARES[4]

[1] Estudante de graduação em Bacharelado em Engenharia de Produção, IFMG – Campus Bambuí, (35) 9977-4743, vivianeoliveira754@gmail.com
[2] Estudante de graduação em Bacharelado em Engenharia de Produção, IFMG – Campus Bambuí, (37) 9808-5489, adrianelaini@gmail.com
[3] Estudante de graduação em Bacharelado em Engenharia de Produção, IFMG – Campus Bambuí, (37) 9907-4468, daianevitoriasilva@yahoo.com.br
[4] Professor Orientador, IFMG – Campus Bambuí, (37) 3431-4934, gilberto.soares@ifmg.edu.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Para garantir competitividade no mercado, as empresas necessitam ter um plano estratégico suficiente para otimizar o seu processo produtivo. A gestão da manutenção atua diretamente no ciclo de vida dos equipamentos, garantindo eficiência máxima, produtividade e custos menores. Utilizando técnicas e métodos para atingir os objetivos da gestão da manutenção, foi realizado um estudo de caso, onde foram utilizados dois dos instrumentos de levantamento de informação, entrevista e observação pessoal, em uma sorveteria localizada no interior do centro-oeste de Minas Gerais, com o objetivo de analisar o tipo de manutenção realizada pela empresa e propor um plano de manutenção adequado aos equipamentos do processo produtivo. A empresa realiza um plano de manutenção corretiva - TPM (Manutenção Produtiva Total) e solicita a visita de um técnico de manutenção da cidade de São Carlos quando existem problemas mais complexos. Através desta análise, propõem-se que o proprietário tenha o planejamento de suas atividades em forma de cronograma e que o técnico de manutenção seja solicitado anualmente para executar uma manutenção preventiva de peças e máquinas. Assim, além de evitar um desgaste das peças e um dano mais nocivo ao maquinário o custo de manutenção seria reduzido pela metade.
PALAVRAS–CHAVE: Gestão da Manutenção, TPM, Manutenção Preventiva.

CASE STUDY: ANALYSIS OF THE MAINTENANCE PLAN IN AN ICE CREAM SHOP IN THE MIDWEST OF MINAS GERAIS

ABSTRACT: The companies need to have a good strategic plan to optimize their production process and ensure competitiveness in the market. The maintenance management influences in the lifecycle of the equipment and ensure maximum efficiency, productivity and lower costs. In order to achieve the objectives of maintenance management, are used techniques and methods, it was performed a case study, where they used two of information collection instruments, interviews and personal observation in an ice cream shop located in the Midwest of Minas Gerais. In order to analyze the type of maintenance that the company carries and propose an appropriate maintenance plan in the equipment of the production process. The company performs a corrective maintenance plan - TPM (Total Productive Maintenance) and requests a visit from a service technician of São Carlos when there are problems that are more complex. Based on this analysis, the business owner should plan their activities in the form of schedule and the service technician should go in the

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

company once a year to perform preventive maintenance in the parts and in the machines. In addition, to avoid a wear parts, and an even greater damage to equipment the cost of maintenance would be half.
KEYWORDS: Maintenance Management, TPM, Preventive Maintenance.

INTRODUÇÃO

A manutenção é uma ferramenta de extrema importância durante o ciclo de vida dos equipamentos de uma indústria e combina ações relacionadas à gestão e a técnicas, tendo como o objetivo principal ter as máquinas e equipamentos disponíveis para funcionamento a maior parte do tempo com custos cada vez mais baixos. (DIAS, 2003)

Para que as empresas consigam se manter ativas no mercado, elas necessitam ter um plano estratégico suficiente, para utilizar o máximo seus recursos, de forma a otimizar o seu processo produtivo. A Manutenção, como função estratégica das organizações é responsável direta pela disponibilidade dos ativos, sendo de suma importância nos resultados da empresa (MARCORIN; LIMA, 2003, apud KARDEC; NASCIF, 2001).

A busca por maior produtividade com qualidade baseia-se na importância da manutenção adequada das máquinas e da sua disponibilidade, uma vez que uma máquina com defeitos pode representar uma parada na produção e gerar prejuízos como desperdícios de matéria prima, mão de obra, custo de reparo de peças. Pela grande diversidade de máquinas e produtos existentes é essencial estudar o tipo de manutenção que as empresas devem utilizar e elaborar um plano de manutenção adequado para cada tipo de atividade em questão e assim ter um controle maior da produção e menor número de perdas possível.

Visando a aplicação das técnicas de manutenção, foi realizado um estudo de caso na empresa Tradição LTDA em Bambuí no centro-oeste de Minas Gerais, com o objetivo de analisar o tipo de manutenção utilizada pela empresa e propor, se necessário, um plano de manutenção onde a empresa possa reduzir o tempo de parada decorrente de falhas nos equipamentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do plano foi feito um estudo de caso na empresa Tradição LTDA em Bambuí, no interior de Minas Gerais, e foram utilizados dois dos instrumentos de levantamento de informação, indicados por Araújo (2007), para uma análise efetiva: entrevista e observação pessoal.

A entrevista foi realizada com o proprietário da empresa que opera nela há 35 anos. Segundo Araújo (2007), o ato de entrevistar oferece vantagens importantes para uma pesquisa e visa minimização das resistências, pois envolve o entrevistado e abre espaço tanto para discussões quanto para críticas e sugestões.

Foi utilizada também, uma câmera digital, no qual foram feitos os registros de imagens das maquinas do processo produtivo da empresa.

A empresa conta com onze equipamentos no total sendo estes, uma balança digital com escala em gramas, duas produtoras de picolé, duas produtoras de sorvete, um liquidificador industrial, um freezer, um pasteurizador, uma torre de resfriamento, uma embaladora de picolé e uma máquina de sorvete expresso.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de fabricação de sorvetes e picolés ocorre cerca de três dias por semana e cinco horas para a fabricação de seus produtos, sendo um processo seqüencial, onde uma etapa depende da outra. Dessa forma, é de extrema importância que todas as máquinas e equipamentos estejam em um bom estado de conservação para que não haja interferência na qualidade do produto final e para que não ocorra uma interrupção inesperada na produção.

Somente um funcionário coordena todo este maquinário utilizando dessa forma o tipo de manutenção autônoma baseado na TPM (Manutenção Produtiva Total), onde esse funcionário realiza os primeiros reparos quando ocorre algum dano.

O funcionário que trabalha na empresa há 35 anos já realizou vários cursos sobre a produção de sorvete entre eles cursos que o ajuda a manusear as máquinas de uma forma adequada evitando e retardando assim danos maiores nesses equipamentos. Além disso, ele sempre lê os manuais de instrução de todas as máquinas antes de utilizá-las e a própria experiência o possibilita realizar os primeiros reparos do maquinário.

Através da observação e entrevista foi possível identificar as ações rotineiras realizadas e os principais reparos realizados nos equipamentos, apresentados na tabela abaixo (Tabela1):

Nº	**Equipamentos**	**Descrição dos Equipamentos**	**Reparos realizados**
1	Balança Digital com Escala de Gramas 	Instrumento utilizado para pesar a massa das matérias primas necessário para a fabricação dos sorvetes e picolés.	Nenhum reparo realizado na balança digital.
2	Produtora de Picolé 	Equipamento semiautomático para fabricação de picolés à base de água ou leite, funciona com energia elétrica.	Reparação no agitador, troca de correias, troca do disjuntor, limpeza (a álcool), e tomador.
3	Produtora de Sorvete	Equipamento elétrico semiautomático para fabricação de sorvetes a base de	Aperta os parafusos e troca de compressores.

		água ou a base de leite.	
4	Liquidificador Industrial 	É utilizado para misturar e triturar os ingredientes com uma potência maior, podendo fabricar um numero maior de receitas.	Troca de registro.
5	Freezer 	Equipamento que tem como objetivo através da refrigeração com baixas temperaturas, conservar a qualidade dos alimentos por mais tempo.	Troca de borrachas nas tampas.
6	Pasteurizador 	Equipamento utilizado no processo de pasteurização de forma a eliminar os organismos nocivos á saúde que se encontram no leite e demais ingredientes	Nenhum reparo realizado na balança digital.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

7	Torre de Resfriamento 	Dispositivo de remoção de calor usado para transferir calor residual de processo para a atmosfera.	Limpeza com cloro e água temperatura ambiente.
8	Embaladora de Picolé 	Máquina capaz de embalar cerca de 3000 picolés por hora, cada um com seu sabor.	Lubrificação e regulagem de corte.
9	Máquina de Sorvete Expresso 	Máquina que produz continuamente vários tipos de sorvetes, com produção estimada de 3 sorvetes por minutos.	Nenhum reparo realizado na balança digital.

Além desses processos de manutenção dos primeiros reparos executados usualmente nos equipamentos, é importante ressaltar que é realizada a limpeza de todos os equipamentos com água e sabão neutro previamente.

Quando ocorrem danos mais graves com alguma máquina não sendo possível que o funcionário realize todos os reparos necessários, a empresa solicita a visita de um técnico de manutenção de São Carlos - SP, de onde são provindas a maior parte das máquinas utilizadas pela empresa.

O serviço do técnico tem custo alto, pois além das horas trabalhadas há o deslocamento de mais de 600 km. A solicitação dos serviços do técnico de manutenção ocorre em média duas vezes por ano.

De acordo com a análise das máquinas envolvidas no processo de fabricação, e acerca da respectiva manutenção autônoma corretiva que é realizada pela empresa, é possível perceber que esta não é a mais apropriada para empresa, portanto torna-se necessário a inserção de um melhor plano de manutenção preventiva a fim de reduzir custos e para que não haja paradas que possam prejudicar a produção.

Com base nesta análise, a empresa deveria ter um planejamento de suas atividades em forma de cronograma, resultando assim na padronização e no funcionamento eficaz. E recomenda-se que

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

seja implantado um processo de manutenção preventiva, fazendo revisões nos equipamentos em períodos que não estivessem em funcionamento, adotando assim o método CPM (Método do Caminho Crítico) .

Além disso, a empresa deve solicitar um técnico especializado (técnico em refrigeração) para que seja realizada uma manutenção preventiva anual das peças e das máquinas, já que quando o técnico é convocado o mesmo só executa a manutenção corretiva de peças estragadas e não revisa a máquina como um todo.

Dessa forma, este profissional auxiliaria na manutenção preventiva o que possivelmente diminuiria o número de estragos de peças do maquinário e consequentemente reduziria os custos com manutenção pela metade ao longo do ano.

É preciso ressaltar que essa diminuição dos custos de manutenção do maquinário pela metade se deve ao fato de que essa manutenção corretiva realizada pelo técnico ocorre em média duas vezes por ano e com a adoção da manutenção preventiva anualmente espera-se que não seja preciso solicitar os serviços de manutenção corretiva deste profissional ao longo do ano e que o próprio funcionário seja capaz de realizar os reparos nos equipamentos quando for necessário.

CONCLUSÕES

De acordo com a análise realizada acerca da manutenção autônoma corretiva da empresa, conclui-se que esta não é a mais apropriada para empresa, portanto é proposto a elaboração de um novo plano de manutenção, preventiva, que é capaz de reduzir custos e paradas que possam prejudicar a produção. Além da elaboração de relatórios de produtividade e produção, ressaltando que na empresa não possui esse planejamento e controle da produção, o que dificulta saber o que vai ser e quanto produzido, ou seja, a produção é aleatória.

REFERÊNCIAS

DIAS, José Manuel Ribeiro. ***A gestão da manutenção em Portugal***. Dissertação de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Economia e Gestão. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/776> Acesso em: 10 dez.2014.

MARCORIN, W. R.; LIMA, C. R. C. ***Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos***.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DE DEFORMAÇÃO EM PILARES UTILIZANDO A TÉCNICA DE VELOCIMETRIA POR IMAGEM DE PARTÍCULAS (PIV)

MAYKMILLER CARVALHO RODRIGUES[1], FRANCISCO CARLOS GOMES[2], JÉSSICA ASSAID MARTINS RODRIGUES[3], RODRIGO ALLAN PEREIRA[4], MARIANA DE OLIVEIRA E SILVA[5], LUCAS HENRIQUE PEDROZO ABREU[6]

[1] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFLA, (35) 9828-8383, maykrodrigues@hotmail.com
[2] Prof. Assistente no Departamento de Engenharia, UFLA, (35) 3829-1484, fcgomes@deg.ufla.br
[3] Mestranda em Recursos Hídricos, UFLA, (35) 9803-2398, je_assaid@yahoo.com.br
[4] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFLA, (35) 9129-4080, rallap.ufla@yahoo.com.br
[5] Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFLA, (35) 9135-8855, marianaoesilva@gmail.com
[6] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFLA, (35) 8893-7030, lhpabreu@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O estudo comportamental de peças estruturais submetidas aos vários tipos de esforços alavanca vários estudos na busca da melhor utilização do elemento estrutural em função do material utilizado. As ações nas estruturas podem causar deformações excessivas no elemento estrutural que pode ser um pilar, viga, elemento de treliça, dentre outros. Este excesso de carga provoca deformações estruturais ou até mesmo a ruptura total da mesma. São utilizadas várias técnicas para quantificar as deformações, e dentre elas, pode-se citar os ensaios convencionais normatizados, que utilizam maquina universal de ensaio e corpos de prova padronizados. Além dessa técnica existem também os ensaios não destrutivos como Stress Wave Timer, Raio X, Condutividade elétrica, dentre outros. Desta forma, a utilização de técnicas de ensaio não destrutivo é muito importante, pois estruturas em serviço não podem ser ensaiadas de modo destrutivo. Com isso, buscou-se neste trabalho desenvolver e aplicar uma metodologia de ensaio não destrutivo que possa quantificar as deformações de uma estrutura sólida através de imagens utilizado a Velocimetria por Imagem de Partículas (PIV). Utilizou-se corpos de prova tubulares de aço sob cargas de compressão, que provocaram o efeito de flambagem durante o ensaio. Foram fixados pontos de vários tamanhos nas faces dos corpos de prova e aplicou-se a técnica PIV. Assim, conseguiu-se medir o deslocamento das amostras submetidas à flambagem e traçar mapas de deslocamentos a partir das imagens.
PALAVRAS–CHAVE: Pilar, Flambagem, PIV.

MEASURING DEFORMATION OF COLUMNS USING THE PARTICLE IMAGE VELOCIMETRY (PIV).

ABSTRACT: The behavior study of structural parts subjected to different types of efforts stimulates several studies searching for better use of the structural element according to the used material. The structure loads can cause, excessive deformations on the structural element which can be a column, beam, truss element, among others. This excess charge cause structural deformations or even total collapse of the structure. Several techniques used to measure deformations and among them, we can mention the normalized standard assays, which utilize the universal test machine and standard specimens. In addition to these techniques there are also non-destructive testing as Stress Wave Timer, X-ray, electrical conductivity, among others. Thus, the use of non-destructive testing

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

techniques is very important because the working structure can't be tested destructively. So, we sought with this study to develop and implement a non-destructive testing methodology to quantify the deformation of a solid structure through images using the Particle Image Velocimetry (PIV) technique. For the test, it was used steel specimens, subject to compressive forces that caused buckling effect. It were fixed many sizes of points on face of test bodies and applied to PIV technique. Thus, it was possible to measure the displacement of the sample subjected to buckling and construct the displace map based on image.
KEYWORDS: Columns, Buckling, PIV.

INTRODUÇÃO

Para estudar o comportamento estrutural, é importante desenvolver técnicas e ferramentas que busquem sempre melhorias durante o dimensionamento e o monitoramento de estruturas em serviço. Os pilares são elementos estruturais que estão sujeitos principalmente aos esforços normais axiais, e sem elas não seria possível a elevação de um telhado metálico, de um edifício de múltiplos andares, de uma ponte ou até mesmo de um silo metálico, dentre outras várias estruturas (Calil, et al., 1996).

Um dos principais agravantes durante o estudo de pilares é o efeito da flambagem que limita a resistência dessas peças estruturais e é conhecido como o deslocamento lateral produzido por esforços de compressão.

No intuito de estudar a flambagem em peças comprimidas (Pilares), podem ser utilizados ensaios destrutivos, não destrutivos, métodos de cálculo convencionais e a técnica de análise estrutural por elementos finitos.

Dentre os métodos de ensaios não destrutivos, pode-se citar o ultra-som e o raio-x, e, para a validação dos resultados obtidos nestes ensaios, utilizam-se das técnicas de modelagem na simulação do comportamento das estruturas.

A técnica de Velocimetria por Imagem de Partículas (PIV), inicialmente adotada como um método de estudo de deslocamento de partículas de fluido (Almeida, 1997; Miranda, 2004), atualmente vem sendo usada no estudo de materiais sólidos (Petersson, 2010; Pereira, 2014; Souza, 2014).

Partindo da hipótese que a técnica de Velocimetria por Imagem de Partículas (PIV) também pode ser utilizada para estudar deslocamentos de pilares de barras de aço, o objetivo deste trabalho foi avaliar o emprego desta técnica em ensaios de compressão de perfis metálicos tubulares retangulares sujeitas ao efeito de flambagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Resistência dos Materiais e Mecânica das Estruturas do Departamento de Engenharia da UFLA (DEG), no período de agosto a dezembro de 2014, utilizando-se uma máquina universal de ensaios com capacidade de 30 t para comprimir os copos de prova.

As condições de contorno foram adotadas segundo o Coeficiente de flambagem por flexão de elementos isolados definidos pela NBR8800/2008, onde para barras engastadas e rotuladas, tem-se um coeficiente de flambagem k = 0,7.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Foram testados 20 corpos-de-prova confeccionados a partir do perfil tubular retangular de aço estrutural ASTM A36 nas dimensões de seção transversal de 20 x 30 mm, espessura de chapa 1,2 mm e comprimento de 500 mm, conforme ilustrado na Figura 1.

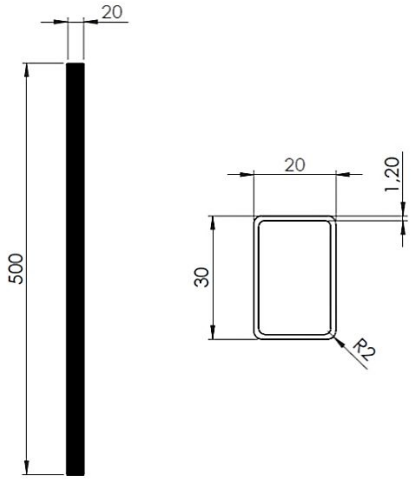


Figura 1. Detalhe dos corpos-de-prova adotados para a aplicação da técnica PIV

Foi aplicada uma pintura branca nos corpos-de-prova e posteriormente definidas diferentes tipos pode marcações de referência para origem dos vetores de deslocamento. Essas marcações foram feitas na região de interesse, ou seja, na região onde se previu mensurar o deslocamento máximo do pilar. Os vários tipos de marcações testados neste trabalho podem ser visualizados na Figura 2.

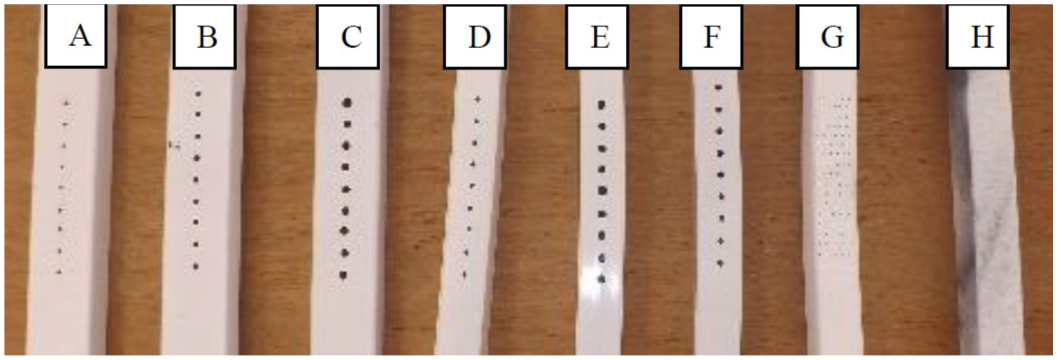


Figura 2. Detalhe das marcações nos corpos-de-prova testados. Distância e tamanho dos pontos a serem reconhecidos pelas janelas de interrogação da técnica PIV. (A) Pontos de 1,0mm alinhados na face de maior inércia, (B) Pontos de 2,0mm alinhados na face de maior inércia, (C) Pontos de 3,0mm alinhados na face de maior inércia, (D) Pontos de 1,0mm na face de menor inércia, (E) Pontos de 3,0mm na face de menor inércia, (F) Pontos de 2,0mm na face de menor inércia, (G) Pontos de 1,0mm em ambas as faces, (H) Limalha de aço aplicadas por todo o corpo-de-prova

Foram analisados 4 corpos-de-prova com cada marcação, definindo-se os tamanhos dos pontos a ser adotado durante a leitura das janelas de interrogação pela técnica PIV. Estes pontos testados foram de 0,5 mm, 1,0 mm, 2,0 mm, 3,0 mm e limalha de aço aplicada sobre a tinta branca.

O movimento dos pontos demarcados no pilar foram registrados a partir de imagens obtidas por uma câmera digital de alta resolução foi fixada sobre um tripé paralelamente à face do pilar em estudo, garantido que as imagens registradas pudessem descrever exatamente o deslocamento real

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

durante o ensaio. A Figura 4 representa o esquema da disposição da câmera em relação ao corpo-de-prova.

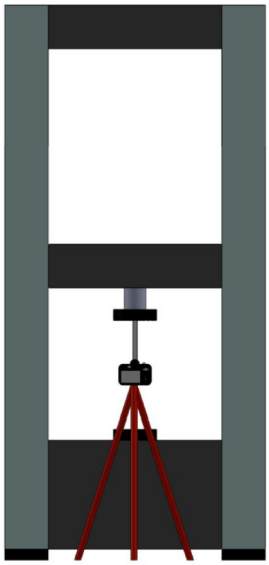


Figura 4. Esquema do posicionamento da câmera em relação ao corpo-de-prova, durante a aquisição das imagens utilizadas na técnica PIV

Foram coletadas vária imagens durante o ensaio desde o tempo inicial (t_0), quando o corpo-de-prova se encontrava sujeito a uma carga de intensidade de 0kN, até a sua ruptura onde o corpo de prova atingiu sua tensão de ruptura.

Após a captura das imagens, estas foram tratadas no software livre ImageJ, sendo redimensionadas e transformadas em imagem com qualidade 8bits. Em seguida foi aplicado um threshold para transformá-las em imagem preto e branco, arquivadas no formato RGB e analisadas posteriormente no software comercial Matlab, seguindo os padrões de script e programação do PIV que forneceram os resultados dos deslocamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos vários tamanhos e disposições de pontos avaliados, pode-se observar que os pontos devem ter um espaçamento mínimo entre si e tamanhos definidos que proporcionem uma boa correlação durante a comparação das imagens sucessivas.

Na figura 5A e 5B, pode-se observar a definição dos marcadores e os vetores de deslocamento gerados respectivamente, que correspondem à deformação da coluna durante o ensaio de compressão axial.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

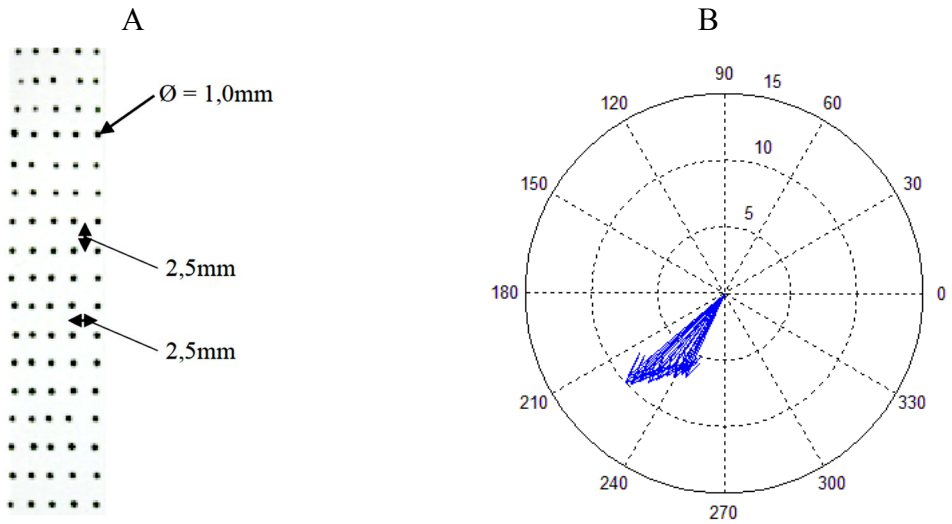


Figura 5. (A) Disposições e dimensões das marcações dos pontos na face de menor inércia do corpo de prova, (B) Vetores de deslocamento obtidos a partir do software Matlab utilizando programação da técnica PIV.

As demais marcações e limalha de aço aplicada na face do corpo-de-prova, não geraram vetores de deslocamento bem definidos, pois os tamanhos de pontos marcadores e suas disposições geraram resultados inconsistentes na análise das janelas de interrogação da técnica PIV utilizando o Matlab. A figura 8 ilustra a representação dos vetores de deslocamento obtidos através de diferentes marcações.

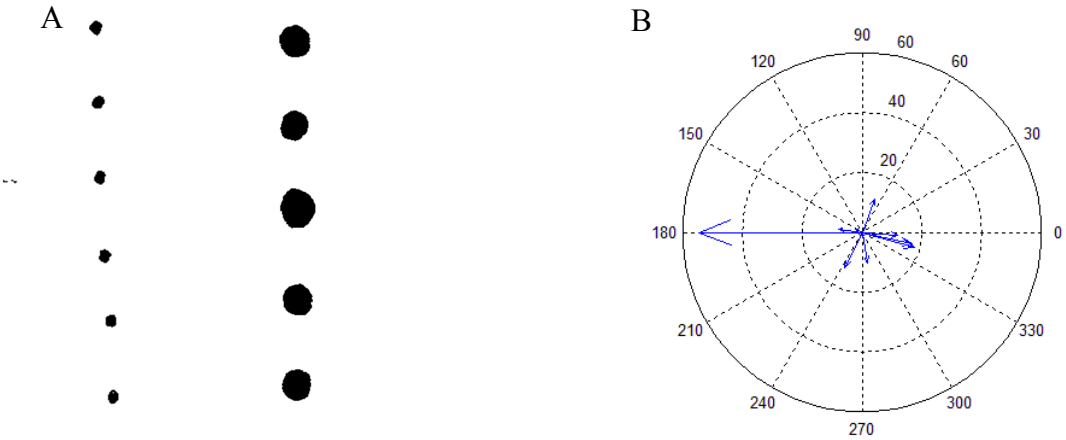


Figura 8 – Demarcações e vetores: (A) Demarcações muito espaçadas e diâmetro acima de 2 mm, (B) Vetores obtidos por marcadores muito espaçados e diâmetro acima de 2,0 mm

CONCLUSÕES

A técnica de velocimetria por imagem de partículas associada aos pontos demarcados na face dos pilares geraram vetores de deformação bidimensionais na região de interesse, que descrevem o deslocamento do corpo de prova durante o ensaio

Os marcadores muito grandes, muito espaçados e desorganizados, geraram uma dispersão dos vetores, não representando o comportamento dos corpos-de-prova sujeitos ao efeito de flambagem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A. **Sistemas de velocimetria por imagem de partículas.** 1997. 206 p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800:** projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

CALIL JÚNIR., C. et al. Cylindrical steel silos: study of cases of deformation. **Powder Handling & Processing**, Germany, v. 8, n. 2, p. 147-151, 1996.

MIRANDA, M. A. C. **Utilização de velocimetria por imagem de partícula na visualização e caracterização de escoamento bifásico.** 2004. 110 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

PEREIRA, R. A. **Análise de esforços de flexão estática em madeira (Pinus Taeda) pelo método de velocimetria por imagem de partículas.** 2014. 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

PETERSSON, H. Use of optical and laser scanning techniques as tools for obtaining improved fe-input data for strength and shape stability analysis of wood and timber. In: EUROPEAN CONFERENCE ON COMPUTATIONAL CECHANICS, 5, 2010, Paris. **Anais**… Paris: ECCM, 2010. 1 CD ROM.

SOUZA, T. M. et al. Non-destructive technology associating PIV and Sunset laser to create wood deformation maps and predict failure. **Biosystems Engineering**, London, v. 126, p. 109-116, 2014.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DE VAZÕES MÁXIMAS NO RIO SÃO FRANCISCO A JUSANTE DA HIDROELÉTRICA DE XINGÓ

GUSTAVO ALVES PEREIRA[1], JOSÉ O. M. NETO[2], UILSON R. V. AIRES[3], ANDRÉ F. RODRIGUES[4], RUBENS JUNQUEIRA[5], CARLOS R. MELLO[6].

[1] Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG, (35) 9977-0573, gustavo.tiguto@gmail.com.
[2] Doutorando Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG.
[3] Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[4] Graduando Eng. Ambiental e Sanitária, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[5] Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[6] Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A análise da ocorrência de vazões máximas é importante para identificar prováveis áreas de inundação e dimensionar obras hidráulicas, permitindo identificar potenciais riscos e aplicar ações mitigadoras. Estudos probabilísticos de eventos hidrológicos extremos são fundamentais para o desenvolvimento de ações de planejamento e políticas de gestão dos recursos hídricos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho de diferentes modelos aplicados à série de dados de vazão máxima diária anual para o Rio São Francisco na seção a jusante da hidroelétrica de Xingó, Sergipe. Foram ajustadas as distribuições Log Normal a dois parâmetros e Gumbel. A estas distribuições foram aplicados os testes de Kolmogorov-Smirnov e Qui-quadrado para avaliar a qualidade dos ajustes. Ambas as distribuições apresentaram ajustes satisfatórios a série de dados utilizada, entretanto, a distribuição de Gumbel forneceu os melhores resultados de acordo com os índices de adequabilidade aplicados, representando assim uma alternativa na determinação das vazões máximas para a região.
PALAVRAS–CHAVE: hidrologia aplicada, probabilidade, testes de aderência.

STUDY OF MAXIMUM FLOW IN SÃO FRANCISCO RIVER DOWNSTREAM OF HYDROELECTRIC XINGÓ

ABSTRACT: The analysis of occurrence of peak flows is important to identify areas more susceptible to flooding and design hydraulic projects, allowing to characterize potential risks and to apply mitigating actions. Probabilistic studies of hydrologic extreme events are crucial for the development of planning actions and policies for water resources management. In this context, the aim of this study was to analyze the performance of two models applied to the maximum daily annual flow long-term series for São Francisco river int the downstream of the hydroelectric Xingó, Sergipe. Log Normal at two parameters and Gumbel distributions were fitted and Kolmogorov-Smirnov and Chi-square tests were applied to evaluate the fittings. Both distributions have shown satisfactory fitting, however, Gumbel distribution has returned better results according, representing an alternative for determining peak flows for the region.
KEYWORDS: applied hydrology, probability, adhesion tests.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

A ocorrência de enchentes em períodos de chuvas intensas é um fenômeno natural e cíclico em uma bacia hidrográfica. No entanto, uma grande vazão não está associada apenas a chuvas intensas. De acordo com Mota (2003), precipitações de pequena intensidade, no entanto de longa duração, provocam sérios riscos sociais e materiais na maioria das cidades brasileiras.

Dentre as características de grande interesse das vazões está o estudo da frequência da vazão máxima diária anual, que é normalmente representada por uma Função de Probabilidade que melhor se ajuste a valores extremos. De acordo com Tucci et al. (2004) a estimativa das vazões máximas possui importância fundamental na determinação dos custos e da segurança dos projetos de engenharia, servindo de base para a aplicação de medidas de ordem estrutural e não estrutural visando o controle e atenuação das cheias. A qualidade do ajuste das funções de densidade de probabilidade aos dados observados pode ser verificada por meio de testes de aderência, onde os mais usuais são os testes de Kolmogorov-Smirnov e Qui-Quadrado (ARAÚJO et al., 2010).

A bacia do Rio São Francisco tem um alto risco para ocorrência de eventos extremos além de ser utilizada como fonte de água para o desenvolvimento da produção agropecuária. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho de diferentes métodos de distribuição de probabilidades aplicados à série de dados de vazão máxima diária anual para o Rio São Francisco a jusante da hidroelétrica de Xingó, Sergipe.

MATERIAL E MÉTODOS

O Rio São Francisco na seção a jusante da hidroelétrica de Xingó, localizada entre os estados de Alagoas e Sergipe, possui uma área de drenagem de 610.000 km² até o posto fluviométrico de Piranhas no estado de Alagoas. Na Figura 1 está a localização geográfica do posto fluviométrico no rio São Francisco em Piranhas, Alagoas.

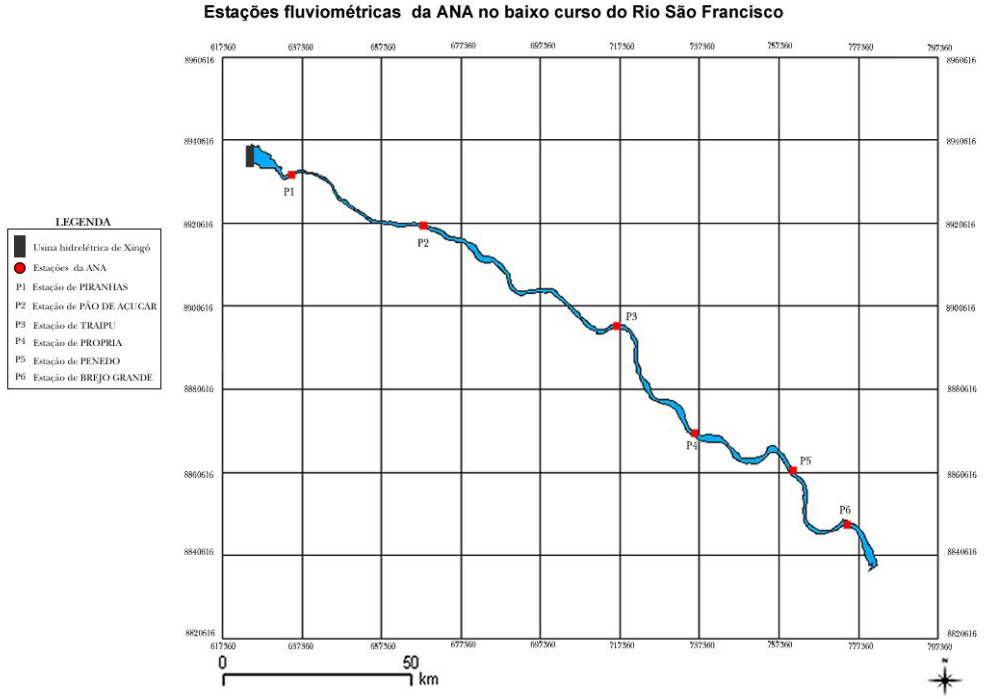


Figura 1 – Localização do posto fluviométrico de Piranhas-AL no rio São Frnacisco.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Na Tabela 1 estão representadas as principais características do posto fluviométrico analisado.

Tabela 1. Posto fluviométrico de Piranhas.

Código	Área (km²)	Latitude	Longitude	Estação	Altitude (m)
49330000	610000	9:37:34 sul	37:45:22 oeste	Piranhas	10,85

Fonte: ANA (2015)

Foi utilizada série histórica de vazão obtida do banco de dados HIDROWEB da Agência Nacional de Águas (ANA, 2015). A série foi trabalhada de maneira a obter a série de vazão máxima diária anual para a hidroelétrica em questão. Os dados da série foram ordenados de forma decrescente, obtendo-se a frequência de excedência dos dados observados. Foram ajustadas as distribuições de probabilidade Log-Normal a dois parâmetros (Equação 1) e Gumbel para máximos (Equação 2).

$$P(x > x_i) = \int_{-\infty}^{x} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-0{,}5\left[\frac{x-\mu}{\sigma}\right]^2} \quad (1)$$

$$P(x > x_i) = 1 - e^{-e^{-\alpha(x-\mu)}} \quad (2)$$

Em que, α e μ são parâmetros da distribuição.

A fim de testar a aderência das distribuições ajustadas aos dados observados, foram aplicados os testes de Kolmogorov-Smirnov (Equação 3) e Qui-Quadrado (Equação 4), ambos considerando um nível de significância de 5% de probabilidade.

$$|\Delta F| calculado_max \leq |\Delta F| tabelado_{(n,\alpha)} \quad (3)$$

$$x^2 calculado = \sum_{i=1}^{n} \frac{(Fobs_i - Fteorico_i)^2}{fteorico_i} \quad (4)$$

Em que, n corresponde ao número de classes, $Fobs_i$ e $Fteorico_i$ correspondem as frequências observadas e teóricas na classe i, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 apresenta-se o gráfico relacionando as distribuições Log-normal 2P e Gumbel para Máximos com os dados observados para o posto fluviométrico de Piranhas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

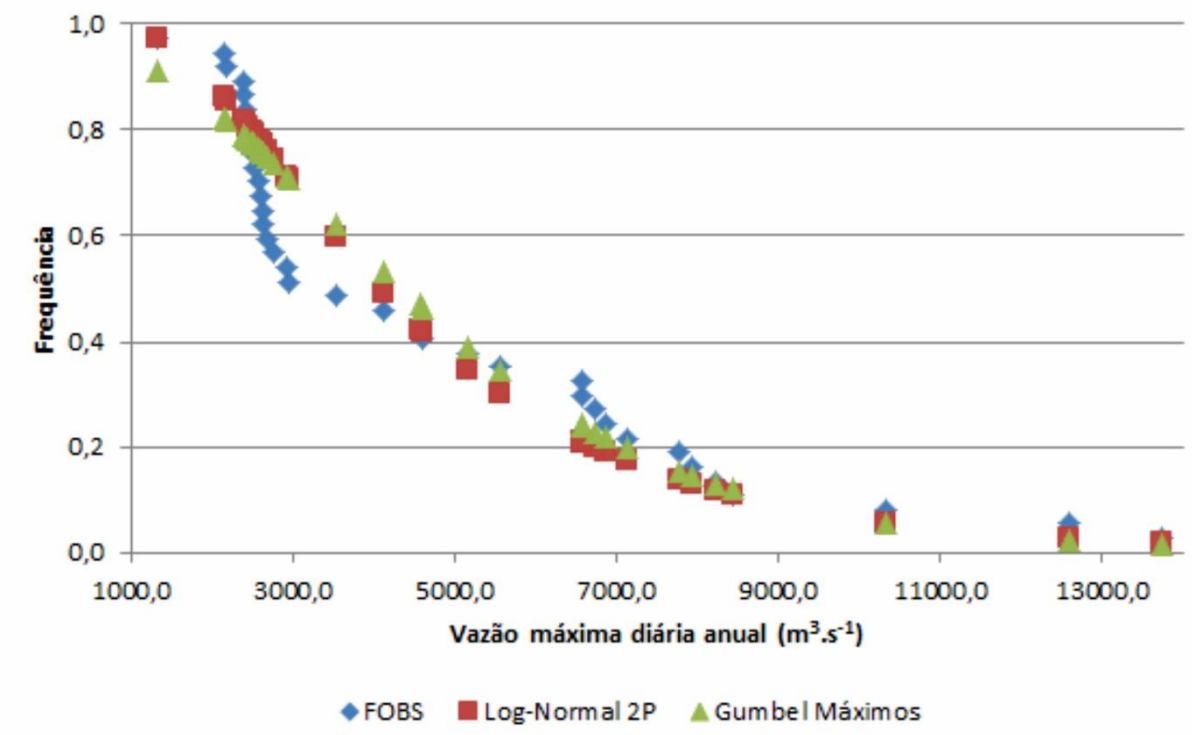


Figura 2 – Distribuições de probabilidade do posto fluviométrico analisado.

Na Tabela 2 estão expressos os resultados dos testes de aderência aplicados às distribuições de probabilidade ajustadas.

Tabela 2. Resultado dos testes de aderência aplicados às distribuições de probabilidade ajustadas.

Distribuição	Estação	Testes de Aderência			
		ΔFcritico	ΔFcalculado	λ^2critico	λ^2calculado
Gumbel Máximos	49330000	0,2270	0,1956	11,07	0,0650
Log-Normal 2P	49330000	0,2270	0,1936	11,07	0,1006

Ambas as distribuições demonstraram desempenho satisfatório nos dois testes aplicados para a estação estudada apresentando uma diferença razoável entre o valor observado e o calculado. No teste Kolmogorov-Smirnov a distribuição de Gumbel para máximos apresentou melhor desempenho para a estação estudada comparada a distribuição de Log-Normal. Contudo, no teste de Qui-Quadrado a distribuição Log-Normal com dois parâmetros apresentou melhor desempenho comparada a distribuição de Gumbel.

CONCLUSÕES

As distribuições estudadas apresentaram desempenho satisfatório na representação das séries de vazões máximas diária anual para o Rio São Francisco a jusante da hidroelétrica de Xingó. Destaca-se o melhor desempenho da distribuição Gumbel para máximos no teste Kolmogorov-Smirnov, enquanto que no teste do Qui-Quadrado destaca-se a distribuição Log-Normal com dois parâmetros por apresentarem melhores valores nas respectivas distribuições.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Dados fluviométricos para estação representativa do Rio São Francisco, Piranhas**. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp>. Acesso em: 28 de agosto de 2015.

ARAÚJO, E. M.; ARAÚJO, E. M.; OLIVEIRA, J. B.; SILVA, M. G.; VIANA, P. C.; ALVES, A. S. Análise da aderência de distribuições de probabilidade aos dados de temperatura máxima e mínima do ar em Iguatu-CE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 3, p. 104-109, 2010.

MOTA, S. Urbanização e Meio Ambiente. 3nd. ed. Rio de Janeiro-RJ: ABES, 2003.

SILVA, E. A.; TUCCI, C. E. M. Relação entre as vazões máximas diária e instantânea. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 3, n. 1, p. 133-151, 1998.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE CÓRNEAS VIA SIMULAÇÕES NUMÉRICAS

PAULO ROBERTO DE ALMEIDA[1], RICARDO RODRIGUES GUIMARÃES[2]

[1] Mestrando Engenharia de Sistemas e Automação, Universidade Federal de Lavras, (35)9180-0674, pralmeida22@gmail.com
[2] Professor, Universidade Federal de Lavras, (35) 3829-5234, ricardorm@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A córnea e a esclera formam a superfície externa de um globo ocular, proporcionando proteção aos componentes internos sensíveis e mantendo o formato de refração do olho. A estrutura da córnea é composta do epitélio, endotélio e estroma, sendo que este é o principal responsável pelas características mecânicas da córnea. O método dos elementos finitos (MEF) é uma análise matemática que consiste na discretização de um meio contínuo em pequenos elementos, mantendo as mesmas propriedades do meio original. Este trabalho propõe uma análise do comportamento mecânico de córneas humanas via MEF, tendo em vista o desenvolvimento de um modelo de elementos finitos para medir o deslocamento no ponto central da córnea, a fim de obter as características mecânicas, como por exemplo, sua rigidez. Os dados experimentais do comportamento mecânico da córnea humana foram obtidos em colaboração com a Universidade de *Liverpool*, mais precisamente em seu Laboratório de Biomecânica Ocular. As simulações foram realizadas utilizando o *software* Abaqus® variando a quantidade de elementos, nós e idade dos pacientes, com o objetivo de comparar com os dados experimentais. Através dos resultados obtidos, percebe-se que o o aumento da rigidez da córnea é proporcional ao aumento da idade do paciente.
PALAVRAS–CHAVE: córnea, biomecânica, método dos elementos finitos.

CORNEAS MECHANIC BEHAVIOUR STUDY BY MEANS OF NUMERICAL SIMULATIONS

ABSTRACT: Cornea and sclera are parts of the ocular globe external surface, providing protection to the sensitive internal components and keeping the shape of eye refractive. The corneal structure is composed by epithelium, endotheliumn and stroma, being this last one the main responsible for the mechanical properties of the cornea. The finite element method (FEM) is a mathematical analysis which consists in the discretization of a body in small volumes (nodes and elements), keeping the same properties of the original body. This work proposes an analysis of the mechanical behavior of human corneas via FEM in terms of development of a finite element model to measure the displacement at the cornea central point. In order to obtain mechanical characteristics, as example the cornea rigidity, numerical simulations were performed. Experimental data from mechanical behavior of human cornea were obtained in collaboration with the University of Liverpool, more precisely in Ocular Biomechanics Laboratory. Simulations were performed using Abaqus® *software* varying the amount of elements, nodes and patients age, aiming to confront with the experimental data. Results show that increasing the cornea stiffness is proportional to the increasing of the patient age.
KEYWORDS: cornea, biomechanics, finite element method.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

A modelagem matemática consiste no processo de representação matemática do que esta ocorrendo na natureza a partir de um determinado modelo conceitual, sendo que é realizado um levantamento e interpretação dos dados do problema que está sendo analisado. Dentre as diferentes formas e métodos de modelagem temos a modelagem via Método dos Elementos Finitos (MEF).

O MEF consiste na discretização de um meio contínuo em pequenos elementos, sendo mantidas as mesmas propriedades do meio original. Cada um desses elementos são descritos por equações diferenciais, para que ao final de todo o processo os resultados desejados sejam obtidos. É considerado uma ferramenta matemática que permite diversas análises que consiste na discretização de um meio contínuo em pequenos elementos, mantendo as mesmas propriedades do meio original. Cada um desses elementos são descritos por uma equação diferencial e resolvidos por modelagem matemática, para que sejam obtidos ao final de todo o processo os resultados desejados. O MEF pode ser utilizado nas diversas áreas das ciências exatas e biológicas, devido a sua grande aplicabilidade e eficiência para análise e coleta dos resultados (LOTTI et al., 2006).

Uma das partes mais importantes do globo ocular humano é a córnea; esta possui determinadas características mecânicas que podem ser analisadas com o intuito de aprimorar os métodos para prevenção de doenças e o surgimento de equipamentos mais eficientes na respectiva área médica (BOOTE et al., 2005).

O estudo e desenvolvimento desta pesquisa poderão auxiliar o tratamento de diversas doenças oculares, nos projetos e construções de equipamentos mais eficientes de diagnóstico, ou até mesmo, na melhoria dos processos cirúrgicos.

Ter uma compreensão abrangente do comportamento de deformação e as propriedades mecânicas da córnea é importante para constatar suas aplicações nas clínicas médicas, como por exemplo a tonometria que consiste no processo de medição da pressão interna do globo ocular, diagnóstico da doença ceratocone e estudos relacionados às cirurgias refrativas (HAMILTON; PYE, 2008).

O principal objetivo deste trabalho é o estudo do comportamento mecânico da córnea via Método de Elementos Finitos, por meio de modelagem geométrica e simulações numéricas. Desenvolvimento de um modelo de elementos finitos para medir o deslocamento no ponto monitor para que seja possível obter características mecânicas como a rigidez.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimentos Realizados na Universidade de Liverpool.

Os dados (*target*) do comportamento mecânico da córnea foram obtidos junto a Universidade de *Liverpool*, mais precisamente no Laboratório de Biomecânica Ocular desta universidade.

Durante o processo de configuração do experimento levou-se em consideração a correlação entre as propriedades mecânicas da córnea e da esclera. Para isto, um sistema de apoio do globo ocular será desenvolvido, para que o mesmo possa flutuar em um meio de baixa rigidez, permitindo que toda a superfície ocular tenha apenas uma ligação rígida, aproximando-se do comportamento de apoio de um globo ocular real. Além disso, um método de monitoramente, baseado em câmeras de alta resolução digital e um *software* de processamento de imagens serão utilizados no intuito de manter a precisão das medições realizadas, na tentativa de se obter análises numéricas com dados mais precisos, sendo que todos estes recursos encontraram-se disponíveis no Laboratório de Biomecânica Ocular da Universidade de *Liverpool*.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A Figura 01 representa o equipamento e seus componentes que foram usados para a coleta das características mecânicas da córnea. A córnea foi fixada e submetida a uma determinada pressão aplicada pelo líquido do equipamento. A partir do ponto de referência na córnea, o laser foi usado como auxilio para medição do deslocamento entre os pontos e a região de fixação após a aplicação da pressão. Posteriormente imagens foram coletadas pelas câmeras CCD's e os dados obtidos serão analisados por um processo computacional de processamento de imagens.

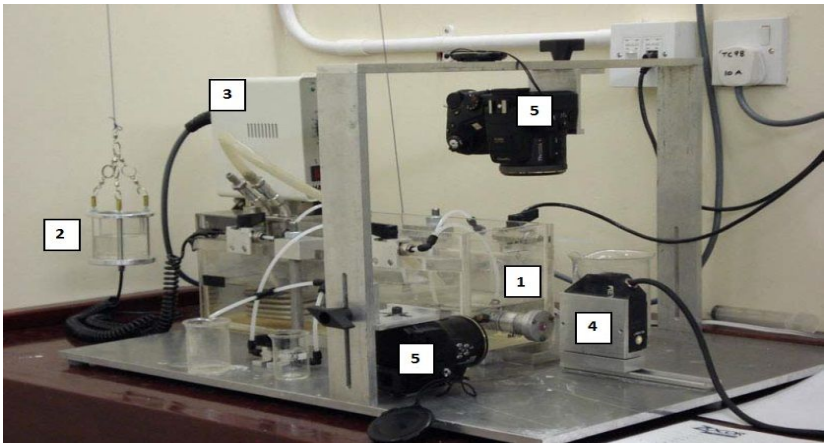


Figura 1: Setup do teste de inflação de córneas (ELSHEIKH, 2010) – 1- região na qual a córnea é fixada; 2- líquido responsável por promover a pressão no interior da córnea; 3- medidor de temperatura; 4- fonte de laser; 5- câmeras CCD.

Com base nos experimentos já realizados na Universidade de *Liverpool*, as características mecânicas da córnea foram obtidas para a realização das simulações. As simulações deverão ser realizadas, levando-se em consideração córneas com diferentes idades, variando as propriedades mecânicas para cada uma delas.

As simulações ocorreram seguindo os mesmos parâmetros dos experimentos realizados na Universidade de *Liverpool*. Ou seja, a geometria da córnea foi fixada nas bordas sendo que a mesma deverá sofrer esforços internos, simulando a pressão real do olho humano. Neste caso, a geometria da córnea foi discretizada formando uma malha de elementos finitos. A Figura 2 mostra a geometria discretizada de uma córnea, levando-se em consideração a fixação e a região de aplicação da carga para as simulações.

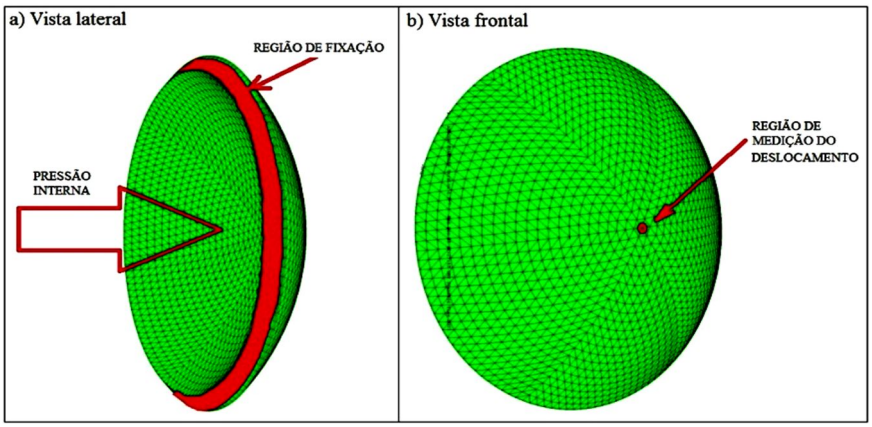


Figura 2: Córnea Discretizada.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Programa OcularModelGeneration e Algoritmos Auxiliares.

OcularModelGeneration é um programa desenvolvido pelo laboratório de biomecânica da Universidade de *Liverpool*, tendo por objetivo a criação de modelos virtuais do olho humano a partir de configurações pré estabelecidadas pelo usuário. Na Figura 3, tem-se a representação da tela inicial do programa OcularModelGeneration. Os campos assinalados de 1 a 6 corresponde a todos os passos que devem ser seguidos para a criação destes modelos.

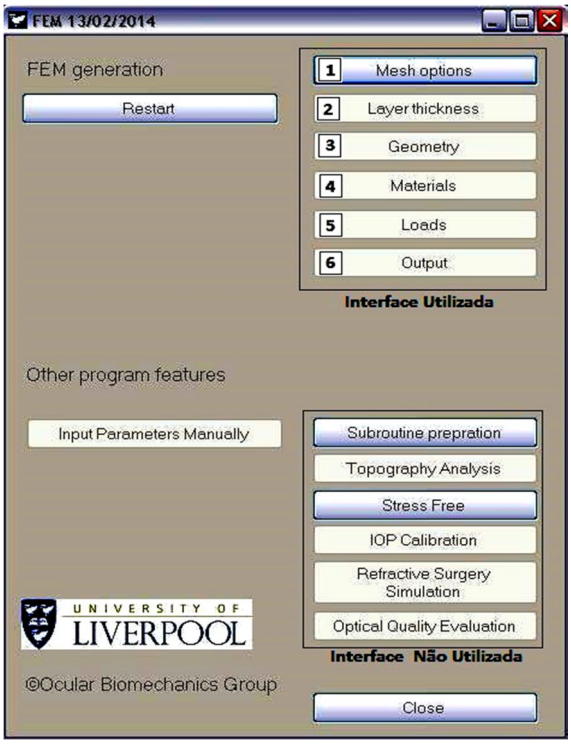


Figura 3: Tela Inicial da Aplicação OcularModelGeneration.

A partir do arquivo InputFile.inp gerado pelo programa OcularModelGeneration, foi desenvolvido dois algoritmos, Analysis_batch_file.bat e Out_Node.py, para realizar a análise dos dados que foram gerados.

O algoritmo Analysis_batch_file.bat é responsável por executar o Abaqus® sem a necessidade de abrir sua interface gráfica, gerar arquivo contendo os dados de saída com extensão.odb, executar o algoritmo Out_Node.py.

O algoritmo Out_Node.py abre o arquivo com dados de saída gerado pelo Abaqus®, cria as variáveis referentes ao cenário simulado, plota os resultados em arquivo. txt, denominado por *DisplacementPostInflation.txt*, o qual contém dados de deslocamentos em função do tempo de aplição da carga em diferentes instantes.

O processo de execução destes algoritimos pode ser verificado através da Figura 4.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

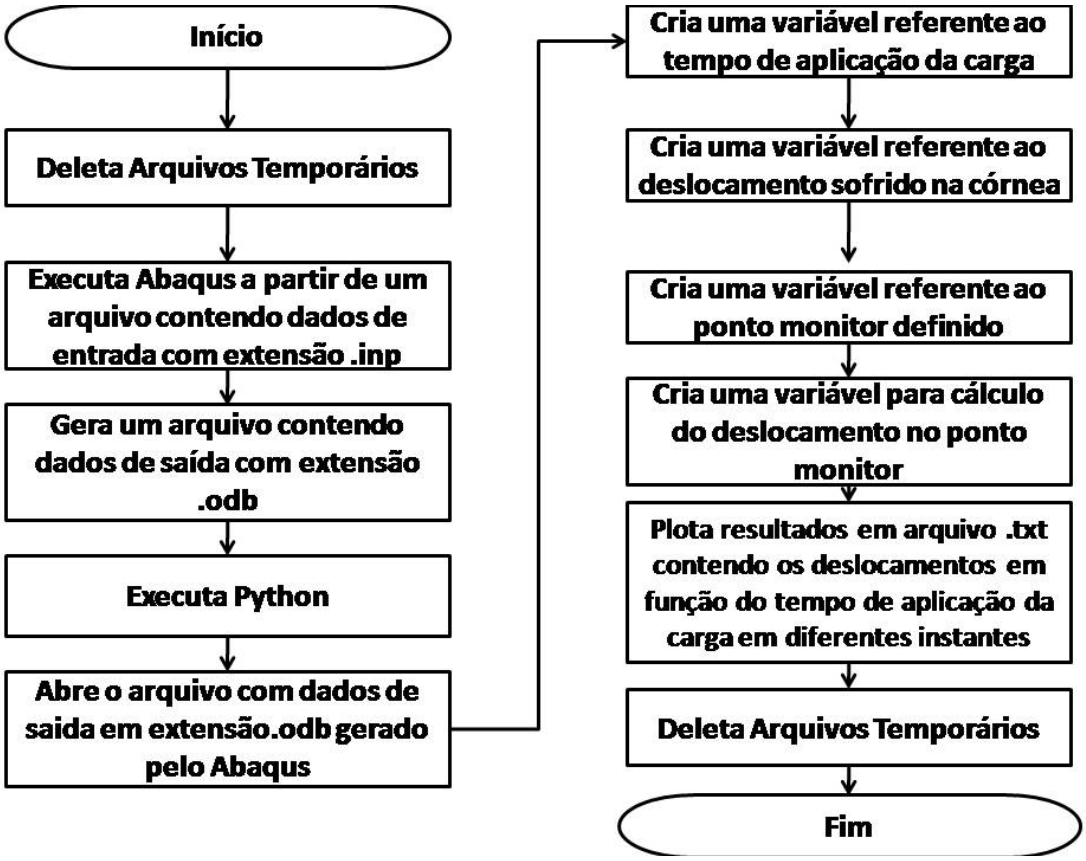


Figura 4: Fluxugrama Algoritmos Analysis_batch_file.bat e Out_Node.py

Cenários Simulados.

As informações dos cenários simulados estão descritas na Tabela 1:

Tabela 1 – Informações das Simulações Realizadas

Cenários	Configuração	Qtde Nós x Elementos
1º Cenário	2 Anéis/2 Layer	57 Nós e 48 Elementos
2º Cenário	C3D15H do 1º Cenário	221 Nós e 48 Elementos
3º Cenário	3 Anéis/1 Layer	74 Nós e 54 Elementos
4º Cenário	C3D15H do 3º Cenário	291 Nós e 54 Elementos
5º Cenário	3 Anéis/2 Layer	111 Nós e 108 Elementos
6º Cenário	C3D15H do 5º Cenário	455 Nós e 108 Elementos
7º Cenário	5 Anéis/1 Layer	182 Nós e 150 Elementos
8º Cenário	C3D15H do 7º Cenário	753 Nós e 150 Elementos
9º Cenário	6 Anéis/1 Layer	254 Nós e 216 Elementos
10º Cenário	12 Anéis/1 Layer	938 Nós e 864 Elementos

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tempo de Execução dos Cenários Simulados.

As informações dos tempos de execução dos cenários simulados quando o modelo de Ogden para N=1 (Ogden et al., 2004) estão descritos na Tabela 2.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 2 – Tempo de Execução das Simulações Realizadas

Cenários	Tempo Execução
1º Cenário (57 Nós e 48 Elementos)	7 segundos
2º Cenário (221 Nós e 48 Elementos)	12 segundos
3º Cenário (74 Nós e 54 Elementos)	7 segundos
4º Cenário (291 Nós e 54 Elementos)	12 segundos
5º Cenário (111 Nós e 108 Elementos)	8 segundos
6º Cenário (455 Nós e 108 Elementos)	16 segundos
7º Cenário (182 Nós e 150 Elementos)	9 segundos
8º Cenário (753 Nós e 150 Elementos)	20 segundos
9º Cenário (254 Nós e 216 Elementos)	10 segundos
10º Cenário (938 Nós e 864Elementos)	28 segundos

Nota-se por meio da Tabela 2 que os cenários 1º e 3º possuem os menores tempos de execução, tendo respectivamente 57 e 74 Nós.

Comparação Deslocamento Obtido x Target.

Foi realizada a comparação dos deslocamentos envolvidos no processo de simulação, sendo comparados os deslocamentos obtidos no *software* Abaqus® e o descolamento real, aqui denominado por *target*. Este *target* foi obtido experimentalmente na Universidade de *Liverpool*.

A Figura 5 apresenta os resultados dos cenários 1,2,3,4 e 10 (Tabela 1), quando comparado ao *target*.

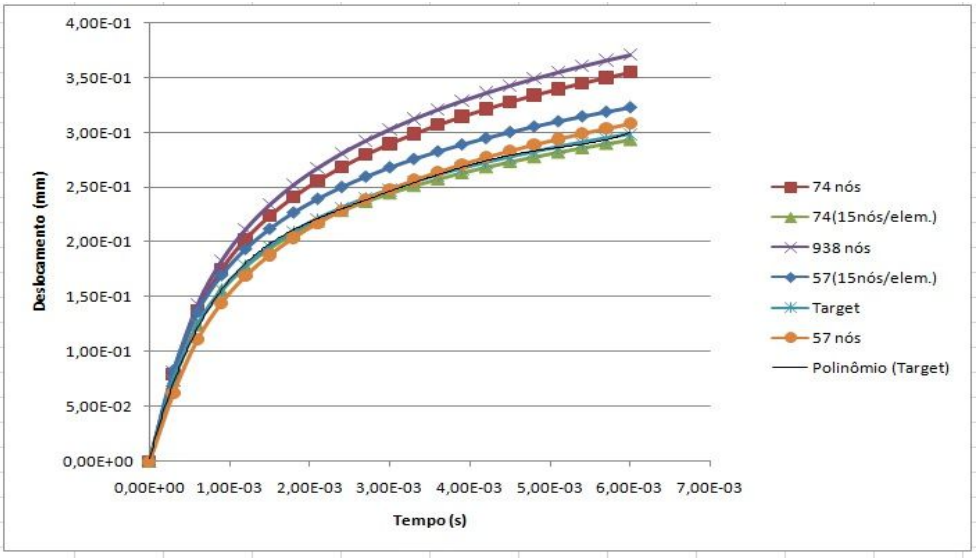


Figura 5: Deslocamento Obtido x *Target*

A Figura 6 apresenta os resultados dos cenários 5,6,7,8 e 9 (Tabela 1), quando comparado ao *target*.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

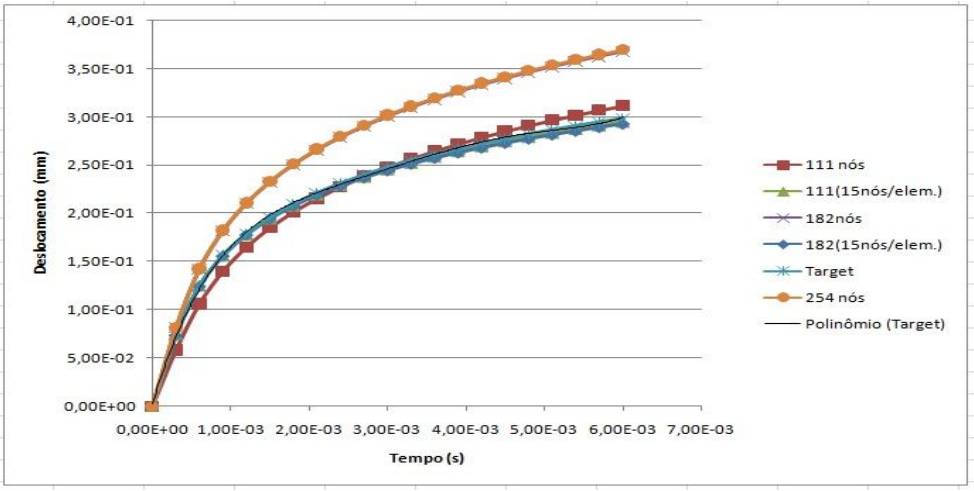


Figura 6: Deslocamento Obtido x *Target*

Erros dos Cenários Simulados.

Os erros dos cenários simulados foram obtidos através da comparação entre os valores de deslocamento simulados no *software* Abaqus® e o *Target*, Equação 1, a qual representa a raiz soma dos quadrados dos erros, sendo x o valor do deslocamento obtido no *software* Abaqus®, y o valor do *Target* e o valor n corresponde a quantidade de variações do tempo.

$$ERRO = \sqrt{\sum((x-y)^2)/n} \qquad (1)$$

Foi realizada a análise dos erros quando o modelo de Ogden assume N=1 e N=3. Quando N=1 os valores de μ e α foram obtidos por meio do *software* comercial HEEDS (também da Universidade de Liverpool). Este *software* busca otimizar os melhores valores para representar o material que esta sendo simulado.

Na Tabela 3 tem-se o erro dos cenários para Ogden=1 e Ogden=3:

Tabela 3 – Erros Cenário Ogden=1 e Ogden=3

Cenários	Erro Ogden=1	Erro Ogden=3
74 Nós(6 nós/elem.)	4.08	3.52
291 Nós(15 nós/elem.)	3.28E-01	4.75
57 Nós(6 nós/elem.)	7.05E-01	5.49
221 Nós(15 nós/elem.)	1.93	3.15
938 Nós(6 nós/elem.)	5.31	2.78
111 Nós(6 nós/elem.)	9.76E-01	5.99
455 Nós(15 nós/elem.)	2.32E-01	4.57
182 Nós(6 nós/elem.)	5.12	2.72
753 Nós(15 nós/elem.)	0.35	4.56
254 Nós(6 nós/elem.)	5.22	2.72
Média Erros	2.42	4.03

Simulações variando as idades

Ao assumir o modelo de Ogden para N=3, obteve-se um ERRO de 2.72, levando-se em consideração o cenário com 182 nós, assim foi realizado através do programa OcularModelGeneration a variação das idades para este cenário. Foi atribuída variação de idades

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

entre de 50 e 90 anos, de 10 em dez anos. No programa OcularModelGeneration, valores pré-determinados de μ_1, μ_2, μ_3, α_1, α_2 e α_3 são gerados para cada idade atribuída. No intuito de comparar os deslocamentos de cada idade, considerando-se o *Target* para a idade de 50 anos, de acordo com os experimentos realizados na Universidade de *Liverpool*. Foi utilizado o cenário com 182 nós, pois apesar de ter o mesmo erro do cenário de 254 nós, as simulações com 182 nós foram realizadas com menor tempo de execução (de acordo com a Tabela 2). A Figura 7 apresenta a variação do deslocamento com a variação das idades para esse cenário.

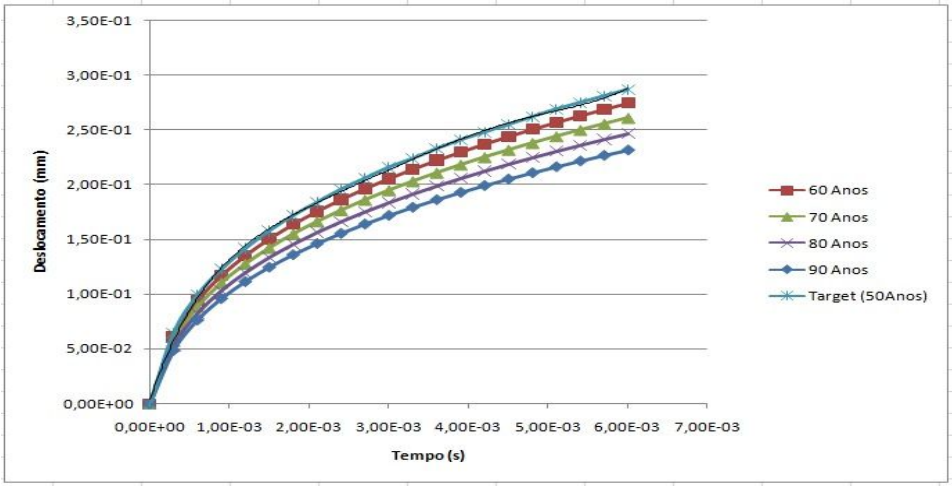


Figura 7: Variação da Idade x Deslocamento

CONCLUSÕES

A partir dos resultados gerados, conclui-se que com o aumento da idade do paciente, tem-se um aumento da rigidez da córnea. Os resultados dos modelos desenvolvidos nesse trabalho foram validados com os dados reais (*target*) que foram obtidos por experimentos reais realizados na Universidade de *Liverpool*.

Um estudo a respeito do comportamento mecânico da córnea é de fundamental importância para a área médica. Nesta linha, o presente trabalho foi dedicado ao processo de análise do comportamento mecânico da córnea via simulações numéricas. Assim, este estudo pode ser útil para o tratamento de doenças e desenvolvimento de equipamentos mais eficientes.

REFERÊNCIAS

BOOTE, C.; DENNIS, S.; HUANG, Y.; QUANTOCK, A. J.; MEEK, K. M. **Lamellar orientation in human cornea in relation to mechanical properties**. In Journal of structural biology, v.149, n. 1, p. 1--6, 2005.

ELSHEIKH, A. **Understanding corneal biomechanics through experimental assessment and numerical simulation**. Book In Nova Science Publishers, 2010.

HAMILTON, K. E.; PYE, D. C. Young's modulus in normal corneas and the effect on applanation tonometry. In Journal Optometry \& Vision Science, v. 85, n. 6, p. 445--450, 2008.

LOTTI, R.S.; MACHADO, A.W.; MAZZIEIRO, E.T.; JUNIOR, J.L. **Aplicabilidade científica do método dos elementos finitos**. In Jounal Rev Dental Press Ortod Ortop Facial, SciELO Brasil, 2006, v. 11, n. 2, p. 35--43, 2006.

OGDEN, R. **Fitting hyperelastic model to experimental data.** Computational Mechanics, v. 34, n.6, p. 484-502, 2004.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DO FENÔMENO DE HIGROSCOPICIDADE DO CAFÉ DESPOLPADO

CARLOS HENRIQUE CARDEAL GUIRALDELI [1], EDNILTON TAVARES DE ANDRADE[2], EZEQUIEL ANDRADE BARROS[3], MARCOS PAULO SANTOS LUZ[4], ANDRESSA SPURI AZARIAS[5], CAMILA DE ALMEIDA DIAS[6].

[1] Graduando em Agronomia, UFLA, (35) 9226-5190, carlosguiraldeli@outlook.com
[2] Professor Dr. do Depto de Engenharia, UFLA, (35) 3829-1669, edniltontavares@gmail.com
[3] Graduando em Eng. Agrícola, UFLA, (35)99771475,ezequiel_a_barros@hotmail.com
[4] Doutorando em Eng. Agrícola, UFLA, (35) 9192-1259, marcospauloluz@gmail.com
[5] Graduanda em Agronomia, UFLA, (35) 9992-3353, andressa_spuri@hotmail.com
[6] Mestranda em Eng. Agrícola, UFLA, (35) 9128-4629, camila.almeidadias@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo a determinação e análise do equilíbrio higroscópico do café despolpado, *Coffea arabica* L., da variedade catuaí amarelo, em diferentes condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, e avaliar dentre diversos modelos descritos na literatura, o que melhor representa o comportamento da isoterma de sorção. De posse dos referidos modelos matemáticos e dados experimentais, pode-se determinar o melhor modelo e os parâmetros que satisfizessem a representatividade do fenômeno de higroscopicidade. As temperaturas utilizadas foram de 20°C, 30°C, 55°C e 70°C, com umidades relativas entre 10,75% a 54,38%. O modelo que melhor se ajustou aos dados para representar o fenômeno de higroscopicidade do café despolpado foi o modelo de Oswin com coeficiente de determinação (R^2) de 98,76%, e menores erro médio estimado e erro médio relativo.
PALAVRAS–CHAVE: teor de água, equilíbrio higroscópico, temperatura.

HYGROSCOPICITY PHENOMENON STUDY IN PULPED COFFEE

ABSTRACT: This study aimed to determine and analyze)the equilibrium moisture content of washed coffee , Coffea arabica L. , catuaí the yellow variety , in different controlled conditions of temperature and relative humidity , and assess from various models described in the literature , what better It is the behavior of the sorption isotherm . Possession of these mathematical models and experimental data , we can determine the best model and the parameters that satisfy the representativeness of the hygroscopicity phenomenon. Temperatures used were 20 °C, 30 ° C, 55 °C and 70 °C with relative humidity between 10.7 % and 54.38%. The model that best fit the data to represent the coffee pulped hygroscopicity phenomenon was the model of Oswin a coefficient of determination (R^2) of 98.76 % , and lower estimated mean and mean relative error .
KEYWORDS: moist content, hygroscopic balance, temperature.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade de grande importância e expressão econômica no Brasil. Atualmente o país é o maior produtor e exportador mundial de café, sendo 70% da produção correspondente ao café arábica (Conab, 2015).

Apesar de o Brasil ser líder no mercado mundial e apresentar um avançado desenvolvimento tecnológico na área de pós-colheita do café, ainda não se tem conhecimento do comportamento de cada parte intrínseca do café. O café despolpado é um material higroscópico, ou seja, é capaz de absorver, reter ou eliminar água e procura estabelecer, sempre, um equilíbrio de umidade com o ar em seu redor. Quando a pressão de vapor da água presente no produto e a pressão de vapor de água da atmosfera são iguais, ocorre o equilíbrio higroscópico (Araújo et al. , 2005).

Com o intuito de amenizar as alterações físicas, químicas e microbiológicas que podem ocorrer durante o armazenamento de produtos agrícolas, como o café, se faz necessário o conhecimento das relações existentes entre o produto, a temperatura e a umidade relativa do ar. Da mesma forma, a fim de garantir a otimização integral do processo, se analisar a eficiência, planejar a produção e necessidade energética, se faz útil o conhecimento das características caloríficas do produto.

Para Hall (1980) as curvas de equilíbrio higroscópio são importantes para definir limites de desidratação do produto, estimar as mudanças do teor de água sob determinadas condição de temperatura e umidade relativa do ar ambiente e para definir os teores de água adequados ao inicio de atividade de micro-organismos, que podem provocar deterioração do produto.

Sendo assim, o presente trabalho se objetiva a determinação do equilíbrio higroscópico do café despolpado, a partir de diferentes combinações de temperatura e umidade relativa do ar ambiente, e avaliar dentre os modelos descritos na literatura, o que melhor represente o comportamento de sorção do café despolpado.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas, no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Para a condução do experimento, foram utilizados frutos de café (*Coffea arabica* L.) colhidos manualmente em uma lavoura selecionada com histórico de produzir cafés de qualidade, selecionando-se apenas frutos maduros ou “cereja”. Após a colheita, os frutos foram separados hidraulicamente e por diferença de densidade, removeram-se os frutos de menor massa (secos, chochos, brocados e mal granados). Em seguida, foi realizada uma nova seleção manual onde foram retirados frutos imaturos e sobremaduros remanescentes. Os frutos maduros selecionados foram, então, divididos em duas partes: uma parte constituída pela porção de café “natural” (processamento via seca) e a outra parte será descascada. Durante o procedimento de descascamento a parte do exocarpo, mesocarpo e endocarpo também foram separados para a realização dos testes de higroscopicidade. Todos os procedimentos de colheita e processamento foram realizados segundo Borém, 2008.

Os testes de higroscopicidade foram realizados em câmara incubadora BOD e estufa com temperatura controlada e ventilação forçada, sendo as amostras armazenadas de forma hermética em potes de acrílico de aproximadamente 0,5 litros. Para cada teste de equilíbrio higroscópico foram utilizados aproximadamente 5 gramas do produto, e colocadas em saches de nylon, de forma a garantir uma maior superfície de contato do material com o ambiente. As temperaturas dos

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

experimentos foram obtidas a partir das regulagens da câmara e estufa. A umidade relativa foi determinada a partir das soluções a serem utilizadas, sendo as temperaturas que foram experimentadas de 20ºC, 30°C, 55°C e 70°C, por aproximadamente 96 horas. As soluções utilizadas para o experimento e suas respectivas umidades relativas de equilíbrio em função da temperatura do ar ambiente estão dispostas na Tabela 1 (GREENSPAN, 1977).

Tabela 1. Umidade relativa de equilíbrio (%) de soluções salinas saturadas.

Temperatura (°C)	Sais		UR (%)
20	Cloreto de lítio	LiCl	11,31±0,31
	Nitrato de Magnésio	$Mg(NO_3)$	54,38±0,23
	Acetato de potássio	CH_3COOK	23,11±0,25
30	Cloreto de lítio	LiCl	11,28 ± 0,24
	Nitrato de Magnésio	$Mg(NO_3)$	51,40 ± 0,24
	Acetato de potássio	CH_3COOK	21,61 ± 0,53
55	Cloreto de lítio	LiCl	11,03 ± 0,23
	Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	29,93 ± 0,16
70	Cloreto de lítio	LiCl	10,75 ± 0,33

Fonte: GREENSPAN (1977)

Para a verificação e quantificação do fenômeno de equilíbrio higroscópico, ainda em laboratório, as amostras foram pesadas antes de entrarem na câmara BOD e na estufa e e posteriormente a cada 24 horas, até entrarem em equilíbrio higroscópico com o ambiente circundante em condições herméticas. O equilíbrio higroscópico foi obtido quando as amostras apresentaram peso constante. As pesagens foram realizadas em balança semi-analítica, GEHAKA modelo BK600, com precisão de 3 casas decimais. Dessa maneira, foram verificados os diversos teores de água de equilíbrio para as diversas combinações de temperatura e umidade relativa do ar. Para um melhor tratamento dos dados foi utilizada, para cada combinação de umidade relativa do ar e temperatura, a média de 3 repetições.

De acordo com (TEIXEIRA, ANDRADE & SILVA, 2012), os modelos matemáticos obtidos na literatura e representativos da higroscopicidade de produtos agrícolas, utilizados para análise do produto, foram escolhidos aleatoriamente em função da avaliação da temperatura e umidade relativa do ar ambiente, para a verificação do que melhor se ajustasse à realidade empírica do produto, de maneira à melhor representar sua isoterma. Os modelos utilizados estão presentes na Tabela 2.

Tabela 2 - Modelos matemáticos usados para a representação do equilíbrio higroscópico

MODELO	Equações	
Chung Pfost	$Ue = a - b*\ln[-(T + c)*\ln(UR)]$	(1)
Copace	$Ue = \exp[a-(b*T) + (c*UR)]$	(2)
GAB Modificado	$Ue= ab(c / T)UR/\{[1- b\ UR][1- b\ UR + b(c / T)UR]\}$	(3)
Halsey Modificado	$Ue = [\exp(a - bT) /- \ln(UR)]^{1/c}$	(4)
Henderson	$Ue = [\ln(1 - UR) /(- a*Tabs)]^{1/b}$	(5)
Henderson Modificado	$Ue = \{\ln(1 - UR) /[- a*(T + b)]\}^{1/c}$	(6)
Oswin	$Ue = (a - b*T) /[(1- UR)/ UR]^{1/c}$	(7)
Sabbab	$Ue = a\ (UR^b / T^c)$	(8)
Sigma Copace	$Ue = \exp\{a-(bT) + [c \exp(UR)]\}$	(9)

Fonte: TEIXEIRA, ANDRADE & SILVA, 2012

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Onde:
Ue: Teor de água do produto, b.s.;
UR: Umidade relativa do ar, decimal;
T: Temperatura do ar ambiente, °C;
Tabs: Temperatura absoluta do ar ambiente, K;
a, b, c: Parâmetros que dependem da natureza do produto.

Para o ajuste dos modelos matemáticos, foram realizadas análises de regressão não linear pelo método Gauss-Newton, utilizando-se o *software* STATISTICA 7.0® (Statsoft, Tulsa, USA). A escolha do melhor modelo foi uma função dos parâmetros estatísticos: desvio padrão da estimativa (SE), erro médio relativo (P), coeficiente de determinação (R^2) e tendência de distribuição dos resíduos. O desvio padrão da estimativa e o erro médio relativo foram calculados, respectivamente, pelas equações 1 e 2.

$$P = \frac{100}{n} \cdot \sum \left(\left| Y - \hat{Y} \right| / Y \right) \quad (1)$$

$$SE = \sqrt{\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{GLR}} \quad (2)$$

Em que:

SE: desvio padrão da estimativa (decimal);
Y: valor observado experimentalmente;
Ŷ: valor calculado pelo modelo;
GLR: graus de liberdade do modelo;
P: erro médio relativo (%);
n: número de dados observados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados experimentais do teor de água do equilíbrio higroscópico do café despolpado, obtidos a partir de diferentes combinações de temperatura e umidade relativa do ar ambiente, estão presentes na tabela 3.

Tabela 3. Valor dos teores de água de equilíbrio (b.s.) para diferentes combinações de temperatura (°C) e umidade relativa do ar ambiente (%).

Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)	Teor de água de equilíbrio (b.s.)
11,31	20	0,1421
54,38	20	0,4276
23,11	20	0,2333
11,28	30	0,1416
51,40	30	0,3511
21,61	30	0,2274
29,93	55	0,1359
11,03	55	0,0886

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

10,75	70	0,0528

Para a análise da modelagem representativa de equilíbrio higroscópio foram utilizados os modelos descritos na tabela 2. Para análise de cada modelo foram determinados seus respectivos parâmetros, coeficientes de determinação (R^2), erro médio relativo (P) e desvio padrão da estimativa (SE). Na tabela 4 estão apresentados os resultados dos parâmetros estimados relacionados aos modelos de equilíbrio higroscópico para o café despolpado.

Tabela 4. Parâmetros estimados, coeficientes de determinação (R^2), erro médio relativo (P) e desvio padrão da estimativa (SE) do café despolpado, para cada modelo analisado.

Modelo	Parâmetros	R^2	P (%)	SE (decimal)
Chung Pfost	a = 1,0470 b = 0,1858 c = 31,7843	96,11	1,27	0,0047
Copace	a = -1,6463 b = 0,0174 c = 2,1483	96,93	0,98	0,00
GAB Modificado	a = 0,5083 b = 0,2816 c = 258,0676	96,66	1,04	0,0041
Halsey Modificado	a = 1,1375 b = 0,0235 c = 1,3445	97,47	0,85	0,00
Henderson	a = 0,0105 c = 1,4986	86,81	2,58	0,0160
Henderson Modificado	a = 0,1546 b = 2,2508 c = 1,7892	96,73	2,58	0,0160
Oswin	a = 0,5089 b = -0,0055 c = 2,3120	98,76	0,48	0,0015
Sabbab	a = 3,6461 b = 0,6617 c = 0,5736	96,75	1,16	0,0039
Sigma Copace	a = -3,0727 b = 0,0173 c = 1,5074	96,24	1,11	0,0046

O modelo matemático que se mostrou mais adequado para descrição do fenômeno de equilíbrio higroscópio foi o modelo de Oswin, que apresentou os coeficientes de determinação 98,76% e erro médio relativo abaixo de 0,48%. Considera-se que valores de erro médio relativo abaixo de 10% indicam um razoável ajuste para as práticas propostas (MOHAPATRA, 2005).

Para uma melhor verificação da representatividade dos modelos aos respectivos fenômenos de higroscopicidade, a figura 1 apresenta os valores experimentais do teor de água de equilíbrio e os

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

valores calculados das isotermas de sorção do modelo que melhor se ajustou às curvas experimentais.

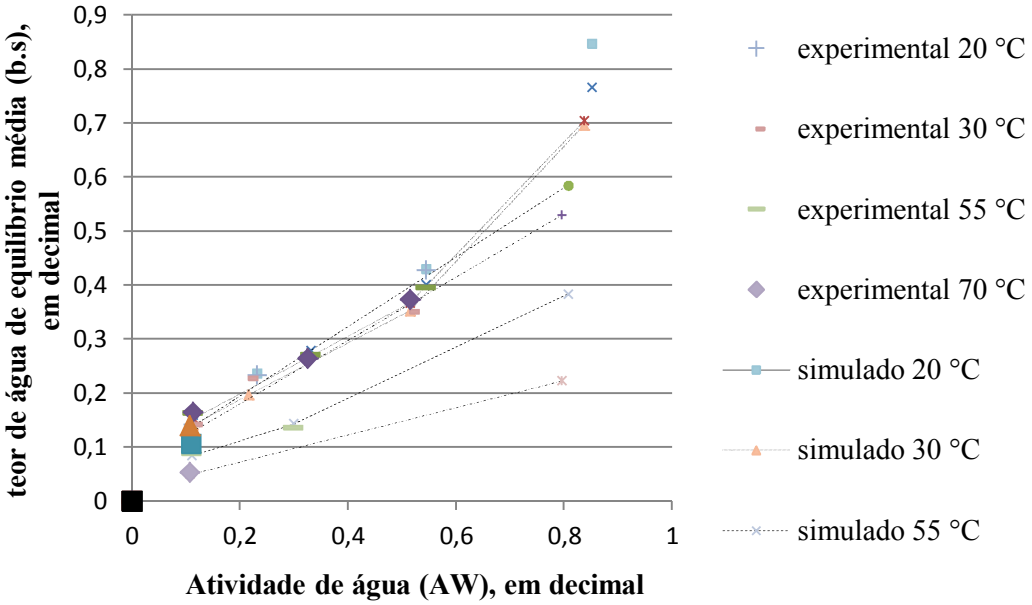


Figura 1. Valores experimentais e simulados de equilíbrio higroscópio do café despolpado pelo modelo de Oswin.

CONCLUSÕES

Os teores de água de equilíbrio do café despolpado, analisado variam proporcionalmente em função da umidade relativa do ar ambiente, para uma mesma temperatura; e decresceram à medida que se aumentou a temperatura, para a mesma umidade relativa do ar ambiente. Dessa maneira verifica-se que o café despolpado caracteriza-se como produto higroscópico. Sendo assim, o melhor modelo que se ajustou aos dados experimentais de equilíbrio higroscópio do café despolpado foi o modelo de Oswin.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. F.; OLIVEIRA, L. S. C.; PERAZZO NETO, A.; ALSINA, O. L. S. L; SILVA, F. L. H. da. Equilíbrio higroscópico da palma forrageira: Relação com a umidade ótima para fermentação sólida. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.379-384, 2005.

ANDRADE, E. T.; BORÉM, F. M. Modelagem matemática e simulação aplicados na secagem do café. In: BORÉM, F. M. (Ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p. 301-347.

BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. v. 1, 631 p.

BORÉM, F. M. et al. Qualidade do café submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 55-63, 2006.

BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R.; ANDRADE, E. T. Secagem do café. In: BORÉM, F. M. (Ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p. 205-240.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Central de informações agropecuárias**. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 30 mar. 2015.

GREENSPAN, L. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. **Journal of Research of National Bureau of Standards**. A. Physics and Chemistry. Vol. 81a, n.1. 1977.

Hall, C. W. Drying and storage of agricultural crops. Westport: AVI, 1980. 381p.
HENDERSON, S. M. Progress in developing the thin layer drying equation. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 17, p. 1167-1168, 1974.

MOHAPATRA, D.; RAO, P. S. A thin layer drying model of parboiled wheat. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 66, n. 4, p. 513-518, Feb. 2005.

STATSOFT, Inc.. **STATISTICA** (data analysis software system), version 7. 2004. Disponível em: www.statsoft.com

TEIXEIRA, L. P.; ANDRADE, E. T.; SILVA, P. G. L. Determinação do equilíbrio higroscópico e do calor isostérico da polpa e da casca do abacaxi (Ananas comosus). **Engevista**, Niterói, v. 14, p. 172-184, Agosto 2012.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DO FENÔMENO DE HIGROSCOPICIDADE DO ENDOCARPO DO FRUTO DO CAFÉ

EZEQUIEL ANDRADE BARROS[1], EDNILTON TAVARES DE ANDRADE[2], CARLOS HENRIQUE CARDEAL GUIRALDELI[3], GABRIELA PEREIRA DA SILVA[4], DIEGO DOMINGOS MACEDO[5], LUIZ HENRIQUE TEIXEIRA ROCHA[6]

[1] Graduação em Engenharia Agrícola, UFLA, (35) 99771475, ezequiel_a_barros@hotmail.com
[2] Professor Associado, DEG, UFLA, (35) 91952070, edniltontavares@gmail.com
[3] Graduação em Agronomia, UFLA, (35) 92265190, ch_cardeal@hotmail.com
[4] Graduação em Agronomia, UFLA, gabi_lambari@hotmail.com
[5] Graduação em Agronomia, UFLA, dieguinhodm@hotmail.com
[6] Graduação em Agronomia, UFLA, luizt_rocha@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo a determinação e análise do equilíbrio higroscópico do endocarpo do fruto do café, *Coffea arábica* L., da variedade catuí amarelo, em diferentes condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, e avaliar dentre diversos modelos descritos na literatura, o que melhor representa o comportamento da isoterma de sorção. De posse dos referidos modelos matemáticos e dos dados experimentais, pode-se determinar o melhor modelo e os parâmetros que satisfizessem a representatividade do fenômeno de higroscopicidade. As temperaturas utilizadas foram de 20°C, 30°C, 55°C e 70°C, com umidades relativas entre 10,75% a 85,11%. O modelo que melhor se ajustou aos dados para representar o fenômeno de higroscopicidade do endocarpo foi o modelo de Copace com coeficiente de determinação R^2 de 97,23%, e menores erro médio estimado e erro médio relativo.
PALAVRAS–CHAVE: energia, isotermas, modelo.

STUDY PHENOMENON HYGROSCOPIC OF THE ENDOCARP OF THE COFFEE FRUIT

ABSTRACT: This study aimed to determine and analyze the equilibrium hygroscopic coffee fruit of the endocarp, *CoffeaarábicaL.*, of the yellow catuí variety in different controlled conditions of temperature and relative humidity, and assess from various models described in the literature, which best represents the behavior of sorption isotherm. Possession of these mathematical models and experimental data, we can determine the best model and the parameters that satisfy the representativeness of the hygroscopicity phenomenon. Temperatures used were 20 °C, 30 °C, 55 °C and 70 °C with relative humidity between 10.75% and 85.11%. The model that best fit the data to represent hygroscopicity phenomenon of the endocarp was the model of Copace with R^2 determination coefficient of 97.23%, and lower estimated mean and mean relative error.
KEYWORDS: energy, isotherms, model.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

O café representa importante fonte de renda para a economia brasileira, sendo o segundo produto na pauta das exportações agrícolas do país. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, com estimativa de produção, para a safra 2015, de 44,28 milhões de sacas do produto beneficiado. Deste volume, 32,91 milhões de sacas são da espécie *CoffeaarabicaL.* (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2015).

Apesar de o Brasil ser líder no mercado mundial e apresentar um avançado desenvolvimento tecnológico na área de pós-colheita do café, ainda não se tem conhecimento do comportamento das propriedades físicas de cada parte intrínseca do café. O endocarpo é um material higroscópico, ou seja, é capaz de absorver, reter ou eliminar água e procura estabelecer, sempre, um equilíbrio de umidade com o ar em seu redor.

Quando a pressão de vapor da água presente no produto e a pressão de vapor de água da atmosfera são iguais, ocorre o equilíbrio higroscópico (Araújo et al., 2005). Para Hall (1980) as curvas de equilíbrio higroscópio são importantes para definir limites de desidratação do produto, estimar as mudanças do teor de água sob determinada condição de temperatura e umidade relativa do ar ambiente e para definir os teores de água adequados ao inicio de atividade de microorganismos, que podem provocar deterioração do produto.

Sendo assim, o presente trabalho objetivou a determinação do equilíbrio higroscópico do endocarpo do fruto do café, a partir de diferentes combinações de temperatura e umidade relativa do ar ambiente, e avaliar dentre os modelos descritos na literatura, o que melhor represente o comportamento de sorção do endocarpo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas, no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Para a condução do experimento, foram utilizados frutos de café (*CoffeaarabicaL.*) colhidos manualmente em uma lavoura selecionada com histórico de produzir cafés de qualidade, selecionando-se apenas frutos maduros ou “cereja”. Após a colheita, os frutos foram separados, em água, por diferença de densidade, removendo-se os de menor massa específica (secos, chochos, brocados e mal granados). Em seguida, nova seleção manual foi realizada para a retirada de frutos imaturos e sobremaduros remanescentes. Os frutos maduros e selecionados foram, então, divididos em duas partes: uma parte constituída pela porção de café “natural” (processamento via seca) e a outra parte foi descascada. Durante o procedimento de descascamento a parte do café endocarpo foi separada para a realização dos testes de higroscopicidade. Todos os procedimentos de colheita e processamento foram realizados segundo Borém (2008).

Os testes de higroscopicidade foram realizados em câmara incubadora BOD e estufa, sendo as amostras armazenadas de forma hermética em caixas plásticas gerbox de 250 ml com tela em aço inox com controle de temperatura e umidade relativa do ar. Para cada teste de equilíbrio higroscópico foram utilizadas amostras significativas de produto e colocadas em saches telados de plástico *nylon*, de forma a garantir uma maior superfície de contato do material com o ambiente. As temperaturas dos experimentos foram obtidas a partir das regulagens da câmara e estufa, e a umidade relativa a partir das soluções a serem utilizadas, sendo as temperaturas que foram experimentadas de 20ºC, 30°C, 55°C e 70°C, por aproximadamente 96 horas. As soluções utilizadas

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

para o experimento e suas respectivas umidades relativas de equilíbrio em função da temperatura do ar ambiente estão dispostas na Tabela 1 (GREENSPAN, 1977).

Tabela 1. Umidade relativa de equilíbrio (%) de soluções salinas saturadas.

Temperatura (°C)	Sais		UR (%)
20	Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	33,07±0,18
	Cloreto de lítio	LiCl	11,31±0,31
	Cloreto de Potássio	KCl	85,11±0,29
	Nitrato de Magnésio	$Mg(NO_3)$	54,38±0,23
	Acetato de potássio	CH_3COOK	23,11±0,25
30	Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	32,44 ± 0,14
	Cloreto de lítio	LiCl	11,28 ± 0,24
	Cloreto de Potássio	KCl	83,62 ± 0,25
	Nitrato de Magnésio	$Mg(NO_3)$	51,40 ± 0,24
	Acetato de potássio	CH_3COOK	21,61 ± 0,53
55	Cloreto de lítio	LiCl	11,03 ± 0,23
	Cloreto de Potássio	KCl	80,70 ± 0,35
	Brometo de sódio	NaBr	50,15 ± 0,65
	Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	29,93 ± 0,16
70	Cloreto de lítio	LiCl	10,75 ± 0,33
	Cloreto de Potássio	KCl	79,49 ± 0,57

Fonte: GREENSPAN (1977)

Para a verificação e quantificação do fenômeno de equilíbrio higroscópico, ainda em laboratório, as amostras foram pesadas antes e depois de serem, respectivamente, colocadas e retiradas da câmara e estufa, após entrarem em equilíbrio térmico com o ambiente circundante em condições herméticas. As pesagens foram realizadas em balança semi analítica, GEHAKA modelo BK600, com precisão de 3 casas decimais. Dessa maneira, foram verificados os diversos teores de água de equilíbrio para as várias combinações de temperatura e umidade relativa do ar. Para um melhor tratamento dos dados foram utilizadas, para cada combinação de umidade relativa do ar e temperatura, a média de 3 repetições.

De acordo com (TEIXEIRA, ANDRADE & SILVA, 2012), os modelos matemáticos obtidos na literatura e representativos da higroscopicidade de produtos agrícolas, utilizados para análise do produto, foram escolhidos aleatoriamente em função da avaliação da temperatura e umidade relativa do ar ambiente, para a verificação do que melhor se ajustasse à realidade empírica do produto, de maneira à melhor representar sua isoterma. Os modelos utilizados estão presentes na Tabela 2.

Tabela 2 - Modelos matemáticos usados para a representação do equilíbrio higroscópico

MODELO	Equações	
ChungPfost	$Ue = a - b*\ln[-(T + c)*\ln(UR)]$	(1)
Copace	$Ue = \exp[\ a-(b*T) + (c*UR)]$	(2)
GAB Modificado	$Ue= ab(c / T)UR/\{[1- b\ UR][1- b\ UR + b(c / T)UR]\}$	(3)
Halsey Modificado	$Ue = [\exp(a - bT) /- \ln(UR)]^{1/c}$	(4)
Henderson	$Ue = [\ln(1 - UR) /(- a*Tabs)]^{1/b}$	(5)
Henderson Modificado	$Ue = \{\ln(1 - UR) /[- a*(T + b)]\}^{1/c}$	(6)
Oswin	$Ue = (a - b*T) /[(1- UR)/ UR]^{1/c}$	(7)
Sabbab	$Ue = a\ (UR^b / T^c)$	(8)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Sigma Copace	$Ue = \exp\{a-(bT) + [c \exp(UR)]\}$	(9)

Onde, Ue: Teor de água do produto, b.s.; UR: Umidade relativa do ar, decimal; T: Temperatura do ar ambiente, °C; Tabs: Temperatura absoluta do ar ambiente, K; a, b, c: Parâmetros que dependem da natureza do produto.

Para o ajuste dos modelos matemáticos, foram realizadas análises de regressão não linear pelo método Gauss-Newton, utilizando-se o *software* STATISTICA 7.0® (Statsoft, Tulsa, USA). A escolha do melhor modelo foi uma função dos parâmetros estatísticos: desvio padrão da estimativa (SE), erro médio relativo (P), coeficiente de determinação (R^2) e tendência de distribuição dos resíduos. O desvio padrão da estimativa e o erro médio relativo foram calculados, respectivamente, pelas equações 11 e 12.

$$P = (100/n)\sum(\frac{|Y-\hat{Y}|}{Y})] \quad (11)$$

$$SE = \sqrt{\sum(Y-\hat{Y})^2/GLR} \quad (12)$$

Em que, SE: desvio padrão da estimativa (decimal); Y: valor observado experimentalmente; $\hat{Y}$: valor calculado pelo modelo; GLR: graus de liberdade do modelo; P: erro médio relativo (%); n: número de dados observados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados experimentais do teor de água do equilíbrio higroscópico do endocarpo do fruto do café, obtidos a partir de diferentes combinações de temperatura e umidade relativa do ar ambiente, estão presentes na Tabela 3.

Tabela 3. Valor dos teores de água de equilíbrio (b.s.) para diferentes combinações de temperatura (°C) e umidade relativa do ar ambiente (%).

Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)	Teor de água de equilíbrio (b.s.)
11,31	20	0,1053
23,11	20	0,1878
54,38	20	0,2653
11,28	30	0,1029
32,44	30	0,1590
51,40	30	0,1894
83,62	30	0,3035
11,03	55	0,0590
50,15	55	0,0854
80,70	55	0,1324
10,75	70	0,0241
79,49	70	0,0852

Para a análise da modelagem representativa de equilíbrio higroscópio foram utilizados os modelos descritos na Tabela 2. Para análise de cada modelo foram determinados seus respectivos parâmetros, coeficientes de determinação (R^2), erro médio relativo (P) e desvio padrão da estimativa (SE). Na Tabela 4 estão apresentados os resultados dos parâmetros estimados relacionados aos modelos de equilíbrio higroscópico para o endocarpo do fruto do café.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 4. Parâmetros estimados, coeficientes de determinação (R^2), erro médio relativo (P) e desvio padrão da estimativa (SE) do endocarpo, para cada modelo analisado.

Endocarpo				
Modelo	Parâmetros	R^2	P (%)	SE (decimal)
ChungPfost	a = 0,3132	79,46	30,61	0,0884
	b = 0,0634			
	c = -14,9043			
Copace	a = -1,5322	97,23	8,88	0,0324
	b = 0,0302			
	c = 1,4972			
GAB Modificado	a = 132,6105	78,86	29,07	0,0896
	b = 0,0006			
	c = 136,9995			
Halsey Modificado	a = -2,3051	96,45	10,71	0,0368
	b = 0,0711			
	c = 2,3467			
Henderson	a = 0,0167	-	69,04	0,3445
	c = 0,8163			
Henderson Modificado	a = 1,5940	88,38	23,58	0,0665
	b = -14,0557			
	c = 2,0172			
Oswin	a = 0,2164	50,08	36,80	0,1378
	b = -0,0024			
	c = 1,7257			
Sabbab	a = 8,1846	92,90	16,30	0,0520
	b = 0,5967			
	c = 0,9844			
Sigma Copace	a = -2,2657	95,74	11,61	0,0403
	b = 0,0306			
	c = 0,8758			

O modelo matemático que se mostrou mais adequado para descrição do fenômeno de equilíbrio higroscópio foi o modelo de Copace, que apresentou os coeficientes de determinação acima de 97% e erro médio relativo abaixo de 9%. Considera-se que valores de erro médio relativo abaixo de 10% indicam um razoável ajuste para as práticas propostas (MOHAPATRA, 2005).

Para uma melhor verificação da representatividade dos modelos aos respectivos fenômenos de higroscopicidade, a Figura 1 apresenta os valores experimentais do teor de água de equilíbrio e os valores simulados das isotermas de sorção dos modelos que melhor se ajustaram às curvas experimentais.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

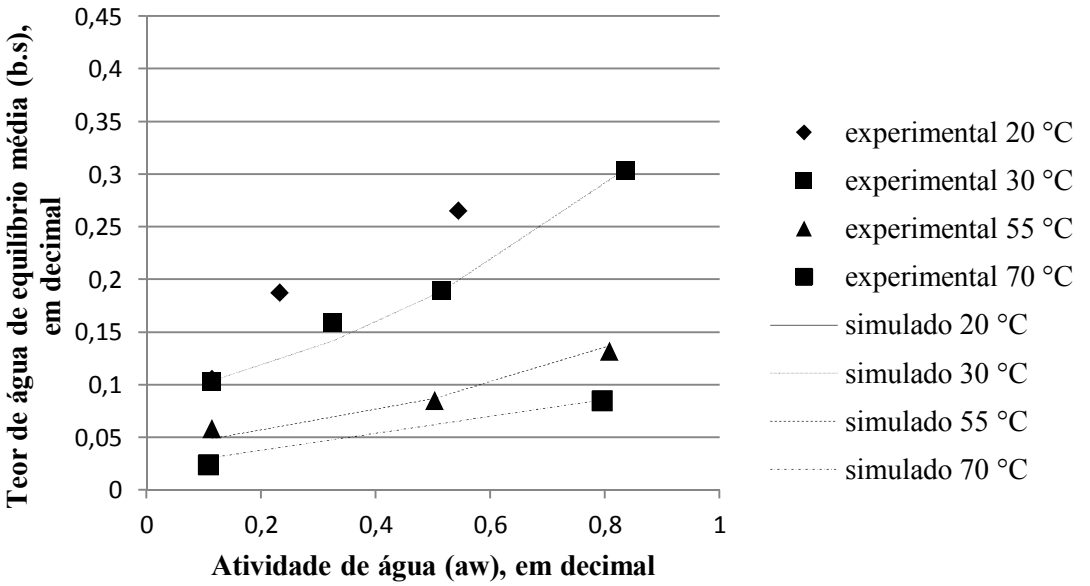


Figura 1. Valores experimentais e simulados do equilíbrio higroscópio do endocarpo do fruto do café pelo modelo de Copace.

CONCLUSÕES

Os teores de água de equilíbrio do endocarpo do fruto do café, analisado variaram proporcionalmente em função da umidade relativa do ar ambiente, para uma mesma temperatura; e decresceram à medida que se aumentou a temperatura, para a mesma umidade relativa do ar ambiente. Dessa maneira verifica-se que o endocarpo do fruto do café caracteriza-se como produto higroscópico. Sendo assim, o melhor modelo que se ajustou aos dados experimentais de equilíbrio higroscópio do endocarpo do fruto do café foi o modelo de Copace.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asae Standards. (1999) Transactions of ASAE, St.Joseph, MI, 980p.

Araújo, L. F.; Oliveira, L. S. C.; Perazzo Neto, A.; Alsina, O. L. S. L; Silva, F. L. H. da. Equilíbrio higroscópico da palma forrageira: Relação com a umidade ótima para fermentação sólida. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, p.379-384, 2005.
BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. v. 1, 631 p.
Brooker, D. B.; Bakker-Arkema, F. W.; Hall,C. W. (1992) Drying and storage of grains and oilseeds. Westport : AVI, 450 p.

Chen, C.; Morey, V. (1989a) Comparison of four EMC/ERH equations. Transactions of ASAE, St.Joseph, v.32, n.3, p.983-990.

Chen, C.; Morey, V. (1989b) Equilibrium relativity humidity (ERH) relationships for yellow-dente corn. Transactions of ASAE, St. Joseph,v.32,n.3, p.999-1006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira café, safra 2014 segunda estimativa, outrubo/2015**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 06 out. 2015.
Corrêa, P.C.; Martins, D.S.R.; Melo, E.C. (1995)Umigrãos: Programa para o cálculo do teor de umidade de equilíbrio para os principais produtos agrícolas. Viçosa: Centreinar – UFV,10p.

Corrêa, P.C.; Vital, R.B.; Martins, J.H. (1998) Higroscopicidade e entalpia de vaporização para madeira de Eucalyptus grandis. Revista Árvore,Viçosa, v.22, n.4, p.555-561.

GREENSPAN, L. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. **Journal of Research of National Bureau of Standards**. A. Physics and Chemistry. Vol. 81a, n.1. 1977.
Hall, C. W. Dryingandstorageofagriculturalcrops. Westport: AVI, 1980. 381p.
Mazza, G.; Jayas, D.S. (1991) Equilibrium moisture characteristics of sunflower seeds, hulls, and kernels. Transactions of ASAE, St. Joseph, v.34,n.2, p.534-538.

MOHAPATRA, D.; RAO, P. S.A thin layer drying model of parboiled wheat.**Journal of Food Engineering**, Essex, v. 66, n. 4, p. 513-518, Feb. 2005.
Morey, V.; Wilcke, W.F.; Meronuck, R.A. *et al.*(1995) Relationship between equilibrium relative humidity and deterioration of shelled corn.
Pereira, J.A.M.; Queiroz, D.M. (1987) Higroscopia,Viçosa: CENTREINAR, 28p.

Pfost, H.B.; Maurer, S.G.; Chung, D.S. *et al.*(1976) Summarizing and reporting equilibrium moisture data for grains. ASAE, Paper No. 76-3520, St. Joseph, 11p.

Sokhansanj, S.; Zhijie, W.; Jayas, D.S. *et al.* (1986)Equilibrium relative humidity- moisture content of rapessed (canola) from 5ºC to 25ºC. Transactions of ASAE, St. Joseph, v.29, n.3, p.837-839.

Sokhansanj, S.; Yang, W. (1996) Revision of the ASAE standard D245.4: moisture relationships of grains. Transactions of ASAE, St. Joseph, v.39,n.2, p.639-642.
STATSOFT, Inc..**STATISTICA** (data analysis software system), version 7.2004. Disponível em: www.statsoft.com

TEIXEIRA, L. P.; ANDRADE, E. T.; SILVA, P. G. L. Determinação do equilíbrio higroscópico e do calor isostérico da polpa e da casca do abacaxi (Ananascomosus). **ENGEVISTA**, Niterói, v. 14, p. 172-184, Agosto 2012.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DO FENÔMENO DE HIGROSCOPICIDADE DO ENDOSPERMA DO FRUTO DO CAFÉ

CARLOS HENRIQUE CARDEAL GUIRALDELI[1], EDNILTON TAVARES DE ANDRADE[2], EZEQUIEL ANDRADE BARROS[3], ANA CLAUDIA DE ALMEIDA DA SILVA[4], VINICIUS MORIBE PEREIRA[5], MURILO FERRAZ TOSTA[6]

[1] Graduando em Agronomia, UFLA, (35) 9226-5190, carlosguiraldeli@outlook.com
[2] Professor Dr. do Departamento de Engenharia, UFLA, (35) 3829-1669, edniltontavares@gmail.com
[3] Graduando em Engenharia Agrícola, UFLA, (35) 99771475, ezequiel_a_barros@hotmail.com
[4] Graduanda em Engenharia Agrícola, UFLA, (35) 9134-1575, anaclaudia.alsi@gmail.com
[5] Graduando em Agronomia, UFLA, (41) 8879-9745, vmp@viniciusmoribe.com
[6] Doutorando em Engenha Agrícola, UFLA, (35) 9218-3368, mutosta@hotmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo a determinação e análise do equilíbrio higroscópico do endosperma do fruto do cafeeiro, Coffea arabica L, da variedade catuaí amarelo, em diferentes condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, e avaliar dentre diversos modelos descritos na literatura, o que melhor representa o comportamento da isoterma de sorção. De posse dos referidos modelos matemáticos e dos dados experimentais, pode-se determinar o melhor modelo e os parâmetros que satisfizessem a representatividade do fenômeno de higroscopicidade. As temperaturas utilizadas foram de 20°C, 30°C, 55°C e 70°C, com umidades relativas entre 10,75% a 54,38%. O modelo que melhor se ajustou aos dados para representar o fenômeno de higroscopicidade do endosperrma do fruto foi o modelo de Oswin com coeficiente de determinação (R2) de 98,33%, e menores erro médio estimado e erro médio relativo.
PALAVRAS–CHAVE: teor de água, equilíbrio higrscópico, temperatura.

ENDOSPERM HYGROSCOPICITY PHENOMENON STUDY COFFEE FRUIT

ABSTRACT: This study aimed to determine and analyze the equilibrium moisture content of the endosperm of the coffee fruit, Coffea arabica L, the catuaí yellow variety , in different controlled conditions of temperature and relative humidity , and assess from various models described in the literature, that best represents the behavior of sorption isotherm . Possession of these mathematical models and experimental data , we can determine the best model and the parameters that satisfy the representativeness of the hygroscopicity phenomenon. Temperatures used were 20 °C, 30 °C, 55 °C and 70 °C with relative humidity between 10.75% and 54.38%. The model that best fit the data to represent the coffee pulped hygroscopicity phenomenon was the model of Oswin a coefficient of determination (R^2) of 98.33% , and lower estimated mean and mean relative error .
KEYWORDS: moist content, hygroscopic balance, temperature.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café. Na safra de 2014, o país colheu mais de 45,3 milhões de sacas beneficiadas, sendo 32,3 milhões (*Coffea arabica* L.) e 13,0 milhões (*Coffea canephora* L.) (CONAB, 2015). As riquezas geradas a partir das transações do café fazem desse produto um dos principais na balança do agronegócio nacional. Diante dessa importância, todo empenho que forneça maior viabilidade econômica para a atividade cafeeira se faz necessário.

Apesar de o Brasil ser líder no mercado mundial e apresentar um avançado desenvolvimento tecnológico na área de pós-colheita do café, ainda não se tem conhecimento do comportamento de cada parte intrínseca do café. O endosperma do fruto do café é um material higroscópico, ou seja, é capaz de absorver, reter ou eliminar água e procura estabelecer, sempre, um equilíbrio de umidade com o ar em seu redor. Quando a pressão de vapor da água presente no produto e a pressão de vapor de água da atmosfera são iguais, ocorre o equilíbrio higroscópico (Araújo et al. , 2005).

Todos os produtos tem a capacidade de ceder água para o ambiente ou absorve-la, convergindo, constantemente, para uma relação de equilíbrio entre o seu teor de água e o ar ambiente (GONELI et al., 2014). Segundo (SOKHANSANJ & LANG, 1996), o teor de água de equilíbrio higroscópico, é o teor de água no qual a pressão de vapor d'água no produto é igual à do ar que o envolve.

Para Hall (1980) as curvas de equilíbrio higroscópio são importantes para definir limites de desidratação do produto, estimar as mudanças do teor de água sob determinadas condição de temperatura e umidade relativa do ar ambiente e para definir os teores de água adequados ao inicio de atividade de micro-organismos, que podem provocar deterioração do produto.

Sendo assim, o presente trabalho se objetiva a determinação do equilíbrio higroscópico do endosperma do fruto do café, a partir de diferentes combinações de temperatura e umidade relativa do ar ambiente, e avaliar dentre os modelos descritos na literatura, o que melhor represente o comportamento de sorção do endosperma do fruto do café.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas, no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Para a condução do experimento, foram utilizados frutos de café (*Coffea arabica* L.) colhidos manualmente em uma lavoura selecionada com histórico de produzir cafés de qualidade, selecionando-se apenas frutos maduros ou "cereja". Após a colheita, os frutos foram separados hidraulicamente e por diferença de densidade, removeram-se os frutos de menor massa (secos, chochos, brocados e mal granados). Em seguida, foi realizada uma nova seleção manual onde foram retirados frutos imaturos e sobremaduros remanescentes. Os frutos maduros selecionados foram, então, divididos em duas partes: uma parte constituída pela porção de café "natural" (processamento via seca) e a outra parte será descascada. Durante o procedimento de descascamento a parte do exocarpo, mesocarpo e endocarpo também foram separados para a realização dos testes de higroscopicidade. Todos os procedimentos de colheita e processamento foram realizados segundo Borém, 2008.

Os testes de higroscopicidade foram realizados em câmara incubadora BOD e estufa com temperatura controlada e ventilação forçada, sendo as amostras armazenadas de forma hermética em potes de acrílico de aproximadamente 0,25 litros. Para cada teste de equilíbrio higroscópico foram utilizados aproximadamente 5 gramas do produto, e colocadas em saches de nylon, de forma

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

a garantir uma maior superfície de contato do material com o ambiente. As temperaturas dos experimentos foram obtidas a partir das regulagens da câmara e estufa. A umidade relativa foi determinada a partir das soluções a serem utilizadas, sendo as temperaturas que foram experimentadas de 20ºC, 30°C, 55°C e 70°C, por aproximadamente 96 horas. As soluções utilizadas para o experimento e suas respectivas umidades relativas de equilíbrio em função da temperatura do ar ambiente estão dispostas na Tabela 1 (GREENSPAN, 1977).

Tabela 1. Umidade relativa de equilíbrio (%) de soluções salinas saturadas.

Temperatura (°C)	Sais		UR (%)
20	Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	33,07±0,18
	Cloreto de lítio	LiCl	11,31±0,31
	Nitrato de Magnésio	$Mg(NO_3)$	54,38±0,23
30	Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	32,44 ± 0,14
	Cloreto de lítio	LiCl	11,28 ± 0,24
	Nitrato de Magnésio	$Mg(NO_3)$	51,40 ± 0,24
55	Cloreto de lítio	LiCl	11,03 ± 0,23
70	Cloreto de lítio	LiCl	10,75 ± 0,33

Fonte: GREENSPAN (1977)

Para a verificação e quantificação do fenômeno de equilíbrio higroscópico, ainda em laboratório, as amostras foram pesadas antes de entrarem na câmara BOD e na estufa e posteriormente a cada 24 horas, até entrarem em equilíbrio higroscópico com o ambiente circundante em condições herméticas. O equilíbrio higroscópico foi obtido quando as amostras apresentaram peso constante. As pesagens foram realizadas em balança semi-analítica, GEHAKA modelo BK600, com precisão de 3 casas decimais. Dessa maneira, foram verificados os diversos teores de água de equilíbrio para as diversas combinações de temperatura e umidade relativa do ar. Para um melhor tratamento dos dados foi utilizada, para cada combinação de umidade relativa do ar e temperatura, a média de 3 repetições.

De acordo com (TEIXEIRA, ANDRADE & SILVA, 2012), os modelos matemáticos obtidos na literatura e representativos da higroscopicidade de produtos agrícolas, utilizados para análise do produto, foram escolhidos aleatoriamente em função da avaliação da temperatura e umidade relativa do ar ambiente, para a verificação do que melhor se ajustasse à realidade empírica do produto, de maneira à melhor representar sua isoterma. Os modelos utilizados estão presentes na Tabela 2.

Tabela 2 - Modelos matemáticos usados para a representação do equilíbrio higroscópico

MODELO	Equações	
Chung Pfost	$Ue = a - b*\ln[-(T + c)*\ln(UR)]$	(1)
Copace	$Ue = \exp[a-(b*T) + (c*UR)]$	(2)
GAB Modificado	$Ue= ab(c / T)UR/\{[1- b\ UR][1- b\ UR + b(c / T)UR]\}$	(3)
Halsey Modificado	$Ue = [\exp(a - bT) /- \ln(UR)]^{1/c}$	(4)
Henderson	$Ue = [\ln(1 - UR) /(- a*Tabs)]^{1/b}$	(5)
Henderson Modificado	$Ue = \{\ln(1 - UR) /[- a*(T + b)]\}^{1/c}$	(6)
Oswin	$Ue = (a - b*T) /[(1- UR)/ UR]^{1/c}$	(7)
Sabbab	$Ue = a\ (UR^b / T^c)$	(8)
Sigma Copace	$Ue = \exp\{a-(bT) + [c \exp(UR)]\}$	(9)

Fonte: TEIXEIRA, ANDRADE & SILVA, 2012

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Em que:
Ue: Teor de água do produto, b.s.;
UR: Umidade relativa do ar, decimal;
T: Temperatura do ar ambiente, °C;
Tabs: Temperatura absoluta do ar ambiente, K;
a, b, c: Parâmetros que dependem da natureza do produto.

Para o ajuste dos modelos matemáticos, foram realizadas análises de regressão não linear pelo método Gauss-Newton, utilizando-se o *software* STATISTICA 7.0® (Statsoft, Tulsa, USA). A escolha do melhor modelo foi uma função dos parâmetros estatísticos: desvio padrão da estimativa (SE), erro médio relativo (P), coeficiente de determinação (R^2) e tendência de distribuição dos resíduos. O desvio padrão da estimativa e o erro médio relativo foram calculados, respectivamente, pelas equações 1 e 2.

$$P = \frac{100}{n} \cdot \sum \left(\left| Y - \hat{Y} \right| / Y \right) \quad (1)$$

$$SE = \sqrt{\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{GLR}} \quad (2)$$

Em que:
SE: desvio padrão da estimativa (decimal);
Y: valor observado experimentalmente;
Ŷ: valor calculado pelo modelo;
GLR: graus de liberdade do modelo;
P: erro médio relativo (%);
n: número de dados observados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados experimentais do teor de água do equilíbrio higroscópico do endosperma do fruto do café, obtidos a partir de diferentes combinações de temperatura e umidade relativa do ar ambiente, estão presentes na tabela 3.

Tabela 3. Valor dos teores de água de equilíbrio (b.s.) para diferentes combinações de temperatura (°C) e umidade relativa do ar ambiente (%).

Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)	Teor de água de equilíbrio (b.s.)
33,07	20	0,2719
11,31	20	0,1630
54,38	20	0,3953
32,44	30	0,2645
11,28	30	0,1646
51,40	30	0,3732
11,03	55	0,1058
10,75	70	0,1396

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Para a análise da modelagem representativa de equilíbrio higroscópio foram utilizados os modelos descritos na tabela 2. Para análise de cada modelo foram determinados seus respectivos parâmetros, coeficientes de determinação (R^2), erro médio relativo (P) e desvio padrão da estimativa (SE). Na tabela 4 estão apresentados os resultados dos parâmetros estimados relacionados aos modelos de equilíbrio higroscópico para o endosperma do fruto do fruto do café.

Tabela 4. Parâmetros estimados, coeficientes de determinação (R^2), erro médio relativo (P) e desvio padrão da estimativa (SE) do endosperma, para cada modelo analisado.

		Endosperma		
Modelo	Parâmetros	R^2	P (%)	SE (decimal)
Chung Pfost	a = 1,3115 b = 0,1822 c = 236,6127	98,23	0,58	0,0015
Copace	a =-1,8973 b = 0,0055 c = 2,0516	97,66	0,62	0,0019
GAB Modificado	a = 0,1927 b = 0,9751 c = 691,7166	98,26	0,56	0,0014
Halsey Modificado	a = -1,6231 b = 0,0072 c = 1,4188	97,98	0,58	0,0017
Henderson	a = 0,0162 c = 1,9305	97,91	0,61	0,0017
Henderson Modificado	a = 0,0449 b = 92,2798 c = 2,0079	98,15	0,59	0,0014
Oswin	a = 0,4004 b = -0,0014 c = 2,4171	98,33	0,54	0,0014
Sabbab	a = 0,7977 b = 0,6031 c = 0,1146	97,60	0,68	0,0020
Sigma Copace	a = -3,2180 b = 0,0061 c = 1,4273	96,67	0,71	0,0028

O modelo matemático que se mostrou mais adequado para descrição do fenômeno de equilíbrio higroscópio foi o modelo de Oswin, que apresentou os coeficientes de determinação 98,33% e erro médio relativo abaixo de 0,54%. Considera-se que valores de erro médio relativo abaixo de 10% indicam um razoável ajuste para as práticas propostas (MOHAPATRA, 2005).

Para uma melhor verificação da representatividade dos modelos aos respectivos fenômenos de higroscopicidade, a figura 1 apresenta os valores experimentais do teor de água de equilíbrio e os valores calculados das isotermas de sorção do modelo que melhor se ajustou às curvas experimentais.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

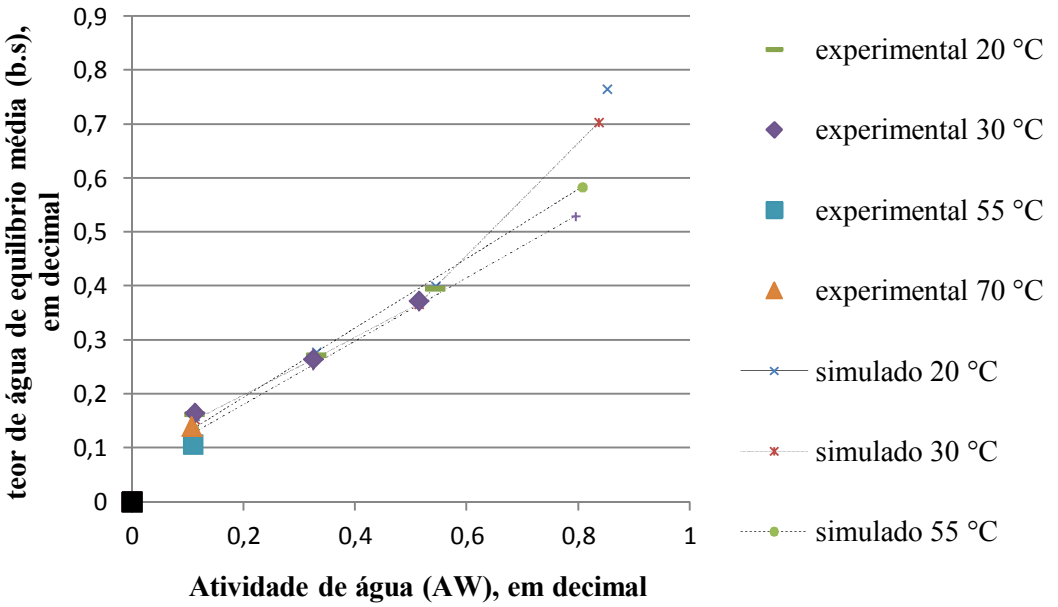


Figura 1. Valores experimentais e simulados do equilíbrio higroscópio do endosperma do fruto do café pelo modelo de Oswin.

CONCLUSÕES

Os teores de água de equilíbrio do endosperma do fruto do café, analisado variam proporcionalmente em função da umidade relativa do ar ambiente, para uma mesma temperatura; e decresceram à medida que se aumentou a temperatura, para a mesma umidade relativa do ar ambiente. Dessa maneira verifica-se que o endosperma do fruto do café caracteriza-se como produto higroscópico. Sendo assim, o melhor modelo que se ajustou aos dados experimentais de equilíbrio higroscópio do endosperma do fruto do café foi o modelo de Oswin.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. T.; BORÉM, F. M. Modelagem matemática e simulação aplicados na secagem do café. In: BORÉM, F. M. (Ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p. 301-347.

BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. v. 1, 631 p.

BORÉM, F. M. et al. Qualidade do café submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 55-63, 2006.

BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R.; ANDRADE, E. T. Secagem do café. In: BORÉM, F. M. (Ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p. 205-240.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café**, Safra 2015, Primeiro Levantamento, Brasília, p. 1-41, 2015.

GONELI, A.L.D.; NASU, A.K.; GANCEDO, R.; ARAÚJO, W.D.; SARATH, K.L.L. Cinética de secagem de folhas de erva baleeira (Cordia verbenacea DC**.). Revista brasileira de plantas medicinais**, Botucatu , 2014, vol.16, n.2, suppl.1, pp. 434-443.

GREENSPAN, L. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. **Journal of Research of National Bureau of Standards**. A. Physics and Chemistry. Vol. 81a, n.1. 1977.

HENDERSON, S. M. Progress in developing the thin layer drying equation. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 17, p. 1167-1168, 1974.

MOHAPATRA, D.; RAO, P. S. A thin layer drying model of parboiled wheat. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 66, n. 4, p. 513-518, Feb. 2005.

STATSOFT, Inc.. **STATISTICA** (data analysis software system), version 7. 2004. Disponível em: www.statsoft.com

TEIXEIRA, L. P.; ANDRADE, E. T.; SILVA, P. G. L. Determinação do equilíbrio higroscópico e do calor isostérico da polpa e da casca do abacaxi (Ananas comosus). **ENGEVISTA**, Niterói, v. 14, p. 172-184, Agosto 2012.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DO FENÔMENO DE HIGROSCOPICIDADE DO EXOCARPO DO FRUTO DO CAFÉ

EZEQUIEL ANDRADE BARROS[1], EDNILTON TAVARES DE ANDRADE[2], CARLOS HENRIQUE CARDEAL GUIRALDELI[3], DANILO BARBOSA CARDOSO[4], LOURENÇO DE FARIA BALBINO[5], RODRIGO SOARES PIERONI[6]

[1] Graduação em Engenharia Agrícola, UFLA, (35) 99771475, ezequiel_a_barros@hotmail.com
[2] Professor Associado, DEG, UFLA, (35) 91952070, edniltontavares@gmail.com
[3] Graduação em Agronomia, UFLA, (35) 92265190, ch_cardeal@hotmail.com
[4] Mestrado em Engenharia Agrícola, UFLA, cardosodb@gmail.com
[5] Graduação em Engenharia Agrícola, UFLA, lorencobalbino@hotmail.com
[6] Graduação em Agronomia, UFLA, rodrigopieroni@outlook.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo a determinação e análise do equilíbrio higroscópico do exocarpo, *CoffeaarabicaL.,* da variedade catuaí amarelo, em diferentes condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, e avaliar dentre diversos modelos descritos na literatura, o que melhor representa o comportamento da isoterma de sorção. De posse dos referidos modelos matemáticos e dos dados experimentais, pode-se determinar o melhor modelo e os parâmetros que satisfizessem a representatividade do fenômeno de higroscopicidade. As temperaturas utilizadas foram de 20°C, 30°C, 55°C e 70°C, com umidades relativas entre 10,75% a 85,11%. O modelo que melhor se ajustou aos dados para representar o fenômeno de higroscopicidade do exocarpo foi o modelo de Oswin com coeficiente de determinação R^2 de 98,30% e menores erro médio estimado e erro médio relativo.
PALAVRAS–CHAVE: energia, isoterma, modelo.

STUDY PHENOMENON HYGROSCOPIC OF THE HUSK OF THE COFFEE FRUIT

ABSTRACT: This study aimed to determine and analyze the equilibrium hygroscopic of the exocarp, *CoffeaarabicaL.*, of the catuaí yellow variety, in different controlled conditions of temperature and relative humidity, and assess from various models described in the literature, which best represents the behavior the sorption isotherm. Possession of these mathematical models and experimental data, we can determine the best model and the parameters that satisfy the representativeness of the hygroscopicity phenomenon. Temperatures used were 20 °C, 30 °C, 55 °C and 70 °C with relative humidity between 10.75% and 85.11%. The model that best fit the data to represent hygroscopicity phenomenon of the exocarp was Oswin model with R^2 determination coefficient of 98.30% and lower estimated mean and mean relative error.
KEYWORDS: energy, isotherms, model.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

No Brasil o exocarpo (casca) do fruto do café vem ganhando grande utilização após o processamento de preparo do fruto do café por via úmida ou via semi-úmida na pós-colheita, no qual o exocarpo (casca) é separado do fruto por descascamento, e na maioria das vezes após a separação este material é descartado.

Sua utilização vem sendo empregada em dietas para ruminantes, como fonte de matéria orgânica na adubação orgânica do cafeeiro e na geração de energia. Giomo (2006) afirma que, para café coco, com 10 a 12% de umidade, 50% é grão endosperma e 50% é casca mais pergaminho constituído por exocarpo e endocarpo. Segundo o IBGE (2015) a estimativa para a safra de 2015 é de 43,7 milhões de sacas de café (1,7 milhões de toneladas); sendo assim, é provável que seja gerado deste total 21,85 milhões de sacas (850 mil toneladas) de resíduo.

O exocarpo (casca) é um material higroscópio e o comportamento higroscópio de diversos produtos agrícolas vem sendo estudado por vários pesquisadores, que descrevem modelos distintos para expressar o teor de água de equilíbrio em função da temperatura e umidade relativa do ar (Chen & Jayas, 1998; Corrêa et al., 1998; Chen, 2000; Oliveira et al., 2004; Giner & Gely, 2005; Resende et al., 2006; Francisco et al., 2007; Goneli, 2008; Bastos, 2009).

Portanto, o presente trabalho visa o estudo do fenômeno de higroscopicidade do exocarpo (casca) do fruto do café e ajuste de modelos matemáticos.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas, no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Para a condução do experimento, foram utilizados frutos de café (*CoffeaarabicaL.*) colhidos manualmente em uma lavoura selecionada com histórico de produzir cafés de qualidade, selecionando-se apenas frutos maduros ou “cereja”. Após a colheita, os frutos foram separados, em água, por diferença de densidade, removendo-se os de menor massa específica (secos, chochos, brocados e mal granados). Em seguida, nova seleção manual foi realizada para a retirada de frutos imaturos e sobremaduros remanescentes. Os frutos maduros e selecionados foram, então, divididos em duas partes: uma parte constituída pela porção de café “natural” (processamento via seca) e a outra parte será descascada. Durante o procedimento de descascamento a parte do café exocarpo (casca) foi separadas para a realização dos testes de higroscopicidade. Todos os procedimentos de colheita e processamento foram realizados segundo Borém (2008).

Os testes de higroscopicidade foram realizados em câmara incubadora BOD e estufa, sendo as amostras armazenadas de forma hermética em caixas plásticas gerbox de 250 ml com tela em aço inox com controle de temperatura e umidade relativa do ar. Para cada teste de equilíbrio higroscópico foram utilizadas amostras significativas de produtos e colocadas em saches telados de plástico *nylon*, de forma a garantir uma maior superfície de contato do material com o ambiente. As temperaturas dos experimentos foram obtidas a partir das regulagens da câmara e estufa, e a umidade relativa a partir das soluções a serem utilizadas, sendo as temperaturas que foram experimentadas de 20ºC, 30°C, 55°C e 70°C, por aproximadamente 96 horas. As soluções utilizadas para o experimento e suas respectivas umidades relativas de equilíbrio em função da temperatura do ar ambiente estão dispostas na Tabela 1 (GREENSPAN, 1977).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1. Umidade relativa de equilíbrio (%) de soluções salinas saturadas.

Temperatura (°C)	Sais		UR (%)
20	Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	33,07±0,18
	Cloreto de lítio	LiCl	11,31±0,31
	Cloreto de Potássio	KCl	85,11±0,29
	Nitrato de Magnésio	$Mg(NO_3)$	54,38±0,23
	Acetato de potássio	CH_3COOK	23,11±0,25
30	Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	32,44 ± 0,14
	Cloreto de lítio	LiCl	11,28 ± 0,24
	Cloreto de Potássio	KCl	83,62 ± 0,25
	Nitrato de Magnésio	$Mg(NO_3)$	51,40 ± 0,24
	Acetato de potássio	CH_3COOK	21,61 ± 0,53
55	Cloreto de lítio	LiCl	11,03 ± 0,23
	Cloreto de Potássio	KCl	80,70 ± 0,35
	Brometo de sódio	NaBr	50,15 ± 0,65
	Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	29,93 ± 0,16
70	Cloreto de lítio	LiCl	10,75 ± 0,33
	Cloreto de Potássio	KCl	79,49 ± 0,57

Fonte: GREENSPAN (1977)

Para a verificação e quantificação do fenômeno de equilíbrio higroscópico, ainda em laboratório, as amostras foram pesadas antes e depois de serem, respectivamente, colocadas e retiradas da câmara e estufa, após entrarem em equilíbrio térmico com o ambiente circundante em condições herméticas. As pesagens foram realizadas em balança semi analítica, GEHAKA modelo BK600, com precisão de 3 casas decimais. Dessa maneira, foram verificados os diversos teores de água de equilíbrio para as várias combinações de temperatura e umidade relativa do ar. Para um melhor tratamento dos dados foram utilizadas, para cada combinação de umidade relativa do ar e temperatura, a média de 3 repetições.

De acordo com (TEIXEIRA, ANDRADE & SILVA, 2012), os modelos matemáticos obtidos na literatura e representativos da higroscopicidade de produtos agrícolas, utilizados para análise do produto, foram escolhidos aleatoriamente em função da avaliação da temperatura e umidade relativa do ar ambiente, para a verificação do que melhor se ajustasse à realidade empírica do produto, de maneira a melhor representar sua isoterma. Os modelos utilizados estão presentes na Tabela 2.

Tabela 2 - Modelos matemáticos usados para a representação do equilíbrio higroscópico

MODELO	Equações	
Chung Pfost	$Ue = a - b*\ln[-(T + c)*\ln(UR)]$	(1)
Copace	$Ue = \exp[a-(b*T) + (c*UR)]$	(2)
GAB Modificado	$Ue= ab(c / T)UR/\{[1- b\ UR][1- b\ UR + b(c / T)UR]\}$	(3)
Halsey Modificado	$Ue = [\exp(a - bT) /- \ln(UR)]^{1/c}$	(4)
Henderson	$Ue = [\ln(1 - UR) /(- a*Tabs)]^{1/b}$	(5)
Henderson Modificado	$Ue = \{\ln(1 - UR) /[- a*(T + b)]\}^{1/c}$	(6)
Oswin	$Ue = (a - b*T) /[(1- UR)/ UR]^{1/c}$	(7)
Sabbab	$Ue = a\ (UR^b / T^c)$	(8)
Sigma Copace	$Ue = \exp\{a-(bT) + [c \exp(UR)]\}$	(9)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Onde, Ue: Teor de água do produto, b.s.; UR: Umidade relativa do ar, decimal; T: Temperatura do ar ambiente, °C; Tabs: Temperatura absoluta do ar ambiente, K; a, b, c: Parâmetros que dependem da natureza do produto.

Para o ajuste dos modelos matemáticos, foram realizadas análises de regressão não linear pelo método Gauss-Newton, utilizando-se o *software* STATISTICA 7.0® (Statsoft, Tulsa, USA). A escolha do melhor modelo foi uma função dos parâmetros estatísticos: desvio padrão da estimativa (SE), erro médio relativo (P), coeficiente de determinação (R^2) e tendência de distribuição dos resíduos. O desvio padrão da estimativa e o erro médio relativo foram calculados, respectivamente, pelas equações 11 e 12.

$$P = (100/n)\sum(\frac{|Y-\hat{Y}|}{Y})] \quad (11)$$

$$SE = \sqrt{\sum(Y-\hat{Y})^2/GLR} \quad (12)$$

Em que, SE: desvio padrão da estimativa (decimal); Y: valor observado experimentalmente; Ŷ: valor calculado pelo modelo; GLR: graus de liberdade do modelo; P: erro médio relativo (%); n: número de dados observados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados experimentais do teor de água do equilíbrio higroscópico do exocarpo (casca) do fruto do café, obtidos a partir de diferentes combinações de temperatura e umidade relativa do ar ambiente, estão presentes na Tabela 3.

Tabela 3. Valor dos teores de água de equilíbrio (b.s.) para diferentes combinações de temperatura (°C) e umidade relativa do ar ambiente (%).

Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)	Teor de água de equilíbrio (b.s.)
11,31	20	0,3987
23,11	20	0,4952
33,07	20	0,5685
54,38	20	0,7198
11,28	30	0,3614
21,61	30	0,4637
32,44	30	0,5173
51,40	30	0,6528
11,03	55	0,1693
80,70	55	0,5596
10,75	70	0,1392
79,49	70	0,3118

Para a análise da modelagem representativa de equilíbrio higroscópio foram utilizados os modelos descritos na Tabela 2. Para análise de cada modelo foram determinados seus respectivos parâmetros, coeficientes de determinação (R^2), erro médio relativo (P) e desvio padrão da estimativa (SE). Na Tabela 4 estão apresentados os resultados dos parâmetros estimados relacionados aos modelos de equilíbrio higroscópico para o exocarpo (casca) do fruto do café.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 4. Parâmetros estimados, coeficientes de determinação (R^2), erro médio relativo (P) e desvio padrão da estimativa (SE) do exocarpo (casca), para cada modelo analisado.

Exocarpo (casca)				
Modelo	Parâmetros	R^2	P (%)	SE (decimal)
Chung Pfost	a = 0,9018	78,82	14,13	0,1929
	b = 0,1571			
	c = -13,1813			
Copace	a = -0,5562	94,27	9,42	0,1004
	b = 0,0210			
	c = 1,3127			
GAB Modificado	a = 0,8441	83,68	11,91	0,1693
	b = 0,0021			
	c = 63569,510			
Halsey Modificado	a = -0,0848	94,31	8,56	0,1000
	b = 0,0531			
	c = 2,3556			
Henderson	a = 0,0953	32,75	39,16	0,4862
	c = 5,4753			
Henderson Modificado	a = 0,2604	81,98	17,65	0,1779
	b = -12,5674			
	c = 3,0434			
Oswin	a = 0,9055	98,30	5,80	0,0546
	b = -0,0097			
	c = 3,7539			
Sabbab	a = 5,6886	89,12	14,41	0,1383
	b = 0,4067			
	c = 0,5923			
Sigma Copace	a = -1,2841	93,27	9,20	0,1088
	b = 0,0228			
	c = 0,8559			

O modelo matemático que se mostrou mais adequado para descrição do fenômeno de equilíbrio higroscópio foi o modelo de Oswin, que apresentou os coeficientes de determinação acima de 98% e erro médio relativo abaixo de 6%. Considera-se que valores de erro médio relativo abaixo de 10% indicam um razoável ajuste para as práticas propostas (MOHAPATRA, 2005).

Para uma melhor verificação da representatividade dos modelos aos respectivos fenômenos de higroscopicidade, a Figura 1 apresenta os valores experimentais do teor de água de equilíbrio e os valores calculados das isotermas de sorção dos modelos que melhor se ajustaram às curvas experimentais.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

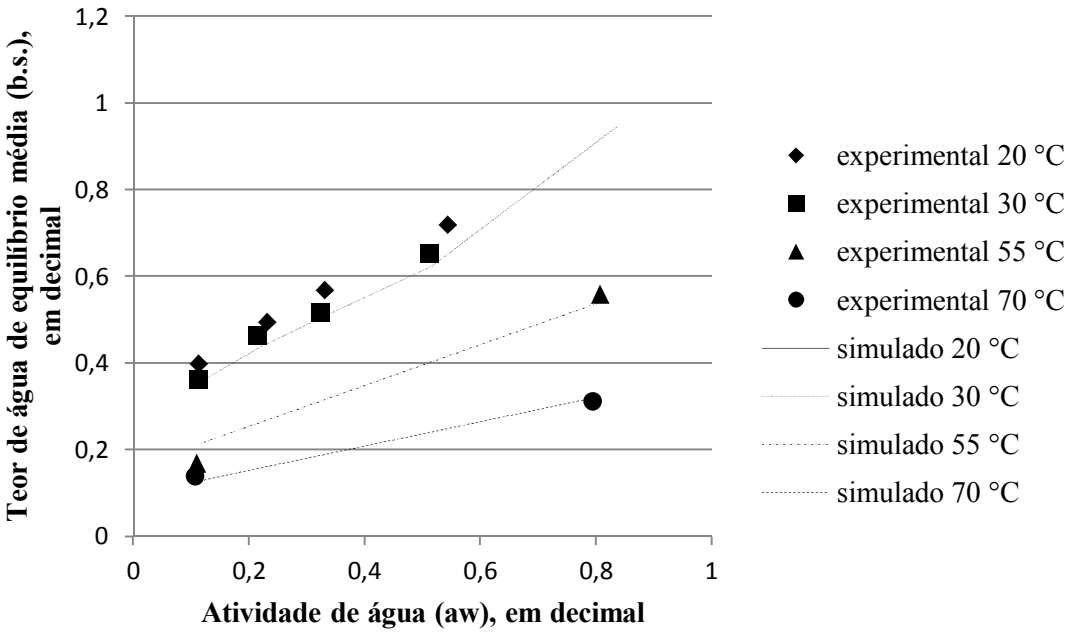


Figura 1. Valores experimentais e calculados de equilíbrio higroscópico do exocarpo do fruto do café pelo modelo de Oswin.

CONCLUSÕES

Os teores de água de equilíbrio do exocarpo (casca) do fruto do café, analisado variaram proporcionalmente em função da umidade relativa do ar ambiente, para uma mesma temperatura; e decresceram à medida que se aumentou a temperatura, para a mesma umidade relativa do ar ambiente. Dessa maneira verifica-se que o exocarpo (casca) do fruto do café caracteriza-se como produtos higroscópicos. Sendo assim, o melhor modelo que se ajustou aos dados experimentais de equilíbrio higroscópio do exocarpo (casca) do fruto do café foi o modelo de Oswin.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asae Standards. (1999) Transactions of ASAE, St.Joseph, MI, 980p.

Bastos, S. M. C. Propriedades termodinâmicas de adsorção de água de dois genótipos de arroz vermelho. Anápolis: UEG, 2009. 72p. Dissertação Mestrado

BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. v. 1, 631 p.

Brooker, D. B.; Bakker-Arkema, F. W.; Hall,C. W. (1992) Drying and storage of grains and oilseeds. Westport : AVI, 450 p.

Chen, C.; Morey, V. (1989a) Comparison of four EMC/ERH equations. Transactions of ASAE, St.Joseph, v.32, n.3, p.983-990.

Chen, C.; Morey, V. (1989b) Equilibrium relativity humidity (ERH) relationships for yellow-dente corn. Transactions of ASAE, St. Joseph,v.32,n.3, p.999-1006.

Chen, C.; Jayas, D.S. (1998) Evaluation of the GAB equation for the isotherms of agricultural products. Transactions of ASAE, St. Joseph,v.41,n.6, p.1755-1760.

Chen, C. A rapid method to determine the sorption isotherms of peanuts. Journal Agricultural Engineering Research, v.75, p.401-408, 2000.

Corrêa, P.C.; Martins, D.S.R.; Melo, E.C. (1995)Umigrãos: Programa para o cálculo do teor de umidade de equilíbrio para os principais produtos agrícolas. Viçosa: Centreinar – UFV,10p.

Corrêa, P.C.; Vital, R.B.; Martins, J.H. (1998) Higroscopicidade e entalpia de vaporização para madeira de Eucalyptus grandis. Revista Árvore,Viçosa, v.22, n.4, p.555-561.

Corrêa, P. C.; Martins, J. H.; Christ, D.; Mantovani, B. H. M. Curvas de dessorção e calor latente de vaporização para as sementes de milho pipoca (*Zea mays*). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.2, p.75-79, 1998.

Francisco, F. G.; Usberti, R.; Toneli, J. T. C. L. Ajuste de isotermas de sorção de sementes de feijoeiro. Revista Brasileira de Sementes, v.29, p.35-39, 2007.

Giner, S. A.; Gely, M. C. Sorptional parameters of sunflower seeds of use in dryning and storage stability studies. Biosystems Engineering, v.92, p.217-227, 2005.

GIOMO, G. S. Informações eletrônicas. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2006.

Goneli, A. L. D. Variação das propriedades físicas-mecânicas e da qualidade da mamona (*Ricinus communis* L.) durante a secagem e o armazenamento. Viçosa: UFV, 2008. 186p. Tese Doutorado

GREENSPAN, L. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. **Journal of Research of National Bureau of Standards**. A. Physics and Chemistry. Vol. 81a, n.1. 1977.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuário estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 20015.

Mazza, G.; Jayas, D.S. (1991) Equilibrium moisture characteristics of sunflower seeds, hulls, and kernels. Transactions of ASAE, St. Joseph, v.34,n.2, p.534-538.

Morey, V.; Wilcke, W.F.; Meronuck, R.A. *et al.*(1995) Relationship between equilibrium relative humidity and deterioration of shelled corn.

MOHAPATRA, D.; RAO, P. S. A thin layer drying model of parboiled wheat. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 66, n. 4, p. 513-518, Feb. 2005.

Oliveira, J. R.; Cavalcanti-Mata, M. E. R. M.; Duarte, M. E. M. Isotermas de dessorção de grãos de feijão macassar verde (*Vigna unguiculata* (l.) Walpers), variedade sempre-verde. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.6, p.61-70, 2004.

Pereira, J.A.M.; Queiroz, D.M. (1987) Higroscopia,Viçosa: CENTREINAR, 28p.

Pfost, H.B.; Maurer, S.G.; Chung, D.S. *et al.*(1976) Summarizing and reporting equilibrium moisture data for grains. ASAE, Paper No. 76-3520, St. Joseph, 11p.

Resende, O.; Corrêa, P. C; Goneli, A. L. D.; Ribeiro, D. M. Isotermas e calor isostérico de sorção do feijão. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.26, p.626-631, 2006.

Sokhansanj, S.; Zhijie, W.; Jayas, D.S. *et al.* (1986)Equilibrium relative humidity- moisture content of rapessed (canola) from 5ºC to 25ºC. Transactions of ASAE, St. Joseph, v.29, n.3, p.837-839.

Sokhansanj, S.; Yang, W. (1996) Revision of the ASAE standard D245.4: moisture relationships of grains. Transactions of ASAE, St. Joseph, v.39,n.2, p.639-642.

STATSOFT, Inc.. **STATISTICA** (data analysis software system), version 7. 2004. Disponível em: www.statsoft.com

TEIXEIRA, L. P.; ANDRADE, E. T.; SILVA, P. G. L. Determinação do equilíbrio higroscópico e do calor isostérico da polpa e da casca do abacaxi (Ananas comosus). **ENGEVISTA**, Niterói, v. 14, p. 172-184, Agosto 2012.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DO FENÔMENO DE HIGROSCOPICIDADE DO MESOCARPO DO FRUTO DO CAFÉ

EZEQUIEL ANDRADE BARROS[1], EDNILTON TAVARES DE ANDRADE[2], CARLOS HENRIQUE CARDEAL GUIRALDELI[3], ISABELA ÁVILA LEMOS[4], CRISTIANO RIBEIRO DO VALE PASQUA[5], PAULA DE ALMEIDA RIOS[6]

[1] Graduação em Engenharia Agrícola, UFLA, (35) 99771475, ezequiel_a_barros@hotmail.com
[2] Professor Associado, DEG, UFLA, (35) 91952070, edniltontavares@gmail.com
[3] Graduação em Agronomia, UFLA, (35) 92265190, ch_cardeal@hotmail.com
[4] Graduação em Agronomia, UFLA, isa_lemosti@hotmail.com
[5] Graduação em Agronomia, UFLA, cristiano.rvp@hotmail.com
[6] Graduação em Engenharia Agrícola, UFLA, paulariosagricola@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo a determinação e análise do equilíbrio higroscópico do mesocarpo do fruto do cafeeiro, *Coffea arábica* L., da variedade catuaí amarelo, em diferentes condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, e avaliar dentre diversos modelos descritos na literatura, o que melhor representa o comportamento da isoterma de sorção. De posse dos referidos modelos matemáticos e dos dados experimentais, pode-se determinar o melhor modelo e os parâmetros que satisfizessem a representatividade do fenômeno de higroscopicidade. As temperaturas utilizadas foram de 20°C, 30°C, 55°C e 70°C, com umidades relativas entre 10,75% a 85,11%. O modelo que melhor se ajustou aos dados para representar o fenômeno de higroscopicidade do mesocarpo foi o modelo de Oswin com coeficiente de determinação R^2 de 85,28%, e menores erro médio estimado e erro médio relativo.
PALAVRAS–CHAVE: energia, isoterma, modelo.

STUDY PHENOMENON HYGROSCOPIC OF THE MESOCARP OF THE COFFEE FRUIT

ABSTRACT: This study aimed to determine and analyze the equilibrium hygroscopic of the mesocarp of the coffee fruit, *CoffeaarabicaL.*, of the catuaí yellow variety, in different controlled conditions of temperature and relative humidity, and assess from various models described in the literature, which best represents the behavior of sorption isotherm. Possession of these mathematical models and experimental data, we can determine the best model and the parameters that satisfy the representativeness of the hygroscopicity phenomenon. Temperatures used were 20 °C, 30 °C, 55 °C and 70 °C with relative humidity between 10.75% and 85.11%. The model that best fit the data to represent the hygroscopicity phenomenon of the mesocarp was the model of Oswin with R^2 determination coefficient of 85.28%, and lower estimated mean and mean relative error.
KEYWORDS: energy, isotherms, model.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

O consumo de café no Brasil aumentou cerca de 1,24% na safra de 2014 em relação a de 2013, atingindo 20,333 milhões de sacas no ano. E a expectativa que o consumo de café volte a crescer de forma mais intensa em 2015, alcançando os 21 milhões de saca no ano. A diversidade de produtos oferecidos, com maior qualidade e sustentabilidade têm mantido o interesse dos consumidores, segundo a ABIC (2014).

Outros fatores como os procedimentos pós-colheita, processamento e secagem do café também interferem na qualidade do produto (Leloup et al., 2004; Borém, 2008). De uma maneira geral a finalidade maior da realização do processamento do café ou processo de preparo do café é a efetivação do controle das impurezas, dos microorganismos e principalmente das fermentações indesejáveis que poderão ocorrer no produto, que depreciam a qualidade da bebida. O mesocarpo (mucilagem) do fruto do café é um meio adequado ao desenvolvimento de microorganismos e das fermentações, que ocorrem na mistura de frutos derriçados e em diferentes fases de seu preparo, propiciando alterações na composição do grão e prejuízos para sua qualidade.

Sendo um produto higroscópio, o mesocarpo (mucilagem) do fruto do café tem a propriedade de absorver ou "perder" água para o ambiente, tendendo a manter uma relação de equilíbrio entre o seu teor de água e o do ambiente. A água presente em um alimento está sujeita a interações que podem modificar não apenas suas propriedades, mas também aquelas dos materiais com os quais interagem (Baruffaldi & Oliveira, 1998). Neste contesto, objetivou-se o estudo do fenômeno de higroscopicidade do mesocarpo (mucilagem) do fruto do café e ajuste de modelos matemáticos.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas, no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Para a condução do experimento, foram utilizados frutos de café (*CoffeaarabicaL.*) colhidos manualmente em uma lavoura selecionada com histórico de produzir cafés de qualidade, selecionando-se apenas frutos maduros ou "cereja". Após a colheita, os frutos foram separados, em água, por diferença de densidade, removendo-se os de menor massa específica (secos, chochos, brocados e mal granados). Em seguida, nova seleção manual foi realizada para a retirada de frutos imaturos e sobremaduros remanescentes. Os frutos maduros e selecionados foram, então, divididos em duas partes: uma parte constituída pela porção de café "natural" (processamento via seca) e a outra parte será descascada. Durante o procedimento de descascamento a parte do café mesocarpo (mucilagem) foi separada para a realização dos testes de higroscopicidade. Todos os procedimentos de colheita e processamento foram realizados segundo Borém (2008).

Os testes de higroscopicidade foram realizados em câmara incubadora BOD e estufa, sendo as amostras armazenadas de forma hermética em caixas plásticas gerbox de 250 ml com tela em aço inox com controle de temperatura e umidade relativa do ar. Para cada teste de equilíbrio higroscópico foram utilizadas amostras significativas de produto e colocadas em saches telados de plástico *nylon*, de forma a garantir uma maior superfície de contato do material com o ambiente. As temperaturas dos experimentos foram obtidas a partir das regulagens da câmara e estufa, e a umidade relativa a partir das soluções a serem utilizadas, sendo as temperaturas que foram experimentadas de 20ºC, 30°C, 55°C e 70°C, por aproximadamente 96 horas. As soluções utilizadas para o experimento e suas respectivas umidades relativas de equilíbrio em função da temperatura do ar ambiente estão dispostas na Tabela 1 (GREENSPAN, 1977).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1. Umidade relativa de equilíbrio (%) de soluções salinas saturadas.

Temperatura (°C)	Sais		UR (%)
20	Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	33,07±0,18
	Cloreto de lítio	LiCl	11,31±0,31
	Cloreto de Potássio	KCl	85,11±0,29
	Nitrato de Magnésio	$Mg(NO_3)$	54,38±0,23
	Acetato de potássio	CH_3COOK	23,11±0,25
30	Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	32,44 ± 0,14
	Cloreto de lítio	LiCl	11,28 ± 0,24
	Cloreto de Potássio	KCl	83,62 ± 0,25
	Nitrato de Magnésio	$Mg(NO_3)$	51,40 ± 0,24
	Acetato de potássio	CH_3COOK	21,61 ± 0,53
55	Cloreto de lítio	LiCl	11,03 ± 0,23
	Cloreto de Potássio	KCl	80,70 ± 0,35
	Brometo de sódio	NaBr	50,15 ± 0,65
	Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	29,93 ± 0,16
70	Cloreto de lítio	LiCl	10,75 ± 0,33
	Cloreto de Potássio	KCl	79,49 ± 0,57

Fonte: GREENSPAN (1977)

Para a verificação e quantificação do fenômeno de equilíbrio higroscópico, ainda em laboratório, as amostras foram pesadas antes e depois de serem, respectivamente, colocadas e retiradas da câmara e estufa, após entrarem em equilíbrio térmico com o ambiente circundante em condições herméticas. As pesagens foram realizadas em balança semi analítica, GEHAKA modelo BK600, com precisão de 3 casas decimais. Dessa maneira, foram verificados os diversos teores de água de equilíbrio para as várias combinações de temperatura e umidade relativa do ar. Para um melhor tratamento dos dados foram utilizadas, para cada combinação de umidade relativa do ar e temperatura, a média de 3 repetições.

De acordo com (TEIXEIRA, ANDRADE & SILVA, 2012), os modelos matemáticos obtidos na literatura e representativos da higroscopicidade de produtos agrícolas, utilizados para análise do produto, foram escolhidos aleatoriamente em função da avaliação da temperatura e umidade relativa do ar ambiente, para a verificação do que melhor se ajustasse à realidade empírica do produto, de maneira à melhor representar sua isoterma. Os modelos utilizados estão presentes na Tabela 2.

Tabela 2 - Modelos matemáticos usados para a representação do equilíbrio higroscópico

MODELO	Equações	
Chung Pfost	$Ue = a - b*\ln[-(T + c)*\ln(UR)]$	(1)
Copace	$Ue = \exp[a-(b*T) + (c*UR)]$	(2)
GAB Modificado	$Ue= ab(c / T)UR/\{[1- b\ UR][1- b\ UR + b(c / T)UR]\}$	(3)
Halsey Modificado	$Ue = [\exp(a - bT) /- \ln(UR)]^{1/c}$	(4)
Henderson	$Ue = [\ln(1 - UR) /(- a*Tabs)]^{1/b}$	(5)
Henderson Modificado	$Ue = \{\ln(1 - UR) /[- a*(T + b)]\}^{1/c}$	(6)
Oswin	$Ue = (a - b*T) /[(1- UR)/ UR]^{1/c}$	(7)
Sabbab	$Ue = a\ (UR^b / T^c)$	(8)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Sigma Copace	Ue = exp{a-(bT) + [c exp(UR)]}	(9)

Onde, Ue: Teor de água do produto, b.s.; UR: Umidade relativa do ar, decimal; T: Temperatura do ar ambiente, °C; Tabs: Temperatura absoluta do ar ambiente, K; a, b, c: Parâmetros que dependem da natureza do produto.

Para o ajuste dos modelos matemáticos, foram realizadas análises de regressão não linear pelo método Gauss-Newton, utilizando-se o *software* STATISTICA 7.0® (Statsoft, Tulsa, USA). A escolha do melhor modelo foi uma função dos parâmetros estatísticos: desvio padrão da estimativa (SE), erro médio relativo (P), coeficiente de determinação (R^2) e tendência de distribuição dos resíduos. O desvio padrão da estimativa e o erro médio relativo foram calculados, respectivamente, pelas equações 11 e 12.

$$P = (100/n)\sum(\frac{|Y-\hat{Y}|}{Y})] \quad (11)$$

$$SE = \sqrt{\sum(Y-\hat{Y})^2/GLR} \quad (12)$$

Em que, SE: desvio padrão da estimativa (decimal); Y: valor observado experimentalmente; Ŷ: valor calculado pelo modelo; GLR: graus de liberdade do modelo; P: erro médio relativo (%); n: número de dados observados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados experimentais do teor de água do equilíbrio higroscópico do mesocarpo (mucilagem) do fruto do café, obtidos a partir de diferentes combinações de temperatura e umidade relativa do ar ambiente, estão presentes na Tabela 3.

Tabela 3. Valor dos teores de água de equilíbrio (b.s.) para diferentes combinações de temperatura (°C) e umidade relativa do ar ambiente (%).

Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)	Teor de água de equilíbrio (b.s.)
11,31	20	0,6435
23,11	20	0,9626
33,07	20	0,9554
54,38	20	1,0407
85,11	20	1,6526
11,28	30	0,6218
21,61	30	0,9065
32,44	30	0,8502
83,62	30	0,9836
11,03	55	0,4132
29,93	55	0,7273
80,70	55	0,7517
10,75	70	0,2826
79,49	70	0,5468

Para a análise da modelagem representativa de equilíbrio higroscópio foram utilizados os modelos descritos na Tabela 2. Para análise de cada modelo foram determinados seus respectivos

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

parâmetros, coeficientes de determinação (R^2), erro médio relativo (P) e desvio padrão da estimativa (SE). Na Tabela 4 estão apresentados os resultados dos parâmetros estimados relacionados aos modelos de equilíbrio higroscópico para o mesocarpo (mucilagem) do fruto do café.

Tabela 4. Parâmetros estimados, coeficientes de determinação (R^2), erro médio relativo (P) e desvio padrão da estimativa (SE) do mesocarpo (mucilagem), para cada modelo analisado.

Mesocarpo (mucilagem)				
Modelo	Parâmetros	R^2	P (%)	SE (decimal)
Chung Pfost	a = 1,2777	77,27	16,06	0,4027
	b = 0,1968			
	c = -16,3012			
Copace	a = 0,0545	84,71	12,43	0,3303
	b = 0,0175			
	c = 0,7887			
GAB Modificado	a = 1,4358	68,21	17,75	0,4763
	b = 0,0032			
	c = 42767,4700			
Halsey Modificado	a = 1,4432	85,53	12,17	0,3213
	b = 0,0768			
	c = 4,4001			
Henderson	a = 0,0043	36,87	29,53	0,9492
	c = 4,9340			
Henderson Modificado	a = 0,0984	83,01	15,93	0,3473
	b = -16,1725			
	c = 4,0767			
Oswin	a = 1,3515	85,28	9,78	0,3241
	b = -0,0134			
	c = 5,3754			
Sabbab	a = 9,0491	85,35	12,40	0,3233
	b = 0,3201			
	c = 0,6009			
Sigma Copace	a = -0,3397	84,16	13,03	0,3362
	b = 0,0177			
	c = 0,4616			

O modelo matemático que se mostrou mais adequado para descrição do fenômeno de equilíbrio higroscópio foi o modelo de Oswin, que apresentou os coeficientes de determinação acima de 85% e erro médio relativo abaixo de 10%. Considera-se que valores de erro médio relativo abaixo de 10% indicam um razoável ajuste para as práticas propostas (MOHAPATRA, 2005).

Para uma melhor verificação da representatividade dos modelos aos respectivos fenômenos de higroscopicidade, a Figura 1 apresenta os valores experimentais do teor de água de equilíbrio e os valores calculados das isotermas de sorção dos modelos que melhor se ajustaram às curvas experimentais.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

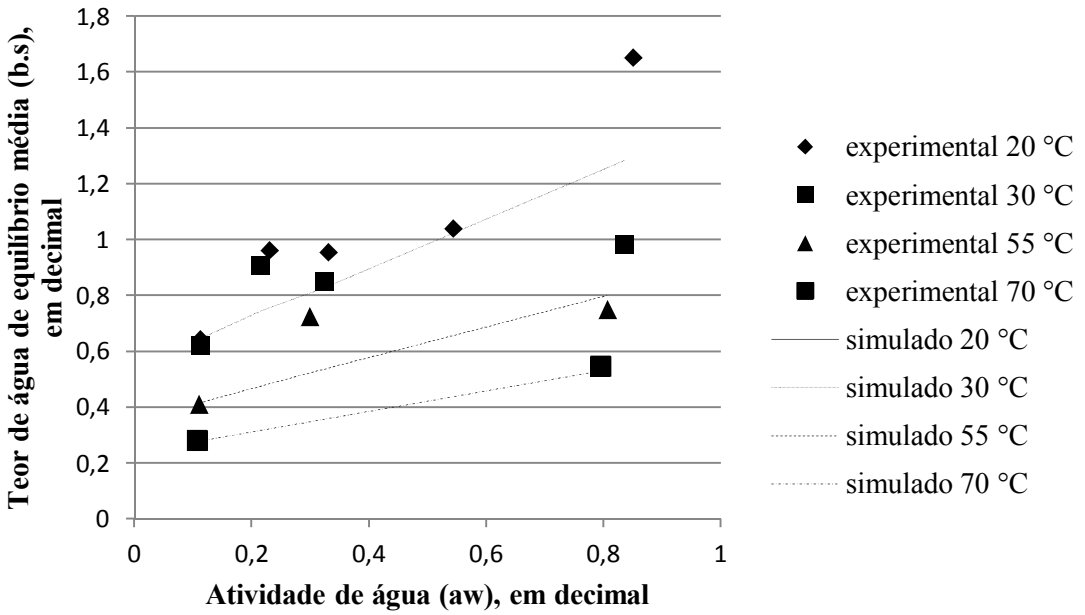


Figura 1. Valores experimentais e calculados de equilíbrio higroscópico do mesocarpo do fruto do café pelo modelo de Oswin.

CONCLUSÕES

Os teores de água de equilíbrio do mesocarpo (mucilagem) do fruto do café, analisado variaram proporcionalmente em função da umidade relativa do ar ambiente, para uma mesma temperatura; e decresceram à medida que se aumentou a temperatura, para a mesma umidade relativa do ar ambiente. Dessa maneira verifica-se que o mesocarpo (mucilagem) do fruto do café caracteriza-se como produto higroscópico. Sendo assim, o melhor modelo que se ajustou aos dados experimentais de equilíbrio higroscópio do mesocarpo (mucilagem) do fruto do café foi o modelo de Oswin.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asae Standards. (1999) Transactions of ASAE, St.Joseph, MI, 980p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ - ABIC. Disponível em: <www.abic.com.br/estat_pagricola.html> Acesso em: 07/10/2015.

Baruffaldi, R.; Oliveira, M. N. Fundamentos de tecnologia de alimentos. v. 3. São Paulo: Atheneu, 1998. 316p.

BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. v. 1, 631 p.

Brooker, D. B.; Bakker-Arkema, F. W.; Hall,C. W. (1992) Drying and storage of grains and oilseeds. Westport : AVI, 450 p.

Chen, C.; Morey, V. (1989a) Comparison of four EMC/ERH equations. Transactions of ASAE, St.Joseph, v.32, n.3, p.983-990.

Chen, C.; Morey, V. (1989b) Equilibrium relativity humidity (ERH) relationships for yellow-dente corn. Transactions of ASAE, St. Joseph,v.32,n.3, p.999-1006.

Chen, C.; Jayas, D.S. (1998) Evaluation of the GAB equation for the isotherms of agricultural products. Transactions of ASAE, St. Joseph,v.41,n.6, p.1755-1760.

Corrêa, P.C.; Martins, D.S.R.; Melo, E.C. (1995)Umigrãos: Programa para o cálculo do teor de umidade de equilíbrio para os principais produtos agrícolas. Viçosa: Centreinar – UFV,10p.

Corrêa, P.C.; Vital, R.B.; Martins, J.H. (1998) Higroscopicidade e entalpia de vaporização para madeira de Eucalyptus grandis. Revista Árvore,Viçosa, v.22, n.4, p.555-561.

LELOUP, V.; GANCEL, C.; LIARDON, R.; RYTZ, A.; PITHON, A. Impact of wet and dry process on green coffee composition and sensory characteristics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE IN COFFEE SCIENCE, 20., 2004, Bangladore. Resumes... Bangladore: ASIC, 2004. 1 CD-ROM

Mazza, G.; Jayas, D.S. (1991) Equilibrium moisture characteristics of sunflower seeds, hulls, and kernels. Transactions of ASAE, St. Joseph, v.34,n.2, p.534-538.

MOHAPATRA, D.; RAO, P. S. A thin layer drying model of parboiled wheat. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 66, n. 4, p. 513-518, Feb. 2005.

Morey, V.; Wilcke, W.F.; Meronuck, R.A. *et al.*(1995) Relationship between equilibrium relative humidity and deterioration of shelled corn.

Pereira, J.A.M.; Queiroz, D.M. (1987) Higroscopia,Viçosa: CENTREINAR, 28p.

Pfost, H.B.; Maurer, S.G.; Chung, D.S. *et al.*(1976) Summarizing and reporting equilibrium moisture data for grains. ASAE, Paper No. 76-3520, St. Joseph, 11p.

Sokhansanj, S.; Zhijie, W.; Jayas, D.S. *et al.* (1986)Equilibrium relative humidity- moisture content of rapessed (canola) from 5ºC to 25ºC. Transactions of ASAE, St. Joseph, v.29, n.3, p.837-839.

Sokhansanj, S.; Yang, W. (1996) Revision of the ASAE standard D245.4: moisture relationships of grains. Transactions of ASAE, St. Joseph, v.39,n.2, p.639-642.

STATSOFT, Inc.. **STATISTICA** (data analysis software system), version 7. 2004. Disponível em: www.statsoft.com

TEIXEIRA, L. P.; ANDRADE, E. T.; SILVA, P. G. L. Determinação do equilíbrio higroscópico e do calor isostérico da polpa e da casca do abacaxi (Ananas comosus). **ENGEVISTA**, Niterói, v. 14, p. 172-184, Agosto 2012.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DO FENÔMENO DE HIGROSCOPICIDADE DOS FRUTOS DO CAFÉ

CARLOS HENRIQUE CARDEAL GUIRALDELI[1], EDNILTON TAVARES DE ANDRADE[2], EZEQUIEL ANDRADE BARROS[3], LARISSA DE OLIVEIRA FASSIO[4], GISELLE FIGUEIREDO DE ABREU[5], BRUNO DE SOUZA PEDROZO[6]

[1] Graduando em Agronomia, UFLA, (35) 9226-5190, carlosguiraldeli@outlook.com
[2] Professor Dr. do Departamento de Engenharia, UFLA, (35) 3829-1669, edniltontavares@gmail.com
[3] Graduando em Engenharia Agrícola, UFLA, (35) 99771475, ezequiel_a_barros@hotmail.com
[4] Doutoranda em Engenharia de Alimentos, UFLA, (35) 9845-8303, larissafassio@yahoo.com.br
[5] Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFLA, (35) 9216-2035, gfigueiredoabreu@hotmail.com
[6] Bolsista de produção, EPAMIG, (35) 9120-0250, bruno-ufla@hotmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo a determinação e análise do equilíbrio higroscópico e dos frutos do cafeeiro, Coffea arabica L., da variedade catuaí amarelo, em diferentes condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar, e avaliar dentre diversos modelos descritos na literatura, o que melhor representa o comportamento da isoterma de sorção. De posse dos referidos modelos matemáticos e dos dados experimentais, pode-se determinar o melhor modelo e os parâmetros que satisfizessem a representatividade do fenômeno de higroscopicidade. As temperaturas utilizadas foram de 20°C, 30°C, 55°C e 70°C, com umidades relativas entre 10,75% a 54,38%. O modelo que melhor se ajustou aos dados para representar o fenômeno de higroscopicidade do fruto do café foi o modelo de Halsey modificado com coeficiente de determinação (R2) 98,32%, e menores erro médio estimado e erro médio relativo.
PALAVRAS–CHAVE: teor de água, equilíbrio higroscópico, temperatura.

ENDOSPERM HYGROSCOPICITY PHENOMENON STUDY COFFEE FRUIT

ABSTRACT: This study aimed to determine and analyze the equilibrium moisture content and fruit of the coffee, Coffea arabica L., catuaí the yellow variety, in different controlled conditions of temperature and relative humidity , and assess from various models described in the literature, that best represents the behavior of sorption isotherm . Possession of these mathematical models and experimental data, we can determine the best model and the parameters that satisfy the representativeness of the hygroscopicity phenomenon. Temperatures used were 20 °C, 30 °C, 55 °C and 70 °C with relative humidity between 10.75% and 54.38%. The model that best fit the data to represent the coffee pulped hygroscopicity phenomenon was the model of Halsey modified coefficient of determination (R^2) 98.32 % , and lower estimated mean and mean relative error .
KEYWORDS: moist content, hygroscopic balance, temperature.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Desde a colheita até o destino final, o café é submetido a vários processos que envolvem uma série de tratamentos mecânicos. O comportamento mecânico de um material é importante, principalmente na especificação de cargas que ele pode suportar de maneira segura, ou de cargas que determinadas máquinas deverão exercer sobre o produto, para se obtiver um resultado específico.

Apesar de o Brasil ser líder no mercado mundial e apresentar um avançado desenvolvimento tecnológico na área de pós-colheita do café, ainda não se tem conhecimento do comportamento de cada parte intrínseca do café. O fruto do café é um material higroscópico, ou seja, é capaz de absorver, reter ou eliminar água e procura estabelecer, sempre, um equilíbrio de umidade com o ar em seu redor. Quando a pressão de vapor da água presente no produto e a pressão de vapor de água da atmosfera são iguais, ocorre o equilíbrio higroscópico (Araújo et al. , 2005).

Para Hall (1980) as curvas de equilíbrio higroscópio são importantes para definir limites de desidratação do produto, estimar as mudanças do teor de água sob determinadas condição de temperatura e umidade relativa do ar ambiente e para definir os teores de água adequados ao inicio de atividade de micro-organismos, que podem provocar deterioração do produto.

Sendo assim, o presente trabalho se objetiva a determinação do equilíbrio higroscópico dos frutos do cafeeiro, a partir de diferentes combinações de temperatura e umidade relativa do ar ambiente, e avaliar dentre os modelos descritos na literatura, o que melhor represente o comportamento de sorção do fruto do café.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas, no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Para a condução do experimento, foram utilizados frutos de café (*Coffea arabica* L.) colhidos manualmente em uma lavoura selecionada com histórico de produzir cafés de qualidade, selecionando-se apenas frutos maduros ou “cereja”. Após a colheita, os frutos foram separados hidraulicamente e por diferença de densidade, removeram-se os frutos de menor massa (secos, chochos, brocados e mal granados). Em seguida, foi realizada uma nova seleção manual onde foram retirados frutos imaturos e sobremaduros remanescentes. Os frutos maduros selecionados foram, então, divididos em duas partes: uma parte constituída pela porção de café “natural” (processamento via seca) e a outra parte será descascada. Durante o procedimento de descascamento a parte do exocarpo, mesocarpo e endocarpo também foram separados para a realização dos testes de higroscopicidade. Todos os procedimentos de colheita e processamento foram realizados segundo Borém, 2008.

Os testes de higroscopicidade foram realizados em câmara incubadora BOD e estufa com temperatura controlada e ventilação forçada, sendo as amostras armazenadas de forma hermética em potes de acrílico de aproximadamente 0,25 litros. Para cada teste de equilíbrio higroscópico foram utilizados aproximadamente 5 gramas do produto, e colocadas em saches de nylon, de forma a garantir uma maior superfície de contato do material com o ambiente. As temperaturas dos experimentos foram obtidas a partir das regulagens da câmara e estufa. A umidade relativa foi determinada a partir das soluções a serem utilizadas, sendo as temperaturas que foram experimentadas de 20ºC, 30°C, 55°C e 70°C, por aproximadamente 96 horas. As soluções utilizadas para o experimento e suas respectivas umidades relativas de equilíbrio em função da temperatura do

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ar ambiente estão dispostas na Tabela 1 (GREENSPAN, 1977).

Tabela 1. Umidade relativa de equilíbrio (%) de soluções salinas saturadas.

Temperatura (°C)	Sais		UR (%)
20	Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	33,07±0,18
	Cloreto de lítio	LiCl	11,31±0,31
	Nitrato de Magnésio	$Mg(NO_3)$	54,38±0,23
	Acetato de potássio	CH_3COOK	23,11±0,25
30	Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	32,44 ± 0,14
	Cloreto de lítio	LiCl	11,28 ± 0,24
55	Cloreto de lítio	LiCl	11,03 ± 0,23
70	Cloreto de lítio	LiCl	10,75 ± 0,33

Fonte: GREENSPAN (1977)

Para a verificação e quantificação do fenômeno de equilíbrio higroscópico, ainda em laboratório, as amostras foram pesadas antes de entrarem na câmara BOD e na estufa e posteriormente a cada 24 horas, até entrarem em equilíbrio higroscópico com o ambiente circundante em condições herméticas. O equilíbrio higroscópico foi obtido quando as amostras apresentaram peso constante. As pesagens foram realizadas em balança semi-analítica, GEHAKA modelo BK600, com precisão de 3 casas decimais. Dessa maneira, foram verificados os diversos teores de água de equilíbrio para as diversas combinações de temperatura e umidade relativa do ar. Para um melhor tratamento dos dados foi utilizada, para cada combinação de umidade relativa do ar e temperatura, a média de 3 repetições.

De acordo com (TEIXEIRA, ANDRADE & SILVA, 2012), os modelos matemáticos obtidos na literatura e representativos da higroscopicidade de produtos agrícolas, utilizados para análise do produto, foram escolhidos aleatoriamente em função da avaliação da temperatura e umidade relativa do ar ambiente, para a verificação do que melhor se ajustasse à realidade empírica do produto, de maneira à melhor representar sua isoterma. Os modelos utilizados estão presentes na Tabela 2.

Tabela 2 - Modelos matemáticos usados para a representação do equilíbrio higroscópico

MODELO	Equações	
Chung Pfost	$Ue = a - b*\ln[-(T + c)*\ln(UR)]$	(1)
Copace	$Ue = \exp[a-(b*T) + (c*UR)]$	(2)
GAB Modificado	$Ue= ab(c / T)UR/\{[1- b\ UR][1- b\ UR + b(c / T)UR]\}$	(3)
Halsey Modificado	$Ue = [\exp(a - bT) /- \ln(UR)]^{1/c}$	(4)
Henderson	$Ue = [\ln(1 - UR) /(- a*Tabs)]^{1/b}$	(5)
Henderson Modificado	$Ue = \{\ln(1 - UR) /[- a*(T + b)]\}^{1/c}$	(6)
Oswin	$Ue = (a - b*T) /[(1- UR)/ UR]^{1/c}$	(7)
Sabbab	$Ue = a\ (UR^b / T^c)$	(8)
Sigma Copace	$Ue = \exp\{a-(bT) + [c \exp(UR)]\}$	(9)

Fonte: TEIXEIRA, ANDRADE & SILVA, 2012

Onde:
Ue: Teor de água do produto, b.s.;
UR: Umidade relativa do ar, decimal;

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

T: Temperatura do ar ambiente, °C;
Tabs: Temperatura absoluta do ar ambiente, K;
a, b, c: Parâmetros que dependem da natureza do produto.

Para o ajuste dos modelos matemáticos, foram realizadas análises de regressão não linear pelo método Gauss-Newton, utilizando-se o *software* STATISTICA 7.0® (Statsoft, Tulsa, USA). A escolha do melhor modelo foi uma função dos parâmetros estatísticos: desvio padrão da estimativa (SE), erro médio relativo (P), coeficiente de determinação (R^2) e tendência de distribuição dos resíduos. O desvio padrão da estimativa e o erro médio relativo foram calculados, respectivamente, pelas equações 1 e 2.

$$P = \frac{100}{n} \cdot \sum \left(\left| Y - \hat{Y} \right| / Y \right) \quad (1)$$

$$SE = \sqrt{\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{GLR}} \quad (2)$$

Em que:

SE: desvio padrão da estimativa (decimal);
Y: valor observado experimentalmente;
Ŷ: valor calculado pelo modelo;
GLR: graus de liberdade do modelo;
P: erro médio relativo (%);
n: número de dados observados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados experimentais do teor de água do equilíbrio higroscópico do dos fruto do café, obtidos a partir de diferentes combinações de temperatura e umidade relativa do ar ambiente, estão presentes na tabela 3.

Tabela 3. Valor dos teores de água de equilíbrio (b.s.) para diferentes combinações de temperatura (°C) e umidade relativa do ar ambiente (%).

Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)	Teor de água de equilíbrio (b.s.)
33,07	20	0,3953
11,31	20	0,2599
54,38	20	0,5355
23,11	20	0,3809
32,44	30	0,3114
11,28	30	0,2496
11,03	55	0,1430
10,75	70	0,1145

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Para a análise da modelagem representativa de equilíbrio higroscópio foram utilizados os modelos descritos na tabela 2. Para análise de cada modelo foram determinados seus respectivos parâmetros, coeficientes de determinação (R^2), erro médio relativo (P) e desvio padrão da estimativa (SE). Na tabela 4 estão apresentados os resultados dos parâmetros estimados relacionados aos modelos de equilíbrio higroscópico para o fruto do café.

Tabela 4. Parâmetros estimados, coeficientes de determinação (R^2), erro médio relativo (P) e desvio padrão da estimativa (SE) do fruto do café, para cada modelo analisado.

Modelo	Parâmetros	R^2	P (%)	SE (decimal)
Chung Pfost	a = 1,0542 b = 0,1824 c = 11,5429	97,15	0,52	0,0038
Copace	a = -1,008 b = 0,0196 c = 1,4199	98,06	0,38	0,0824
GAB Modificado	a = 67,5821 b = 0,0048 c = 74,4574	38,68	3,10	0,0824
Halsey Modificado	a = -0,9861 b = 0,0394 c = 2,0468	98,32	0,37	0,0023
Henderson	a = 0,0093 c = 1,9903	83,94	0,37	0,0216
Henderson Modificado	a = 0,5207 b = -11,0861 c = 2,8066	97,40	0,37	0,0023
Oswin	a = 0,6224 b = -0,0062 c = 3,3978	97,52	0,53	0,0033
Sabbab	a = 4,3905 b = 0,4029 c = 0,6315	97,64	0,47	0,0032
Sigma Copace	a = -1,9188 b = 0,0200 c = 0,9895	97,69	0,39	0,0031

O modelo matemático que se mostrou mais adequado para descrição do fenômeno de equilíbrio higroscópio foi o modelo de Halsey modificado, que apresentou os coeficientes de determinação 98,32% e erro médio relativo abaixo de 0,37%. Considera-se que valores de erro médio relativo abaixo de 10% indicam um razoável ajuste para as práticas propostas (MOHAPATRA, 2005).

Para uma melhor verificação da representatividade dos modelos aos respectivos fenômenos de higroscopicidade, a figura 1 apresenta os valores experimentais do teor de água de equilíbrio e os valores calculados das isotermas de sorção do modelo que melhor se ajustou às curvas experimentais.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

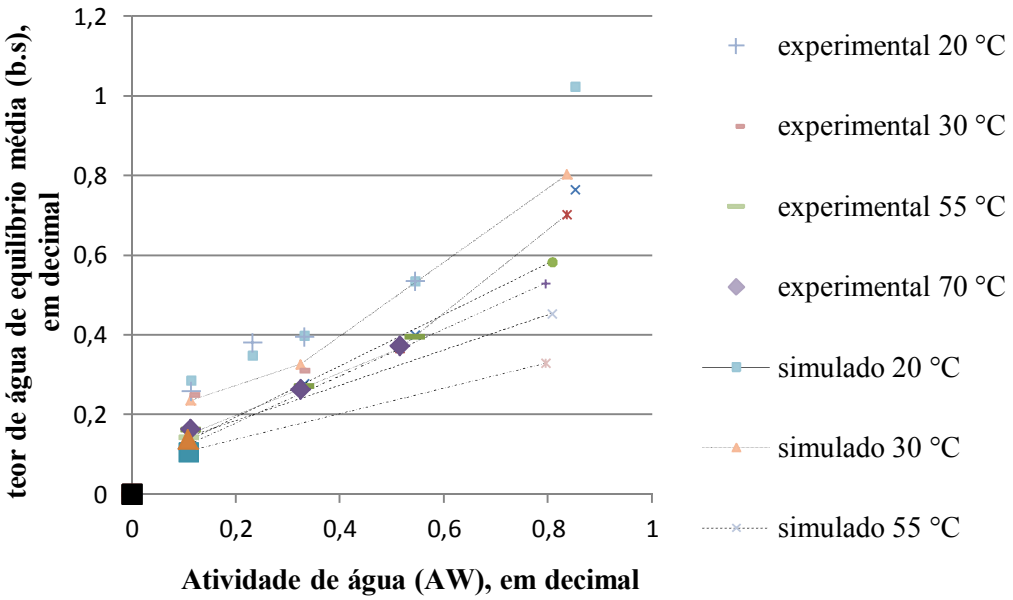


Figura 1. Valores experimentais e calculados de equilíbrio higroscópico dos frutos do café pelo modelo de Halsey modificado.

CONCLUSÕES

Os teores de água de equilíbrio dos frutos do café, analisado variam proporcionalmente em função da umidade relativa do ar ambiente, para uma mesma temperatura; e decresceram à medida que se aumentou a temperatura, para a mesma umidade relativa do ar ambiente. Dessa maneira verifica-se que os frutos do café caracterizam-se como produto higroscópico. Sendo assim, o melhor modelo que se ajustou aos dados experimentais de equilíbrio higroscópio do fruto do café foi o modelo de Halsey modificado.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. T.; BORÉM, F. M. Modelagem matemática e simulação aplicados na secagem do café. In: BORÉM, F. M. (Ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p. 301-347.

BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. v. 1, 631 p.

BORÉM, F. M. et al. Qualidade do café submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 55-63, 2006.

BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R.; ANDRADE, E. T. Secagem do café. In: BORÉM, F. M. (Ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. p. 205-240.

GREENSPAN, L. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. **Journal of Research of National Bureau of Standards**. A. Physics and Chemistry. Vol. 81a, n.1. 1977.

HENDERSON, S. M. Progress in developing the thin layer drying equation. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 17, p. 1167-1168, 1974.

MOHAPATRA, D.; RAO, P. S. A thin layer drying model of parboiled wheat. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 66, n. 4, p. 513-518, Feb. 2005.

STATSOFT, Inc.. **STATISTICA** (data analysis software system), version 7. 2004. Disponível em: www.statsoft.com

TEIXEIRA, L. P.; ANDRADE, E. T.; SILVA, P. G. L. Determinação do equilíbrio higroscópico e do calor isostérico da polpa e da casca do abacaxi (Ananas comosus). **ENGEVISTA**, Niterói, v. 14, p. 172-184, Agosto 2012.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

FATORES QUE INFLUENCIAM NO CUSTO DE OBRAS

IORRANA VASCONCELOS[1], EMERSON DE FARIA NASCIMENTO[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO NETO[4]

[1] Graduanda em Engenharia da Produção, Fundação Presidente Antônio Carlos, iorranavasconcelos@hotmail.com
[2] Graduado em Engenharia Civil, Fundação Presidente Antônio Carlos
[3] Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, israeliasbik@gmail.com
[4] Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamatoneto@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi descrever sobre os fatores que influenciam no custo de edificações, destacando materiais e perdas, projetos, maquinário, execução, mão de obra, além de custo e qualidade. Como um dos fatores para o custo final de uma construção são os altos impostos, além das perdas de materiais que se têm em canteiros de obras, como por exemplo o tijolo furado, que podem chegar a 48% de perdas levando ao aumento de custos na etapa de execução. A qualidade dos materiais interfere diretamente na qualidade final da construção e na manutenção na etapa de utilização do empreendimento. Nesse meio, existem alternativas construtivas que trazem agilidade, aumentam a produtividade e reduzem custos em vários âmbitos (áreas), como por exemplo o uso de paredes secas (*drywall*). Com o planejamento busca-se otimizar recursos e diminuir custos. Destaca-se a tecnologia BIM empregada para melhorar todas as etapas de um empreendimento, trazendo para a construtora um melhor retorno financeiro. O orçamento é também, muito importante para o empreendedor e pode trazer sucesso ou fracasso para o mesmo. Nas etapas construtivas, os maquinários servem para aprimorar os serviços na construção civil, diminuindo a força física e agilizando os processos, além de suprir as necessidades de mão de obra. Assim, admite-se que a redução de custo está no investimento em materiais de qualidade, tecnologias de gestão, máquinas, além do treinamento da mão de obra.
PALAVRAS–CHAVE: Custos, materiais, qualidade.

FACTORS THAT INFLUENCE ON CONSTRUCTION COST

ABSTRACT: The objective of this work was to describe about the factors that influence the cost of buildings, highlighting materials and losses, projects, machinery, construction, labor, in addition to cost and quality. As one of the factors for the final cost of a building are the high taxes, in addition to the loss of materials have on construction sites, such as the brick, which can reach 48 losses leading to increased costs in step. The quality of the materials interferes directly in the final quality of the construction and maintenance in the use of the enterprise. In between, there are constructive alternatives that bring productivity and reduce costs in various areas (areas), as for example the use of dry walls (drywall). With the search-planning to optimize resources and reduce costs. The BIM technology employed to improve all steps of a project, bringing to the construction company a better financial return. The budget is also very important for the entrepreneur and can bring success or failure for the same. In the constructive steps, the machines are used to improve the services in construction, decreasing physical strength and speeding up the processes, as well as meet the needs of labor. Thus, it is assumed that the cost reduction is the investment in quality materials, management technologies, machines, in addition to the training of the workforce.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

KEYWORDS: Costs, materials, quality.

INTRODUÇÃO

O custo de uma obra pode sofrer diversas alterações, podendo ser elevado sempre quando algo não planejado é realizado para a execução de sua edificação. Um dos fatores que influencia tudo que é produzido no Brasil são os impostos. Segundo Amorim (2013) uma das cargas tributárias mais elevadas do planeta, particularmente concentrada sobre materiais de consumo e de produção, encarecendo tudo que é produzido e comprado no país. O autor destaca ainda, a burocracia absurda, corrupção, carga tributária elevada, regime tributário complexo, infraestrutura ruim, mão de obra cara e despreparada dificultam a vida das empresas, aumentando o risco de seus investimentos. Com risco maior, empresários reduzem investimentos e, por consequência, a competição.

Outro fator relevante é quando o empreendimento está na fase de execução, as perdas de materiais não são contabilizadas no orçamento. No recebimento como exemplo, pode estar chegando menos material numa entrega que a quantidade solicitada; blocos estocados inadequadamente estão sujeitos a serem quebrados mais facilmente; o concreto, transportado por equipamentos e trajetos inadequados, pode cair pelo caminho; o não obedecimento ao traço correto da argamassa, pode implicar em sobreconsumos na dosagem/mistura da mesma; o processo tradicional de aplicação de gesso pode gerar uma grande quantidade de material endurecido não utilizado (SOUZA, 2006).

As etapas de planejamento da obra impõem ao engenheiro estudar melhor os projetos os quais irá executar. Para Mattos (2010) as etapas de planejamento são importantes para a análise do método construtivo, a identificação das produtividades consideradas no orçamento, estudos de cada frente ou tipo de serviços. Pensar no trabalho somente poucos dias antes de começá-lo é errado, pois não há tempo hábil para mudança de planos.

Outro fator importante é o orçamento da edificação a ser construída. De acordo com Berwanger (2008) através do orçamento a construtora ou o construtor está verificando a viabilidade do empreendimento, além de obter dados para gerenciamento preciso de recursos necessários para a execução da obra. Levando em consideração as constantes altas de preços dos materiais utilizados na construção civil, esse controle físico-financeiro gera uma otimização da obra. Berwanger (2008) afirma ainda que orçamento é uma estimativa antecipada dos prováveis custos necessários para a conclusão de um empreendimento, é uma etapa muito importante para a idealização de um projeto.

Além do que foi dito, outro fator importante quando se fala em custos é a mão de obra. Segundo Souza (2005) o peso que a mão de obra representa no custo pode chegar a 50% do custo total dependendo do tipo da obra e do grau de industrialização.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo descrever sobre os fatores que influenciam no custo de obras, destacando as perdas de materiais, importância da qualidade dos projetos para a obra, o investimento em maquinário, a execução e a importância que um Engenheiro Civil tem na execução da obra.

REFERENCIAL TEÓRICO

O ramo da construção civil brasileira ainda apresenta índices convencionais em seu desenvolvimento qualitativo, tais como: baixa produtividade, elevado índice de patologias, grande

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

desperdício de insumos, grande incidência de retrabalhos, levando a um ambiente propício para geração de produtos de má qualidade (TAVARES JR, 2001).
Segundo Cerutti (2010) com a globalização, as empresas vêm passando por diversas mudanças como, cuidados com a qualidade, custos, produtividade, com a qualificação e racionalização de suas tarefas e mão de obra, a fim de desenvolver estratégias para concorrer com o mercado competitivo.

Como um dos indicadores do aumento de custos, são as perdas de insumos, ou seja, o desperdício. Yazigi (2009) resalta que o desperdício pode ser considerado como qualquer ineficiência que reflita no uso de mão de obra, materiais e equipamentos em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação. Este mesmo autor diz ainda que a perda é todo material utilizado que exceda a quantidade teoricamente necessária.

É também na qualidade dos materiais que se tem uma construção de qualidade e de durabilidade sem precisar de fazer reforma. Muitos empresários e construtores de casas e o próprio proprietário de uma casa podem ser tentados a comprar materiais de construção civil aos melhores preços e isso por si só, não representa nenhum problema quando a pesquisa dos materiais é feita pelos melhores materiais de construção sem admitir diminuir na qualidade. Uma possibilidade é comprar ao melhor preço, outra é comprar pelo preço mais barato sem que importe a qualidade de qualquer tipo de material de construção civil. A qualidade é importante e determina muitas vezes, a forma como a casa resiste ao passar dos anos. Não é adequado comprar baseando-se somente no valor, é necessário, além disso, verificar a qualidade que atenda ao padrão da construção (THOMAZ, 2001).

A qualidade dos materiais utilizados também contribui para o aparecimento das patologias, afetando assim, o produto final. Além disso, um bom material de construção traz à edificação, custo de manutenção menor ao longo do tempo. Independentemente da fraca qualidade que este apresente, sai muito barato, mas o preço a pagar vem rapidamente e a descoberta disso é no momento em que os problemas aparecem como as umidades, as infiltrações de água, curto-circuitos, argamassa a cair na parede, tinta que envelhece rapidamente, entre outros problemas que podem acontecer, o preço mais barato raramente compensa (CERUTTI, 2010).
Na FIG. 01 pode se ver a argamassa de revestimento se “esfarelando” e a tinta de qualidade baixa soltando.



FIGURA 01- Materiais de baixa qualidade empregados
Fonte: ELABORADO PELO AUTOR

Alternativas construtivas:

Existem várias formas construtivas no mercado, e algumas surgem como alternativas tecnológicas (algumas já há muito tempo na construção) de forma a aumentar a produtividade e reduzir custos. Alguns métodos têm suas limitações, e outros são usados como forma de prevenir as patologias, por exemplo, a impermeabilização. Segundo Marques (2012),

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

No Brasil, ainda existe muita resistência quanto a novos métodos construtivos muito usados no exterior como paredes de *drywall*, fachadas pré-moldadas, estruturas metálicas entre outras. Não é possível afirmar se uma solução é mais cara ou mais barata que outra isoladamente, pois tudo depende do contexto em que será inserida. As particularidades de cada projeto precisam ser avaliadas versus os interesses dos construtores e incorporadores, aliados à meta a ser atingida:

- Alvenaria estrutural: Uso de paredes simultaneamente como elementos de vedação e resistente às cargas verticais e horizontais. A construção em alvenaria estrutural traz uma economia muito grande em fôrmas e em aço, diminuindo o gasto da mão de obra de carpinteiro e armador. Em geral, essa forma de construir traz ao orçamento final uma economia de até 30 % comparada ao estilo "convencional", com limitações (TAUIL e NESE 2010).
- *Drywall*: Sistema de vedação composto por chapas de gesso acartonado, pré-fabricadas, parafusadas em uma estrutura metálica leve. A estrutura em perfis metálicos é constituída por guias e montantes, sobre os quais são fixadas as chapas de gesso acartonado, de ambos os lados, em uma ou mais camadas, gerando uma superfície apta a receber acabamento final. Para um melhor desempenho acústico enche-se o miolo da parede com lã de vidro. As paredes de *drywall* trazem alta velocidade de execução (produtividade), seu peso é quase dez vezes menor do que a de alvenaria reduzindo em 15% o custo da fundação e alvenaria (YAZIGI, 2009).
- *Steel Frame*: A estrutura é formada de perfis leves de aço galvanizado com divisórias internas de gesso acartonado (*drywall*). São estruturas que não utilizam tijolo ou cimento, sendo que o concreto armado é usado somente na fundação. Esse sistema é utilizado especialmente, em residências de até três pavimentos. O *steel frame* possui algumas vantagens, como redução em 1/3 dos prazos de construção quando comparada com o método convencional, o alívio nas fundações, devido ao reduzido peso e uniforme distribuição dos esforços através de paredes leves e portantes, proporciona custo de 20% a 30% por metro quadrado inferior ao convencional (DOMARASCKI e FAGIANI, 2009).
- Materiais plásticos: A necessidade de inovações em técnicas de construção civil permitiu o desenvolvimento e a utilização de diversos materiais em obras, a fim de ajudar a melhorar o desempenho técnico e econômico dos empreendimentos. Desde durabilidade necessária até o cuidado no acabamento de uma obra, o plástico aparece como elemento fundamental neste setor em que sua utilização na construção cresce a cada ano (LIMA *et al*, 2012).
- Pré-Moldados: Além de conseguir economia de 15% a 20% no custo, o pré-moldado é a solução para a falta de operários na construção, reduzindo em até 50% o volume de trabalhadores no canteiro de obra. Por isso que as empresas estão migrando para esse sistema, que é comum em obras mais robustas, como construção de *shoppings centers* ou galpões industriais, mas que são alternativas para prédios residenciais (RAYDAN, 2012).
- Impermeabilização: Segundo Roman (2013), a umidade é responsável por 50% dos problemas em edificações e isto ocasiona um custo de reparos de aproximadamente 20% do custo total de um empreendimento. Por isso, é muito importante no projeto de arquitetura prever os lugares a serem impermeabilizados para que não apresentem problemas futuros em breve espaço de tempo.
- Painéis pré-fabricados: São painéis pré-fabricados de concreto empregados em vedações externas, ou seja, fachadas. Têm espessura em geral variando de 10 a 15 cm, com dimensões que permitem sua fabricação, transporte e fixação nas obras. Podem ter formatos e acabamentos variados, dependendo da composição (BENIGNO, 2008). Esses painéis têm alta produtividade potencial, pois a execução da estrutura e a vedação ocorrem simultaneamente.
- Divisória Naval: Painéis com miolo à base mineral de vermiculita expandida, retardante ao fogo, revestidos em chapa dura de fibra de madeira prensada pintada com secagem ultravioleta (caderno

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

de especificações, TJMG, 2011). São muito utilizados em divisões de escritórios, órgãos públicos e vários outros ambientes.

Diversos materiais, processos e equipamentos têm sido desenvolvidos ao longo do tempo, visando dotar o processo construtivo de maior racionalidade, colaborando para a economia de insumos, para a redução do uso de força física pelos trabalhadores, para otimização da relação entre insumos consumidos e benefícios alcançados (THOMAZ, 2001).

De acordo com Mutti (2005) planejamento "é um processo que se utiliza de técnicas científicas, visando aumentar a eficiência, a racionalidade e a segurança através de previsões, programação, execução, coordenação e controle dos resultados, para atingir o que é desejado".

O planejamento malfeito juntamente com erros de orçamento e programação de execução (prazo estimado de entrega) de uma obra, origina na execução de muitos aditivos (serviços não previstos) ultrapassando muito além do valor orçado da obra, o que implica atrasos injustificados e desavenças entre cliente e construtor (MATTOS, 2010).

Segundo Thomaz (2001) em qualquer setor produtivo, independentemente da tecnologia utilizada, sempre será possível a racionalização dos processos, a economia de insumos, o desenvolvimento do produto com a otimização da sua qualidade.

Projetos:

Atualmente, não se pode construir sem planejar. Todo projeto bem planejado tende a minimizar os desperdícios, retrabalhos e mão de obra ociosa, diminuindo custos e tempo de execução (MATTOS, 2010).

Segundo Romano (2003) a ineficiência generalizada pode ser traduzida por descontrole dos processos, má qualidade do produto e pode influenciar em todas as áreas da organização. A perfeita coordenação do projeto arquitetônico com outros projetos (estrutural, instalações), é muito importante durante o planejamento. Existe uma grande dificuldade em obras no que diz respeito à compatibilidade de projetos, ainda maior nas grandes obras, sendo elas mais complexas. A incompatibilidade de projetos faz com que a obra tenha vários serviços extras não planejados, aumentando os custos com mão de obra e os desperdícios de materiais.

O Processo de Projeto se inicia no planejamento e vai até o uso, servindo para reduzir a incerteza do empreendimento através do tempo. A projetação deve entregar seu serviço à preparação para execução de modo que fique bem clara a construtividade (ROMANO, 2003).

Na construção, os projetos de diferentes especialidades são geralmente desenvolvidos paralelamente pelos diversos projetistas (arquitetura, estruturas e sistemas prediais) em locais fisicamente distantes, sendo reunidos, muitas vezes, somente na hora da execução dos serviços. Este procedimento gera uma série de incompatibilidades e não permite clareza com relação às funções e responsabilidades dos profissionais envolvidos, comprometendo a qualidade do produto e causando enormes perdas de materiais e de produtividade (OLIVEIRA *et al* 2006).

Segundo Oliveira *et al* (2006) as decisões quanto à forma, funcionalidade e métodos de construção são tomadas nas fases de concepção e projeto do empreendimento e nelas, projetistas trabalham usualmente com um pequeno número de informações. Este fator faz com que a variabilidade e incerteza inerentes ao processo aumentem.

Tecnologia BIM:

A nova tecnologia que vem crescendo no mercado é a adoção do Building Information Modeling (BIM) às fases de projeto, execução, operação e desativação de empreendimentos horizontais. Segundo Radüns e Pravia (2013) a plataforma BIM cria um modelo digital da edificação por meio de um processo integrado que abrange todas as disciplinas envolvidas na viabilização do empreendimento e que abrange todo seu ciclo de vida.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

BIM é um conceito que fundamentalmente envolve a modelagem das informações do edifício, criando um modelo digital integrado de todas as disciplinas e que abrange todo o ciclo de vida da edificação. A modelagem 3D paramétrica e a interoperabilidade são características essenciais que dão suporte a esse conceito (RADÜNS; PRAVIA, 2013).

De acordo com Radüns e Pravia (2013) "obras que utilizam o conceito BIM possuem uma redução de: 22% no custo de construção, 33% no tempo de projeto e execução, 33% nos erros em documentos, 38% de reclamações após a entrega da obra ao cliente e 44% nas atividades de retrabalho".

Orçamento:

Segundo Tavares Jr (2001) orçamento "é o elemento que relaciona o processo construtivo com a parte financeira, tornando-se assim um item muito importante para o projeto".

Para Xavier (2008) a elaboração de um orçamento pode determinar o sucesso e ou fracasso de uma empresa construtora e ou construtor, um erro no orçamento acarreta imperfeições, frustrações, falta de credibilidade e prejuízos a curto e médio prazo.

Há de salientar no orçamento, o custo que a mão de obra influi sobre a edificação. Segundo Mattos (2006) o custo de um operário para o empregador não se confunde com seu salário-base. É um valor bastante superior. Isso porque não é só o salário que constitui o ônus do empregador, pois este arca com diversos encargos sociais e trabalhistas impostos pela legislação e pelas convenções do trabalho, que se somam ao salário-base do funcionário.

Maquinário:

Segundo Marques (2012) inovações tecnológicas para os sistemas construtivos desempenham papel de fundamental importância para acelerar as construções e tirar o melhor proveito das equipes de obra e para alcançar melhor custo-benefício. A construção civil brasileira busca caminhos alternativos para o problema da escassez de mão de obra e a solução passa, obrigatoriamente, por encontrar métodos que permitam aumentar os índices de produtividade para execução dos serviços necessários. Como o mercado exige, cada vez mais maior produtividade e menor custo, o auxílio de máquinas na execução de serviços na construção é muito importante, além de gerar um melhor acabamento no produto final (MARQUES, 2012).

Execução:

Nas etapas executivas, é muito importante que os projetos estejam na obra (arquitetônico, estrutural, hidráulica e elétrica), para que ocorra o mínimo de erros possíveis. De acordo com Peixoto (2013) para que uma construção seja bem feita, ela custa dez unidades de moeda, e para executar um retrabalho custa 100 unidades da mesma moeda. Executar um retrabalho não significa simplesmente refazer o trabalho. Isso implica paralisar várias frentes de serviço que estão em andamento, a partir daquela etapa.

Outro fator importante e que pesa muito na execução de um serviço é o uso de uma ferramenta precisa e de boa procedência. Os serviços são em média muito melhores e são executados de forma mais rápida, reduzindo custos de mão de obra. Deve-se sempre ter uma organização da parte do setor de compras, administração e terceirização de serviços. A falta de material de construção leva muitas vezes, ao desvio do trabalhador a executar outro serviço, quebrando totalmente o ritmo de execução do mesmo. É importante que seja planejada compra de materiais, para que não aconteçam esses episódios na obra, pois além da perda de tempo, o construtor terá maior custo. Além disso, é preciso também saber trabalhar em equipe, um colaborando com o outro (MITIDIERI, 2006).

Qualidade e Custos:

De acordo com Thomaz (2001), os problemas da qualidade na construção brasileira não podem ser atribuídos à falta de geração de conhecimentos técnicos. A análise de um número muito grande

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

de documentos revela que os trabalhos nacionais apresentam, em geral, nível equivalente aos melhores trabalhos estrangeiros ou internacionais.

Segundo Monteiro (2011), a dimensão qualidade tem tudo a ver com a maneira com que o produto do projeto vai se adequar à vontade do dono da obra, ou seja, a qualidade é atingida quando o cliente fica satisfeito, ao passo que a execução é feita conforme projeto, orçamento e programação do contrário a qualidade não é atingida.

Para aumentar a qualidade exige-se um aumento do custo, isso se deve ao processo de obtenção de uma melhor qualidade. Se o custo é grande e a qualidade é pequena, isso é um reflexo do grande número de falhas existentes em todas as etapas da construção. Se as inspeções da obra são realizadas em consonância e simultaneamente com a execução, o número de erros, retrabalhos e quebradeiras são reduzidos e faz com que a obra tenha qualidade e custos ideais.

CONCLUSÃO

De uma maneira geral, observou-se que existem perdas expressivas de materiais na construção (perdas não são inevitáveis, mas podem ser controladas), sendo importante que cada empresa tenha uma contínua percepção dos consumos que ocorrem nos seus canteiros.

Além disso, o uso de alternativas construtivas é um importante canal para melhorar a produtividade e diminuir os custos. Por outro lado, a qualidade dos projetos e seus detalhes, evita que se tomem decisões no canteiro de obra e isso implica em atrasos, desperdício, falta de segurança da edificação, implicando também, baixo desempenho econômico e estrutural.

É muito importante o auxílio de máquinas, de pequeno e grande porte, para uma melhor produção. Portanto, a empresa deve analisar se a compra ou aluguel de tais máquinas são viáveis. Mesmo com uma mão de obra despreparada, foi demonstrado que quando treinada, os benefícios são muitos, tanto para a empresa, quanto para o trabalhador.

Conclui-se que a presença de um Engenheiro na obra é fundamental, tanto para o acompanhamento e orientação dos funcionários, quanto na elaboração de bons e simples projetos evitando dúvidas e retrabalhos no canteiro de obras, detalhes que influenciam muito no custo final da edificação.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMORIM, Ricardo. **Por que pagamos mais caro no Brasil?.** 2013. Disponível em: <http://ricamconsultoria.com.br/news/artigos/palestra_brasil_caro>. Acesso em: 15 dez. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000**. Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade. Rio de Janeiro, 2000.

AULER NETO, P. O. **Compra ou aluguel de equipamentos é definida caso a caso:** Estratégia da construtora, prazo da obra, custos, risco de ociosidade e valor de revenda devem ser avaliados. 2010. Disponível em: <http://www.sobratema. org.br/ Imprensa/ Conteudo /125875-portal%20+aecweb%20 +_+compra%20+ou+%20aluguel+de + equipamentos +%C3%A9+definida+caso+a+caso>. Acesso em: 14 dez. 2014.

BENIGNO, Fernando. **Alternativas tecnológicas para edificações**. São Paulo: Pini, 2008. 237 p.

BERWANGER, Cleofas. **Estudo sobre controle de custos em obra utilizando orçamento paramétrico e orçamento analítico para residência tipo padrão normal na cidade de foz do Iguaçu-PR.** 2008. 59 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Faculdade Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu, 2008.

Bombas para Injeção de Cimento. 2013. Disponível em: < http://phmac.com.br/venda-de-equipamentos/bombas-para-injecao-de-cimento-2/>. Acesso em: 8 out. 2014

BOTELHO, M. H.C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2010. 333 p. v. 2.

CERUTTI, A.G. **Qualidade na construção civil.** 2010. 72 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Regional de Blumenal, Blumenal, 2010.

DOMARASCKI, C. S.; FAGIANI, L. S. **Estudo comparativo dos sistemas construtivos: Steel frame, concreto PVC e sistema convencional.** 2009. 75 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2009.

FORTES, M. S. A. **Influência da mão de obra na qualidade da construção civil:** Importância da capacitação da mão de obra na construção civil em Cabo Verde. 2013. 110 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Jean Piaget de Cabo Verde, Cidade da Praia, 2013.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

GEOLOGIA DA SERRA DO CARAÇA-MG: PERFIS REAIS

ARIADNE D. LIBUTTI NUÑEZ [1], ALEXANDRE M. TUNES[2], ADRIANE A. CADAR [3], BÁBARA A. OLIVEIRA[4], CAROLINA C. BARBOSA[5], ULISSES CYRINO PENHA[6]

[1]Estudante de graduação, Centro Universitário de Belo Horizonte, (31) 8686-2833, alibutti@gmail.com
[2]Estudante de graduação, Centro Universitário de Belo Horizonte, (31) 9325-1669, xandemottatunes@gmail.com
[3]Estudante de graduação, Centro Universitário de Belo Horizonte, (319855-0288, adrianecadar@gmail.com
[4]Estudante de graduação, Centro Universitário de Belo Horizonte, (31) 9701-9125, barbynha@terra.com.br
[5]Estudante de graduação, Centro Universitário de Belo Horizonte, (31)9907-7611, carolinaccb.94@gmail.com
[6]Orientador, Centro universitário de Belo Horizonte, (31)9191-1700, ulisses.penha@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A região da Serra do Caraça, situada na borda oriental do Quadrilátero Ferrífero, porção sul do Cráton São Francisco, apresenta grande importância metalogenética por estar inserida entre depósitos proterozoicos de ferro do tipo *BIF* – Lago Superior (Supergrupo Minas) e depósitos auríferos arqueanos hospedados em *BIFs* e em metapelitos hidrotermalizados do Supergrupo Rio das Velhas. Sua grande variedade de rochas e estruturas sedimentares, metamórficas e ígneas motivaram a realização de perfis reais. O presente trabalho expõe o levantamento de cinco perfis de semidetalhe e extensões quilométricas a subquilométricas. O método utilizado iniciou-se com a seleção dos perfis, baseada na análise e interpretação de imagens de sensores remotos e mapas geológicos pré-existentes. Seguiram-se trabalhos de campo com caminhamentos, observação, coleta de dados e amostras, finalizando com sua interpretação e elaboração de um relatório final. Os perfis secionaram: a porção vulcânica basal máfico-ultramáfica e a sequência clasto-química intermediária do Supergrupo Rio das Velhas (Arqueano); a sequência metapsamítica do Proterozoico Médio do Grupo Caraça; diques máficos de idade indeterminada; e sedimentos quaternários da bacia do córrego Caraça. Os resultados levantados mais relevantes foram à identificação: de estruturas diagnósticas de vulcanismo komatiíticos (*spinifex* e *pillow lavas*); de um flanco de dobra invertida em quartzitos do Grupo Caraça; e um hiato geológico superior a 2.6 Ga.
PALAVRAS–CHAVE: Perfis Reais, Serra do Caraça, Quadrilátero Ferrífero

GEOLOGY OF SERRA DO CARAÇA – MG, BRAZIL: REAL PROFILES

ABSTRACT: The region of Serra do Caraça, located on the eastern border (edge) of the Quadrilátero Ferrífero-MG, which covers the southtern portion of the São Francisco Craton, it presents an important metallogenic area that are inserted between Proterozoic deposits of Iron *BIF* type – Superior Lake (Minas Supergroup), Archean gold deposits hosted in *BIF* and hydrothermal metapelites of the Rio das Velhas Supergroup. The amplitude and ride range of rocks and sedimentary structures, metamorphic and igneous motivated the actual profiles. This article presents a survey of five profiles of semi detail as also kilometer or subkilometers extensions. The methodology began with the selection of the profiles, based on the analysis and interpretation of images from remote sensors and pre-existing geological maps. Followed by field work which involves observation, walk through the area, data collection and samples ending with the interpretation and preparation of a final report. Therefore the profiles selects: the basal volcanic mafic- ultramafic portion and the intermediate clastic chemical portion of Rio das Velhas

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Supergroup (Archean); the sequence of metapsamitics of the Medium Proterozoic that belongs at Caraça Group; mafic dykes of a unknow age and quaternary sediments of Caraça stream basin. The results raise more relevant were to identify such as diagnostic structures, like komatiitic volcanism structure (*spnifex* and *pillow lavas)*, an invert pleat flank in quartzites of the Caraça Group and a superior geological gap to 2.6 Ga.
KEYWORDS: Real Profiles, Serra do Caraça, Quadrilátero Ferrífero

INTRODUÇÃO

Os perfis geológicos são a base de qualquer estudo de área, sendo considerados ferramentas valiosas de observação que fornecem dados para pesquisa com relação a todos os processos pelos quais o conteúdo rochoso foi submetido. A construção de tais perfis e sua interpretação requerem, sem dúvida nenhuma, conhecimento prévio sobre a área estudada, e também servem de base para a interpretação destes processos. Dessa maneira, a sua construção baseia-se em mapas geológicos e cartas topográficas e assim, os perfis podem ser validados através da constatação em campo de sua veracidade.

A área de pesquisa está inserida na região da Serra do Caraça, borda oriental do Quadrilátero Ferrífero (QF), representado pelo Supergrupo Rio das Velhas, que corresponde a uma sequência metavulcanossedimentar, sobreposta estratigraficamente pelo Supergrupo Minas, sequência proterozoica formada essencialmente por rochas sedimentares clásticas e químicas. O objetivo principal deste trabalho é fornecer, através de perfis reais e fotos, informações sobre as litologias aflorantes na região, bem como sobre as feições resultantes de eventos deformacionais.

A evolução do Quadrilátero Ferrífero está relacionada com uma tectônica policíclica, em que estudos realizados por Alkmim e Marshak (1998) e Baltazar e Zucchetti (2000) indicam três eventos deformacionais de grande amplitude caracterizados como: Evento Rio das Velhas; Evento Transamazônico e Evento Brasiliano, evidenciados nas sequências arqueanas e/ou nas coberturas proterozoicas da região. Segundo Lima (2009), o Supergrupo Rio das Velhas representa uma típica sequência *greenstone belt*, composta por rochas de natureza metavulcanossedimentar e que abriga em suas formações as principais jazidas de ouro de Minas Gerais. É subdividido em três grupos em função da natureza predominante de suas rochas, que são da base para o topo: Grupo Quebra-Ossos(GQO), composto por rochas metavulcânicas máficas a ultramáficas; Grupo Nova Lima (GNL), representado por rochas metavulcânicas, metassedimentares de origem química e clástica no topo; e finalmente o Grupo Maquiné (GM), composto pelas metassedimentares de origem clástica. As rochas encontradas no GQO apresentam feições predominantemente de metamorfismo dinamotermal regional, ocorrendo principalmente em zonas de falhas menores, onde encontram-se rochas com alterações metassomáticas (SANTOS e SCHORSCHER, 2010). Tendo sido identificados veios de serpentina, talco, quartzo e sulfetos. Schorscher (1979) chegou à conclusão de que essas rochas foram geradas em um contexto paleoambiental do tipo assoalho oceânico de águas profundas, dada a ausência de vesículas/amídalas.

O GNL se subdivide em três unidades: a Unidade Basal se caracteriza pela predominância de rochas metavulcânicas básicas a ultrabásicas, com intercalações menos expressivas de xistos carbonosos, micaxistos quartzosos, clorita xistos quartzosos e metachertes. A Unidade Média é regida pelo regime deposicional químico e é composta por filito carbonoso ou carbonático, com intercalações de *BIF* e metachertes. A Unidade Superior, uma sequência deposicional essencialmente clástica, é composta por metaconglomerados, metagrauvacas, metapelitos, metatufos félsicos, quartzo xistos e quartzitos.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Sobrepondo-se ao Grupo Nova Lima, estão as rochas do Grupo Maquiné. O contato entre estes dois grupos se dá de maneira gradacional e é marcado pela presença de conglomerados (DORR, 1969). É dividido em duas formações, na base a Formação Palmital, constituída por filitos grafitosos com lentes de quartzitos e de conglomerados (O'ROUKE, 1958), e acima a Formação Casa Forte, constituída por quartzitos cloríticos e sericíticos, xistosos a maciços, metaconglomerados e menores quantidades de filitos e xistos cloríticos (GAIR, 1962).

A sequência paleoproterozoica, denominada de Supergrupo Minas (SM), consiste em rochas metassedimentares supracrustais (DORR,1969), que se sobrepõem às rochas arqueanas, geralmente por falhas de empurrão. Sua unidade basal clástica denominada Grupo Caraça (GC), está sobreposta pela unidade química do Grupo Itabira (GI), com *BIFs* do tipo Lago Superior e dolomitos; e finalmente a unidade clástica superior, o Grupo Piracicaba (GP). O GC, também objeto do presente estudo, foi subdividido em Formação Moeda composta por ortoquartzitos, quartzitos, conglomerados com pirita detrítica e filitos; sobreposta pela Formação Batatal, constituída por filitos, filitos grafitosos, metachertes e itabiritos. O GI é composto pela Formação Cauê, com itabiritos, itabiritos dolomíticos, filitos, dolomitos e xistos verdes, sobrepostos pela Formação Gandarela, que são dolomitos com brechas intraformacionais, calcários, itabiritos, dolomitos, que são filitos e xistos verdes. O GP é constituído pela Formação Cercadinho e apresenta filitos, sericita quartzitos, quartzitos, filitos ferruginosos, metachertes, conglomerados e dolomitos. (SCHORSCHER,1992).

A unidade final do SM, Grupo Sabará, contém grauvacas, pelitos e, subordinadamente, conglomerados, filitos carbonosos, metachertes, metatufos, rochas vulcânicas máficas e ácidas (LIMA, 2009). Seu contato com o GP se dá por discordância erosiva e angular (LADEIRA, 1980).

O arcabouço estrutural do Quadrilátero Ferrífero é marcado por feições condicionadas pela tectônica do tipo domos e quilhas (CARNEIRO *et al*. 1995). Sua evolução teve início há 3,2 Ga quando, através de um regime tectônico compressivo geraram-se domos e complexos granito-gnáissicos do tipo TTG. Tais complexos serviram de embasamento para o *Greenstone Belt* Rio das Velhas (2,8 – 2,7 Ga). Há aproximadamente 2,7 – 2,6 Ga uma tectônica compressional com caráter direcional transpressiva provocou a Orogenia Rio das Velhas, com deformação e metamorfismo do Supergrupo Rio das Velhas, acompanhado por magmatismo ácido a intermediário (CHEMALE JR *et al.* 1994). Entre 2,6 e 2,4 Ga ocorre uma fase de rifteamento inicial com o posterior estabelecimento de uma plataforma continental intracratônica de bacia de margem passiva, com a deposição do sedimentos que compõem o Supergrupo Minas. Há 2,1 Ga, um evento tectônico de caráter compressivo, a Orogênese Transamazônica, gerou um cinturão de falhas e dobras com vergência para NE (ALKMIM e MARSHAK 1998).

O segundo grande evento foi o Ciclo Brasiliano, que segundo Chemale Jr. *et al* (1994), foi marcado por uma fase extensional com o rifteamento mesoproterozoico do cráton São Francisco, seguida de uma fase compressional caracterizando a Orogenia do Brasiliano, que desenvolveu um sistema de dobras e falhas com vergência para oeste. Esse evento regenerou e deformou estruturas pretéritas reativando a borda leste do Quadrilátero Ferrífero no Neoproterozoico (ALKMIM e MARSHAK 1998). As condições que precederam o retrabalhamento sofrido pela borda leste durante o evento Brasiliano, são marcadas pela ascensão de domos do embasamento, ocorrido após o colapso da cadeia Transamazônica (MARSHAK *et al* 1992, ENDO 1997, ALKMIN & MARSHAK 1998). Por volta de 135 Ma iniciou-se a separação dos continentes africano e sul-americano, marcada pela tectônica mesocenozoica que resultou em intrusões de diques máficos e formação de bacias sedimentares (CHEMALE JR *et al*. 1994).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

Primeiramente realizou-se um levantamento bibliográfico sobre a geologia regional e local. Posteriormente, os locais mais representativos para a realização dos perfis foram escolhidos e para tanto foram utilizados mapas geológicos locais e mapas topográficos com escala de 1:25000 e 1:50000, aliados às ferramentas Google *Maps* e *Earth*, a fim de se obter informações das condições de acesso. Após a definição destes locais, o trabalho de campo possibilitou a coleta de dados que foram transformados no presente trabalho.

O produto deste trabalho consiste em 4 perfis geológicos reais, que abordam unidades regionais do QF, na área da Serra do Caraça.

O material utilizado em campo segue as orientações de Lisle (2012), que sugere os seguintes itens: bússola geológica Brunton, martelo geológico, mapas geológicos (1:50000 das folhas de Catas Altas, Gandarela e Santa Bárbara), fotos aéreas, caderneta para anotações, aparelho portátil de GPS, prancheta, papel milimetrado e sacos para coleta de amostras.

Na descrição dos afloramentos, várias observações foram levantadas como: litologias, contatos geológicos, falhas, dobras, cisalhamentos,foliações e estruturas sedimentares e vulcânicas, medidas estruturais, ocorrência de mineralizações e minerais índices.

As amostras coletadas foram identificadas em sacos e registradas fotograficamente. Além disso, foram feitos croquis com o objetivo de correlacionar e sintetizar as litologias e estruturas. No laboratório e escritório seguiram- se a análise, integração, interpretação dos dados e confecção de um relatório foi elaborado. Somente após estas etapas puderam ser desenvolvidos os perfis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1encontram-se os perfis realizados na região da Serra do Caraça – MG, e a localização de cada ponto visitado está indicada na figura a seguir.

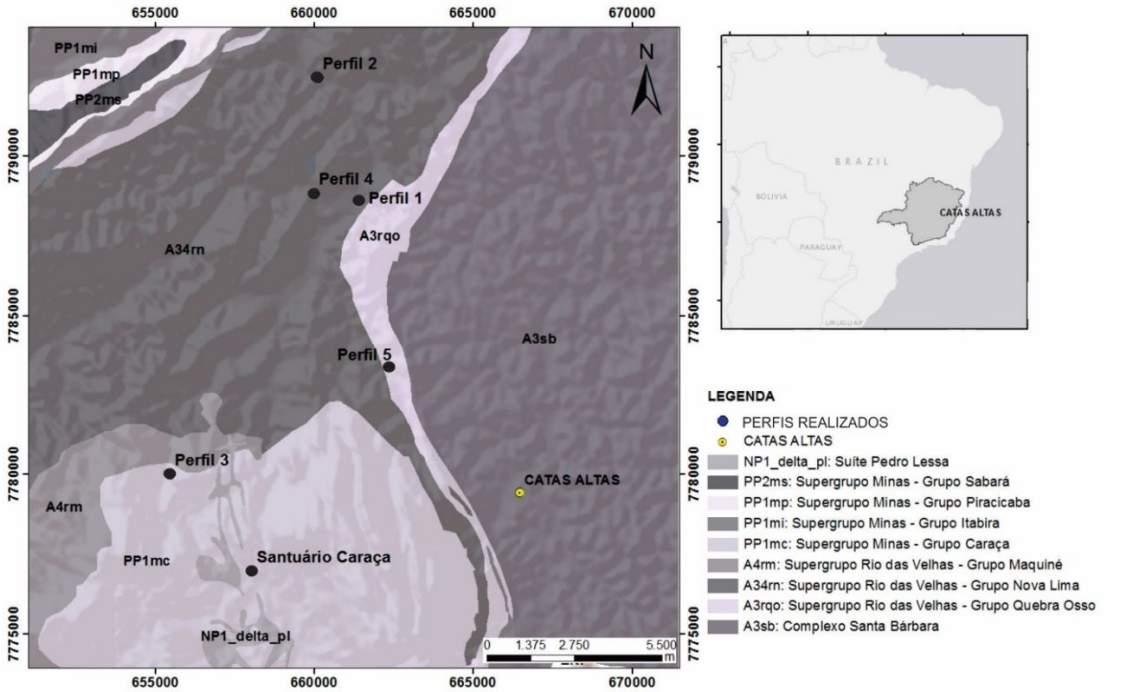


Figura 1: Mapa de localização da área estudada com os perfis plotados. Modificado de Shapefile – CODEMIG, 2014.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Seguem descrições resumidas dos perfis realizados.

PERFIL 1 – BRUMAL–SUMIDOURO

O contato erosivo inferido (representado pela linha tracejada) indica um hiato deposicional com mais de 2.6, Ga de um paleocascalho fluvial de matriz silto-arenosa, modificado por processos de coluvionamento (1, 2, 3), sobre sericita filitos arqueanos do Grupo Nova Lima (4). Notou-se a diminuição do tamanho dos clastos de 1 a 3, caracterizando uma feição de *coarsing-up*, o que sugere o aumento de energia fluvial rumo ao topo deste pale*ocanal.* A atitude da camada observada em (4) é N40E / 12NW.

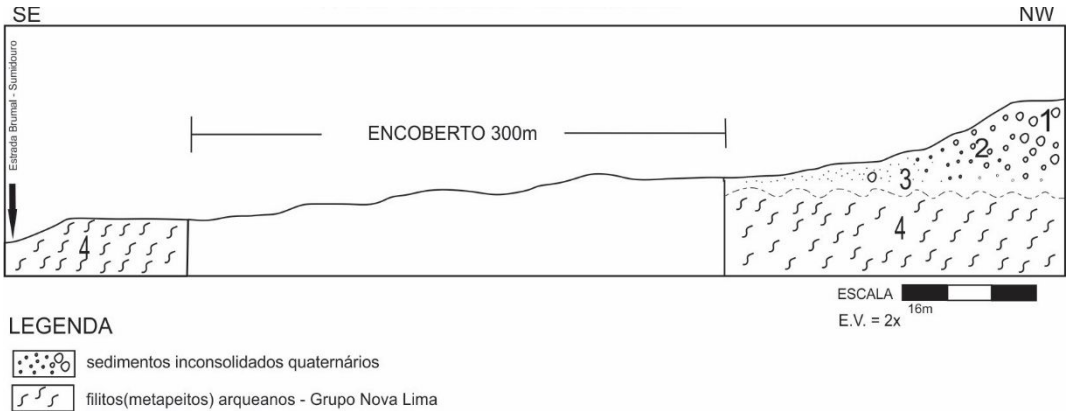


Figura 2: Perfil 1 de coordenadas: 661554/7788230 – 777m. Afloramento localizado na estrada Brumal–Sumidouro.

PERFIL 2 – PRÓXIMO À MINA SÃO BENTO

O perfil mostra uma sequência de metapelitos (1, 3, 5, 7 e 13) com veios de quartzo (3), filitos carbonosos(10) e chertes (2), todos pertencentes ao Grupo Nova Lima, intrudidos por corpos máficos (12, 14) localmente sobrepostos por sedimentos quaternários (8, 9). O contato em (6) indica um hiato deposicional de pelo menos 2.4 Ga. Todas as camadas apresentam atitude média de N45E/50SE , com exceção do paleocanal (8 e 9), que não apresentou orientação dos clastos, neste somente foi observada a feição *coarsing-up*, indicativa de aumento de energia para o topo.

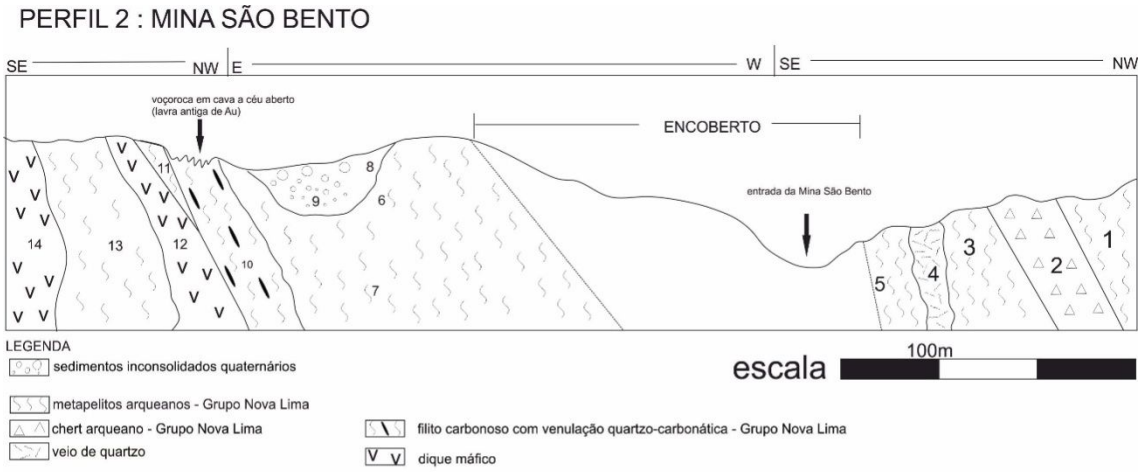


Figura 3: Perfil 2 de coordenadas: Início (1) 660110/7792464 , 885m Fim(14) 661031/7791755, 830m. Afloramento na Rodovia, próximo à entrada da Mina São Bento, da AngloGold Ashanti.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

PERFIL 3 – SERRA DO CARAÇA

O Grupo Nova Lima, representado pelos metapelitos observados em (1) encontra-se estratigraficamente abaixo dos quartzitos do Grupo Caraça, Formação Moeda dos pontos (3) a (6). Devido à posição das camadas (originalmente horizontais e com as estratificações cruzadas tangenciando para a base), estas estão estratigraficamente invertidas.

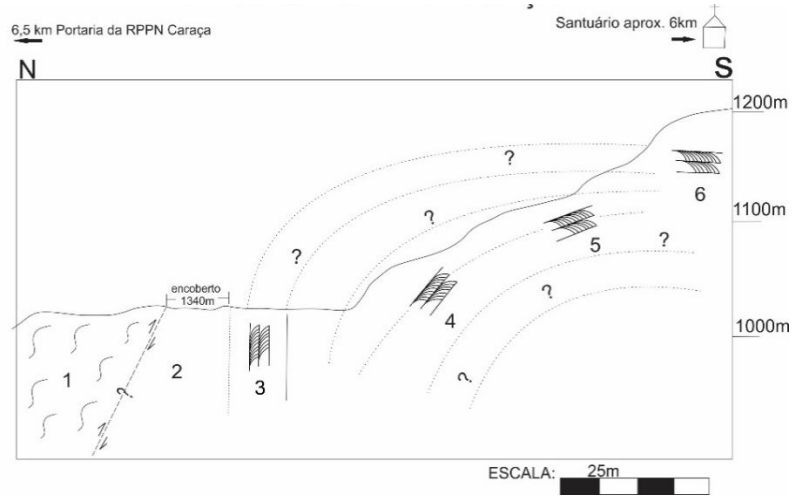


Figura 4: Perfil 3 de coordenadas: início (1)655787/7781238 ,1030m e final (6) 655470/7780000,1150m.

PERFIL 4 – PRÓXIMO À MINA CÓRREGO DO SÍTIO

O perfil esquematiza uma zona altamente deformada onde as camadas da formação ferrífera bandada arqueana (2), encontram-se dobradas e intrudidas por veios hidrotermais de quartzo leitoso (1 e 3) também deformados.

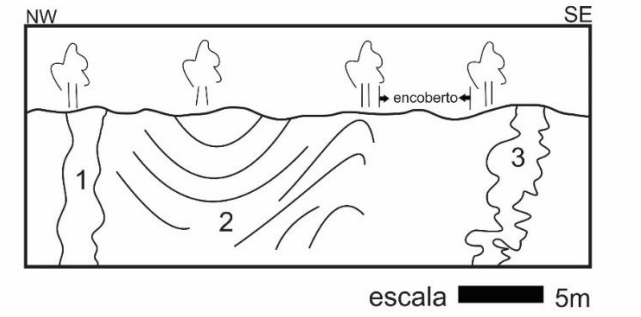


Figura 5: Perfil 4 de coordenadas: 659993/7788831, 918m. Afloramento próximo à ponte do Rio Conceição.

PERFIL 5 – CÓRREGO QUEBRA-OSSOS

O perfil mostra um afloramento do Grupo Quebra-Ossos (1), unidade ultramáfica arqueana, sobreposta por sedimentos quaternários (4), inconsolidados e sem orientação (contato indicado pela linha tracejada). Foram observadas texturas ígneas *spinifex* (2), diagnóstica de lavas komatiíticas e resultante do arranjo de olivinas e piroxênios em processo de resfriamento rápido; e *pillow lavas* (3), característica magmatismo subaquático.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

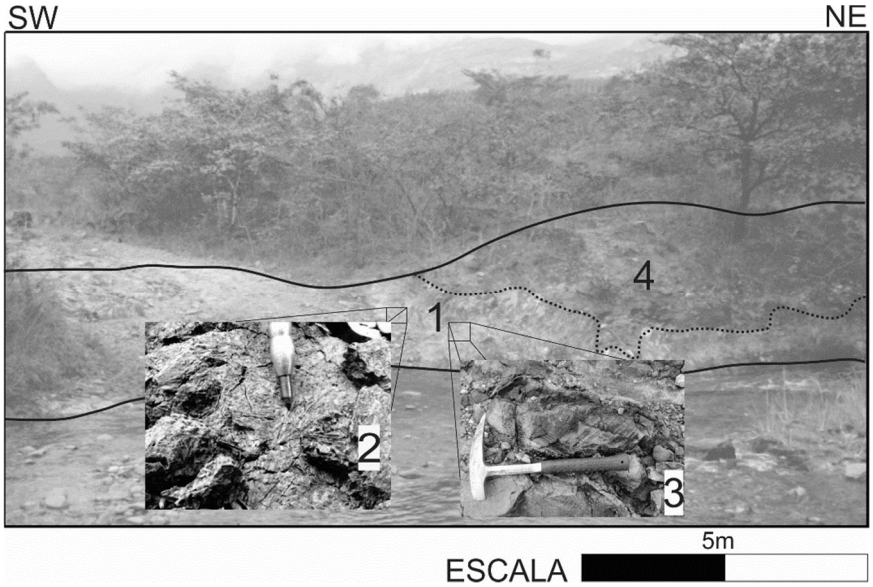


Figura 6: Perfil 5. Seção esquemática da margem esquerda do Córrego Quebra-Ossos, nas imediações da Pedreira Um.

CONCLUSÕES

No que diz respeito à análise dos resultados dos perfis, as feições permitem algumas considerações. O perfis 1 e 5 salientam a importância da observação em campo, pois ambos apresentam discordâncias com sedimentos quaternários, que à primeira vista poderiam ser confundidos com rochas sedimentares. O perfil 3 evidencia, embora não se tenha descrito rochas do complexo Santa Bárbara, o resultado do sistema de cisalhamento Fundão e Cambotas, isto é, o cavalgamento do complexo Santa Bárbara sobre as rochas do Supergrupo Rio das Velhas (metapelitos) e do Super Grupo Minas (quartzitos). Este sistema de empurrão também é evidenciado na inclinação das camadas do perfil 2, que também compreende os possíveis diques básicos. A inversão estratigráfica observada cede lugar a duas hipóteses: uma delas é de que os metapelitos sejam lascas de empurrão resultantes deste sistema de cisalhamento (Fundão e Cambotas), enquanto que a segunda sugere uma grande dobra neutra onde parte das camadas superiores teriam sido erodidas e resistindo apenas os quartzitos por serem uma cornija estrutural. Independente de qual delas seja a mais adequada, não há dúvidas de que sejam o produto do mesmo sistema de cisalhamento. O perfil 4 evidencia 2 processos: o primeiro que gerou o dobramento das *BIFs* e o segundo de caráter hidrotermal com a instalação dos veios de quartzo, sugerindo que a idade destes seja no mínimo sindeformacional ao evento que dobrou as *BIFs*. Ainda que este trabalho não tenha acrescentado conhecimento geológico significativo à região do QF, foi de grande valia para a consolidação de conteúdos teóricos aos 5 primeiros autores.

REFERÊNCIAS

ALKMIM F.F., MARSHAK S. **The Transamazonian orogeny in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil: Paleoproterozoic collision and collapse in the Souhtern São Francisco Craton region.** UFOP. Precambrian Research 90, 29–58. 1998.

BALTAZAR, O. F.; ZUCCHETTI, M. **Lithofacies associations and structural evolution of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, QuadriláteroFerrífero, Brazil: A review of the setting of gold deposits.** Ore Geology Reviews 32471–499.2007.

BALTAZAR, O.F., ZUCCHETTI, M. **Rio das Velhas greenstone belt structural evolution, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil.** 31th Int. Geol. Cong. Rio de Janeiro, Brazil, CD-ROM. 2000.

CAMPOS, M. I. B. de. **Caracterização da deformação frágil e sua relação com os processos de voçorocamento na porção sudeste do Complexo Metamórfico Bação – Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais**. 2006. 157 f. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.

DORR II, J. V. N., **Physiographic, stratigraphic and structural development of QuadriláteroFerrífero, Minas Gerais, Brazil**. USGS Prof. Paper, 641-A, 110 pp, Washington. 1969.

GAIR, J. E. **Geology and ore deposits of the Nova Lima and Rio Acima Quadrangles, Minas Gerais** , Brazil. GeologicalSurvey Professional Paper, v. 341-A, p. 65, 1962.

HASUI,Y. **A grande colisão pré-cambriana do sudeste brasileiro e a estruturação regional**. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 29, n. 2, p. 141-169. 2010.

LADEIRA, E. A. **Metallogenesisof Gold at the Morro Velho Mine, and in Nova lima District, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil.** London: Universityof Western Ontário, 1980. 272p (Ph.DThesis).

LIMA, L.C. **Depósito Lode Au-As-Sb Laranjeiras, em Metaturbitos do Grupo Nova Lima, Quadrilátero Ferífero, Minas Gerais, Brasil**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009

LISLE, R.J., BRABHAM, P, BARNES, J., **Mapeamento Geológico Básico: Guia Geológico de Campo.** 5 ed São Paulo: Bookman Editora, 2012

SANTOS, C.A., SCHORSCHER, J.H.D. **45° Cong. Bras. Geol.**, Anais, Belém. 2010

SCHORSCHER, J.H.D. **Komatiitos na estrutura "grenstone Belt", Série Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil** 30° Cong. Bras. Geol.**,** Resumos, pp 292-293, Recife. 1978.

SCHORSCHER, J.H.D. **Evolução geotectônica e petrogenética do embasamento arqueano do Quadrilátero Ferrífero** Acad. Bras. Ci. Anais, 51 (4), 767-768, Resumos, Rio de Janeiro. 1979.

ZUCCHETTI, Márcia. **Geoquímica dos metabasaltos do Grupo Nova Lima, GreenstoneBelt Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, MG.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

IDENTIFICAÇÃO DA INCIDÊNCIA DE FUNGOS EM LARANJAS A PARTIR DE IMAGENS DIGITAIS

Nara Silveira Velloso[1], Jéssica Pontes Rangel[2], Lucas de Paula Corrêdo[3]

[1] Estudante Mestrado, Departamento de Engenharia Agrícola – DEA, Universidade Federal de Viçosa – UFV, (37) 9936-6695, naravelloso@yahoo.com.br.
[2] Estudante Mestrado, Departamento de Engenharia Agrícola – DEA, Universidade Federal de Viçosa – UFV, (31) 8357-1772, jessica.rangel@ufv.br.
[3] Estudante Mestrado, Departamento de Engenharia Agrícola – DEA, Universidade Federal de Viçosa – UFV, (31) 8581-8748, lucascorredo@gmail.com.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A presença de fungos em produtos agrícolas pode causar danos resultando em perda econômica devido à sua rejeição por parte do mercado consumidor. Considerando que o Brasil lidera os índices de exportação de laranjas, objetivou-se com este trabalho desenvolver uma metodologia para identificar a incidência de fungos em laranjas a partir da análise de imagens digitais. Para realizar o experimento foram adquiridas 15 laranjas saudáveis e 15 laranjas com incidência de fungos, em um mercado local de Viçosa, Minas Gerais. As laranjas foram separadas e foram obtidas imagens dos 30 exemplares. As imagens foram processadas com auxílio do software Matlab e determinou-se um limiar a partir do valor de entropia gerado em cada imagem a fim de classificar as laranjas em sadias ou contaminadas. Para testar a confiabilidade dos resultados obtidos foi calculado o índice Kappa, que foi submetido ao teste Z com 5% de significância. O limiar encontrado foi de 6,26. As entropias de frutas com presença de fungos apresentaram valores mais elevados quando comparados às frutas saudáveis. O índice Kappa calculado foi de 0,60 e considerado significativo pelo teste Z. A metodologia testada possibilitou a identificação de laranjas contaminadas.
PALAVRAS–CHAVE: Processamento digital de imagens, laranja, fungo.

IDENTIFYING THE INCIDENCE OF FUNGUS IN ORANGES FROM DIGITAL IMAGES

ABSTRACT: The presence of fungi in agricultural products can cause damage resulting in economic loss due to their rejection by the consumer market. Whereas Brazil leads the indices of export of oranges, the objective of this work was to develop a methodology to identify the incidence of fungi in oranges from the analysis of digital images. To perform the experiment were acquired 15 healthy oranges and 15 oranges with incidence of fungi in a local market of Viçosa, Minas Gerais. The oranges were separated and were obtained images of 30 copies. The images were processed using the software Matlab and determined a threshold from the entropy value generated in each image in order to classify the oranges in healthy or contaminated. To test the reliability of the results was calculated the Kappa index, which was submitted to the Z test with 5% significance. The threshold found was 6.26. The entropies of fruit with presence of fungi presented higher values when compared to healthy fruits. The Kappa index was calculated at 0.60 and considered significant by test Z. The tested methodology allowed the identification of contaminated oranges.
KEYWORDS: Digital image processing, orange, fungus.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

A alta demanda de alimentos, tem exigido cada vez mais a necessidade de tecnologias avançadas em todas as etapas da produção de alimentos. Para obter padrões de qualidade e segurança alimentar, diferentes aspectos do produto (físicos, químicos e biológicos) devem ser considerados, tais como: cor, textura, teor de gordura, umidade, conteúdo de proteínas, pH e contagem bacteriana (Huang et al., 2014). A avaliação destes aspectos pode ser feita de diferentes formas, desde ensaios laboratoriais de caráter destrutivos até análises sensoriais, sendo que uma das mais tradicionais é a inspeção visual humana.

Fungos são capazes de deteriorar alimentos em diversas condições ambientais. Causando alterações na composição química, na estrutura e na aparência dos frutos. Tais modificações são muito indesejáveis, pois assim há perda econômica e/ou desperdício, devido à rejeição do alimento. Outro efeito é a produção de toxinas prejudiciais à saúde humana e animal, pois provocam doenças que levam à morte. Contudo, percebe-se que detectar e qualificar fungos são análises essenciais para avaliar o bom estado de um fruto.

A visão artificial aliada ao processamento digital de imagens pode ser considerada uma alternativa para fazer uma análise preliminar na parte exterior de diversos produtos agrícolas, facilitando a detecção de imperfeições e doenças e diminuindo o tempo dessas análises, já que poderão ser feitas de forma automática. O processamento digital de imagens pode ser utilizado na agricultura para vários fins, dentre eles: detectar lesões foliares, no caule e nos frutos; quantificar áreas afetadas por doenças; determinar forma e tamanho de frutos.

Considerando que dentre as fruticulturas, a laranja lidera os índices de exportação brasileira, correspondendo a cerca de 80% do mercado mundial (Pecoraro W. et al., 2010) e o alto valor que esta cultura representa para o mercado, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma metodologia para identificação da incidência de fungos em laranjas a partir da análise de imagens digitais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Projetos de Máquinas e Visão Artificial (PROVISAGRO) do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa.

As frutas utilizadas foram provenientes de mercados do comércio local de Viçosa, MG, sendo que 15 sadias e 15 com incidência de fungos. Foram feitas imagens das frutas para posterior processamento e análise.

As imagens foram obtidas com a utilização de uma câmera digital marca Sony Cyber-Shot modelo DSC H200 de 20.1 mega pixels. A resolução utilizada foi de 1280X720 pixels. Buscando diferenciar o objeto (laranjas) do fundo da imagem, utilizou-se papel camursa preto, e para padrão de branco, usou-se papel EVA branco. Para controle de formação de sombras e reflexos, as imagens foram tiradas em um ambiente com luminosidade controlada, e a câmera foi calibrada para equilíbrio de branco “luz do dia” (Figura 1).

O processamento das imagens foi feito no software MATLAB versão 2013 e consistiu em tornar todas as imagens adquiridas no formato RGB em imagens binárias, com tons de cinza de acordo com um limiar determinado através da análise do histograma das imagens e, posteriormente, as imagens foram segmentadas.

Foi elaborado um algoritmo que responde a diferentes valores de pixel para diferentes texturas, para isso foi detectado em cada imagem valores de entropia que correspondem à regiões sadias e regiões com fungos a partir do centróide de cada imagem, com dimensões 100x100 mm²

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

(Figura 2).



Figura 1 – Estrutura montada para a coleta das imagens.

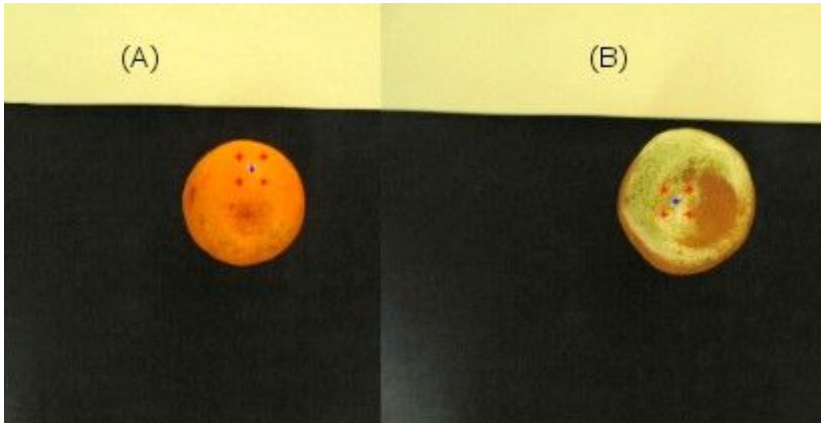


Figura 2 – Região do centróide no fruto sem fungo (A) e no fruto com fungo (B).

A diferença entre valores de entropia possibilitou-nos escolher um limiar para classificar as imagens. Imagens com valores acima do limiar foram classificadas como laranjas com incidência de fungos e imagens abaixo do limiar foram classificadas como saudáveis. Para treinar o algoritmo foram usadas 20 imagens e para testá-lo foram usadas 10 imagens.

A confiabilidade dos resultados obtidos foi avaliada através da matriz confusão e do índice Kappa (Equação 1). Para verificar a significância do índice Kappa, o resultado foi submetido ao teste Z ao nível de significância de 5% (Equação 2).

$$K = \frac{(Po - Pe)}{1 - Pe} \qquad (1)$$

Onde,
K = Coeficiente Kappa;
Po = Proporção de unidades corretamente classificadas;
Pe = Proporção esperada de acertos ao acaso.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

$$Z_c = \frac{K}{\sqrt{var\ K}} \qquad (2)$$

Onde,
Zc = Valor de Z calculado;
var K = variância do índice Kappa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O algoritmo possibilitou traçar um limiar para classificar os dois grupos de laranjas (saudáveis e com fungos). O valor desse limiar é 6,26, entropias acima desse valor representam laranjas com incidência de fungos e entropias abaixo desse valor representam laranjas saudáveis.

No treinamento do algoritmo (Figura 3) três amostras foram classificadas erroneamente, já no teste do algoritmo (Figura 4) foram duas amostras classificadas de forma errada.

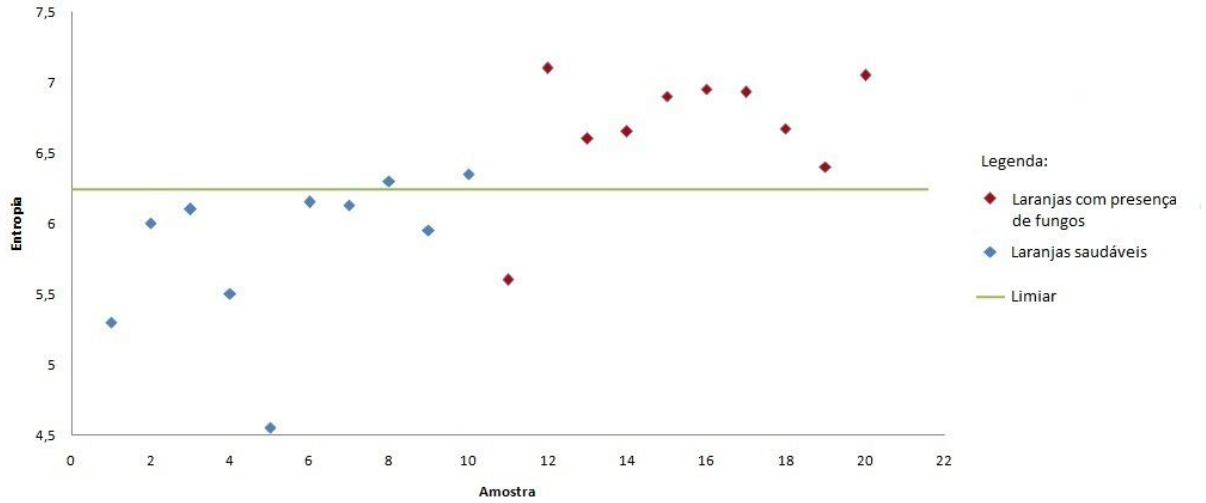


Figura 3 – Treinamento do algoritmo.

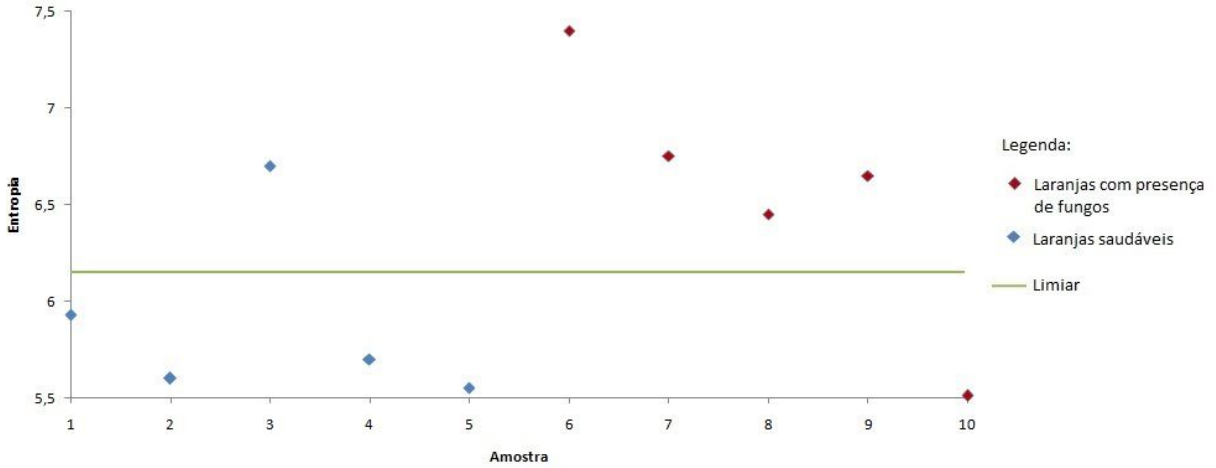


Figura 4 – Teste do algoritmo.

O índice Kappa varia geralmente de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 maior a

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

confiabilidade, valores próximos de zero denotam que a classificação é atribuída ao acaso. No entanto, como regra, valores de kappa 0,40-0,59 são considerados moderados, 0,60-0,79 substancial, e acima de 0,80 excepcional (Pinto et al.). O resultado do índice Kappa gerado a partir da matriz de confusão (Tabela 1) foi de 0,60, considerado, portanto, substancial.

Tabela 1 – Matriz de confusão

	Classe 1	**Classe 2**	**Total**
Classe 1	4(0,4)	1(0,1)	5(0,5)
Classe 2	1(0,1)	4(0,4)	5(0,5)
Total	5(0,5)	5(0,5)	10(1,0)

O valor de Z calculado foi 2,3717 e o valor de Z tabelado ao nível de 5% de significância é 1,96. O valor de Kappa encontrado é significativo pelo teste Z ao nível de significância de 5%.

CONCLUSÕES

Pôde –se concluir que a metodologia apresentada fez-se eficaz na identificação de laranjas contaminadas por fungos.

REFERÊNCIAS

Congalton, R.G.; Mead, R.A. A Quantitative Method to Test for Consistency and Correctness in Photointerpretation. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, Bethesda, v.49 n.1, p.69-74, 1983.

Dubey, S. R.; Jalal, A. S. Adapted Approach for Fruit Disease Identification using Images. **International Journa lof Computer Vision and Image Processing**, 2012, 2(3), 44-58.

Filho, A. G.; Oliveira, J. G.; Viana, A. P.; Damasceno Junior, P. C.; Pereira, M. G. Validação do método das notas para quantificação da incidência da mancha fisiológica do mamão através do uso de imagens digitais. **Rev. Bras. Frutic**., Jaboticabal – SP, 2006, v. 28, n. 3, p. 365-368.

Food and Agricultural Organization. 2013. FAO STAT data. Disponível em :https://www.fao.org.br/publicacoes.asp. Acessado em 30/06/2015.

Huang, H.; Liu, L.; Ngadi, M.O. Recent Developments in Hyperspectral Imaging for Assessment of Food Quality and Safety. **Sensors**, 2014, 14, 7248-7276.

Mehl, P. M.; Chen, Y.; Kim, M. S.; Chan, D. E. Development of hyperspectral imaging technique for the detection of Apple surface defects and contaminations. **Journal of Food Engineering**, 2004, 61, 67–81.

Nutter, F.W.; Teng, P.S.; Royer; M.H. Terms and concepts for yield, croploss, and disease thresholds. **Plant Disease**, 1993, 77, 211-215.

Pecorato, W.; Jorge, L. A. C.; Barbato, D. M. L.; Groote. J. Detecção e classificação de fungos em laranjas pós-colheita por meio de processamento digital de imagens. **VI Workshop de Visão Computacional**, Presidente Prudente, SP. 04-07 de Julho – FCT/UNESP.

Pinto, J. S.; Lopes, J. M; Oliveira, J. V.; Amaro, J. P.; Costa, L. D. Estatística Kappa (K). Disponível em: http://users.med.up.pt/joakim/intromed/estatisticakappa.htm. Acessado em 30/06/2015.

Rosenfild, G.H.; Fitzpatrick-Lins, K. A Coefficient of Agreement as a Measure of Thematic Classification Accuracy. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, Bethesda, v.52 n.2, p.223-227, 1986.

Russel G. Congalton. A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. **Remote Sens**. Environ. 37:35-46, 1991.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO BORRA DE TINTA PROVENIENTE DO POLO MOVELEIRO DE UBÁ – MG EM TIJOLOS ECOLÓGICOS

RENATA CARDOSO LEITÃO[1], RÔMULO BIANCHI GUMIER[2], IRACEMA MAURO BATISTA[3], JOSÉ DAMATO NETO[4]

[1] Graduanda em Engenharia de Produção, Fundação Presidente Antônio Carlos, (32) 9952-4712, renatacardosoleitao@gmail.com
[2] Bacharel em Engenharia Civil, Fundação Presidente Antônio Carlos,
[3] Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa,
[4] Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamato@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Avaliou-se a incorporação do resíduo borra de tinta, proveniente da indústria moveleira de Ubá – MG, em tijolo ecológico do tipo solo-cimento. Para a realização do estudo foi necessário: formular traços de solo-cimento incorporados com o resíduo; confeccionar corpos de prova, ou corpos-cimentícios, por prensagem uniaxial; determinar a absorção de água dos corpos cimentícios e determinar a resistência à compressão simples, ambos aos 28 dias de idade. O resíduo borra de tinta, gerado nas câmaras de pintura, é classificado como perigoso de acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004) e pode causar danos ao meio ambiente e ao ser humano. A incorporação do resíduo ao tijolo do tipo solo-cimento é uma alternativa ecológica para evitar os danos advindos do descarte incorreto desse resíduo. De acordo com os resultados obtidos comprova-se que o resíduo borra de tinta pode ser incorporado na composição do tijolo solo-cimento no traço formulado, cabe destacar que suas propriedades examinadas sofreram pequenas alterações, mas continuaram acima das especificações da norma NBR 10836 (ABNT, 1994). Ressalta-se que a substituição parcial do solo pelo resíduo é uma alternativa econômica, social e sustentável para a construção de alvenarias em edificações com qualidade e baixo custo.
PALAVRAS–CHAVE: Tijolo, Solo-Cimento, Tijolo Ecológico.

INCORPORATION OF RESIDUE PAINT SLUDGE FROM THE FURNITURE OF POLO UBA – MG IN ECOLOGICAL BRICKS

ABSTRACT: We evaluated the incorporation of residue paint sludge, by the furniture industry of Ubá – MG, in ecological brick soil-cement type. For the study was necessary: make soil-cement traits incorporated with the residue, make body of prove, or bodies-cement, by pressing uniaxial, determining the water absorption of cement bodies and determine the resistance and simple compression, both at 28 days of age. The residue paint sludge, generated in painting tanks, is classified as dangerous according to NBR 10004 (ABNT, 2004) and can cause damage to the environment and to humans. The incorporation of the residue to the soil-cement brick type it's a ecological alternative to avoid damage coming from the incorrect disposal of this waste. According to the results obtained is roved that the waste paint sludge can be incorporated in soil-cement brick composition formulated in trace. We see that their properties examined suffered minor changes, but remained above the specifications of the NBR 10836 (ABNT, 1994). It should be noted that the

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

partial replacement of soil by residue is an economical alternative, social and sustainable for the construction of masonry buildings with quality and low cost.
KEYWORDS: Brick, Soil-Cement, Ecological Brick.

INTRODUÇÃO

Com a crescente preocupação com o meio ambiente e o surgimento dos sinais de degradação do mesmo, como o aumento do efeito estufa, chuva ácida, limitação dos recursos naturais, entre outros, procuram-se soluções viáveis e ecologicamente corretas para os resíduos produzidos pela sociedade.

O setor da construção civil é um dos que mais consomem recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando grandes impactos ambientais. De acordo com Pisani (2005) não existe construção que não gere impacto. A busca é por intervenções que o ocasionem em menor escala. Além dos impactos por uso de recursos, principalmente os recursos naturais não renováveis, há também a geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Segundo Dijkema *et al*. (2000 *apud* FRAGA, 2006, p.11), estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos urbanos gerados pelo conjunto das atividades humanas em cidades de médio e grande porte no Brasil, são provenientes da construção civil. O reaproveitamento destes resíduos na fabricação de materiais que supram as necessidades da sociedade, principalmente, para as populações mais carentes é muito importante para o equilíbrio social, ambiental e econômico.

Na busca de novas técnicas e produtos para suprir tais necessidades da sociedade a indústria cerâmica se destaca como uma das que mais reaproveita resíduos industriais e urbanos. Esse destaque é consequência do elevado volume de produção que infere um grande consumo de resíduos, devido também às características físico-químicas das matérias-primas e às particularidades do processamento cerâmico.

Um dos produtos da indústria cerâmica é o tijolo do tipo solo-cimento, conhecido também como tijolo ecológico, pois não passa pelo processo de queima como nos tijolos convencionais. Esse produto se destaca como um componente extremamente importante para a construção sustentável. O tijolo do tipo solo-cimento é constituído por solo, cimento e água. Além disso, pode possuir resíduos em sua composição, como por exemplo cascas de alimentos (MILANI; FREIRE, 2008), resíduos estação de tratamento de água (RODRIGUES; HOLANDA, 2013), resíduos da construção civil (PINHEIRO; CAMPOS; LIMA, 2014), entre outros. É um material de baixo custo, pois não é necessário acabamento final, mas quando é utilizado, exige espessura reduzida porque as medidas dos tijolos são precisas. Pode ser produzido no local da obra com o solo do próprio local ou de região próxima e assim, gerar economias com matéria-prima e transporte.

O objetivo do presente trabalho é portanto avaliar a incorporação do resíduo borra de tinta, proveniente da indústria moveleira de Ubá-MG, em tijolo ecológico do tipo solo-cimento. Os objetivos específicos são: Formular traços com incorporação do resíduo borra de tinta, preparar corpos cimenticios para prensagem uniaxial, determinar a absorção de agua dos corpos cimenticios após cura em 28 dias, determinar resistência a compressão simples após cura em 28 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

- Solo arenoso proveniente do município de Cataguases - MG;

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

- Cimento Portland do tipo CPIII – 40 RS - escolhido devido ao seu baixo custo e por apresentar alta resistência à compressão;
- Água potável coletada da rede de distribuição de água do município de Cataguases-MG fornecida pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA;
- Resíduo de borra de tinta proveniente da indústria moveleira Sier, localizada no município de Ubá - MG.

Métodos

Beneficiamento de matérias-primas

O solo passou por um processo de secagem ao ar livre durante 10 dias e, em seguida, foi submetido a um processo de secagem em estufa de laboratório a 110 °C por 24 horas. Após esse processo, o solo foi destorroado manualmente e passado em peneira de 4 *mesh* (4,75 mm ASTM). Em seguida, o solo foi passado na peneira de 200 *mesh* (0,075 mm ABNT). 21
O resíduo borra de tinta foi submetido a um processo de secagem (FIG. 6) em estufa a 110 °C por 24 horas. Em seguida, foi destorroado manualmente e passado em peneira de 200 *mesh* (0,075 mm, ABNT). O cimento foi submetido a um processo de secagem em estufa a 110 °C por 24 horas e passado em peneira de 200 *mesh* (0,075 mm, ABNT).

Formulação dos traços cerâmicos

Foram formulados dois traços cerâmicos típicos para tijolo do tipo solo-cimento. O traço chamado de referência não possui resíduo borra de tinta e contém nove partes em volume de solo e uma parte em volume de cimento (T0 – 9/1). A partir deste foi formulado outro traço no qual incorporou-se o resíduo borra de tinta em substituição parcial ao solo na proporção de oito partes em volume de solo, uma parte em volume de cimento e uma parte em volume de resíduo borra de tinta (T1 – 8/1/1). A preparação dos traços formulados foi feita de acordo com as etapas a seguir:

1. Traço referência (T0):
   - O solo e o cimento foram misturados manualmente até atingirem uma coloração homogênea;
   - Para adicionar umidade uniformemente utilizou-se um borrifador, e assim misturou-se o composto manualmente;
   - Para evitar a formação de caroços, passou-se a mistura em peneira de 4 *mesh* (4,75mm ABNT), obtendo a mistura final.
2. Traço com Resíduo (T1):
   - Misturou-se o resíduo e o cimento nas proporções adequadas, até obter uma coloração uniforme;
   - Em seguida, adicionou-se o solo e foi feito mistura manual até obtenção de coloração uniforme;
   - Foi adicionada a água por meio de borrifador e feito novamente mistura manual;
   - Para evitar a formação de caroços passou a mistura em peneira de 4 *mesh* (4,75 mm ABNT), obtendo a mistura final.

Segundo a Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (FUNTAC, 1999) existe uma recomendação para se verificar a umidade ideal da mistura de forma prática e com razoável precisão que estabelece os seguintes passos:

- Pega-se com a mão uma quantidade da mistura e a aperte energeticamente, ao abrir a mão essa mistura deverá ter a marca dos dedos;
- Deixe essa quantidade cair de uma altura de aproximadamente um metro sobre uma superfície dura;
- Ao chocar-se deverá esfarelar, caso isso não aconteça a mistura estará muito úmida.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Após todas as etapas anteriores foram confeccionados 60 corpos de prova, no qual 30 foram para ensaio de resistência à compressão e 30 para ensaio de absorção de água. Isso foi feito para cada traço formulado e preparado conforme descrito anteriormente.

Os corpos de prova foram conformados por prensagem uniaxial em prensa hidráulica, modelo PHP com capacidade de 15 toneladas. A carga de compactação utilizada foi de duas toneladas. Foi utilizada uma matriz de forma cilíndrica (Φ = 30 mm) com pistões de aço. Após moldados, os corpos de prova foram deixados em uma superfície plana por seis horas, em seguida foram submetidos a um processo de molhagem frequente durante sete dias. Após este período, os corpos de prova foram deixados em superfície sólida em local coberto por um período igual a 28 dias. Em seguida foram realizados os ensaios de resistência à compressão simples e de absorção de água de acordo com a NBR 10836 (ABNT, 1994).

No ensaio de resistência à compressão simples foi utilizado uma máquina universal de ensaios modelo AME – 2kN. A carga de ruptura é obtida quando não consegue aplicar mais carga no corpo de prova e o mesmo apresenta aspectos de rompimento. A tensão de ruptura foi obtida com a divisão da carga de ruptura, em kN, pela área do corpo de prova, em mm². Depois é transformado em Mpa.

No ensaio de absorção de água os corpos de prova foram colocados em estufa a 110°C para obter a massa seca, foi feito a pesagem e anotado o valor em gramas, e assim fez a imersão desses em um recipiente com água durante 24 horas. Ao ser retirado eles foram secos com um pano úmido e foi feito a pesagem dos corpos de prova, obtendo a massa saturada. A taxa de absorção de água é obtida ao fazer a subtração da massa saturada pela massa seca e o valor foi dividido pela massa seca, então o resultado é multiplicado por 100 para converter em porcentagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra de solo retirada no município de Cataguases, teve 100% de passante na peneira de 4 *mesh* (4,75 mm ASTM) e 50% de massa retida na peneira de 200 *mesh* (0,075 mm ABNT) o que comprovam estar apto para o uso na fabricação do tijolo solo-cimento (ABCP, 2004).

A tabela 1 apresenta os valores obtidos nos ensaios realizados:

Traços	Absorção de água (%)	Resistência à compressão (MPa)
T0	10,62 ± 2,90	4,33 ± 0,22
T1	11,45 ± 4,36	4,30 ± 0,21

Observou-se que a adição do resíduo provocou, um aumento na absorção de água dos corpos cimentícios incorporados com resíduos, esse fato foi confirmado após uma análise estatística feita pelo teste t de student. Este fato pode estar relacionado com o menor empacotamento das partículas, o que provoca o aumento da porosidade no material. É válido destacar que os valores de absorção de água estão entre 10,62 ± 2,90% a 11,45 ± 4,36%. Valor esse permitido pela norma NBR 10836 (ABNT, 1994), que estabelece como valor médio de absorção de água inferior à 22% para tijolos do tipo solo-cimento.

Percebeu-se também a influência que o resíduo borra de tinta exerceu na resistência à compressão dos corpos de prova. Houve uma diminuição na resistência com o acréscimo de resíduo, fato esse confirmado por uma análise estatística realizada com o teste t de student. Essa diminuição pode estar relacionada também pelo aumento da porosidade do material, pois os poros funcionam como concentradores de tensão. Ressalta-se que apesar da diminuição da resistência, os

corpos de prova ainda se enquadram na norma NBR 10836 (ABNT,1994) na qual consta que o valor médio de resistência à compressão para tijolos do tipo solo-cimento deve ser superior a 2 Mpa. Os valores de resistência à compressão situam-se na faixa de 4,33 ± 0,22 MPa à 4,30 ± 0,21 MPa.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se afirmar que em relação à taxa de absorção de água e à resistência à compressão simples, é possível incorporar o resíduo borra de tinta em tijolos do tipo solo-cimento.

CONCLUSÕES

Em relação às propriedades analisadas pode-se presumir a possibilidade do reaproveitamento do resíduo borra de tinta em substituição parcial ao solo utilizado na composição do tijolo do tipo solo-cimento.

Cabe salientar que todos os ensaios estão de acordo com as normas da ABNT que estabelecem os valores para resistência à compressão simples e absorção de água para produtos classificados como tijolos do tipo solo-cimento. Sendo que os resultados obtidos foram muito positivos aos limites das normas, possuindo boa qualidade nesses quesitos.

Destaca-se que o produto obtido é uma opção interessante no lado econômico, pois com o reaproveitamento de um material que seria descartado pode-se produzir um produto com menor custo e a empresa encontra uma nova utilidade para o resíduo. Interessante para o meio ambiente, pois reduz o volume de material descartado na natureza, os problemas advindos da falta de gerenciamento dos resíduos e diminui a exploração dos recursos naturais. Assim, o reaproveitamento desse resíduo promove melhorias no meio ambiente, evita a contaminação de cursos de água e do solo, promovendo também uma melhor qualidade de vida para as pessoas.

REFERÊNCIAS

ACRE. Fundação de Tecnologia do Estado do Acre**. Cartilha para produção de tijolos solo-cimento**. Rio Branco: FUNTAC, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Dosagem das misturas de solo-cimento:** normas de dosagem e métodos de ensaio. São Paulo: ABCP, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10836**. Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural: Determinação da resistência à compressão e da absorção de água: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.

DIJKEMA, G. P. J.; REUTER, M. A.; VERHOEF, E. V. A new paradigma for waste management. Waste Management, vol. 20. Pergamon, March, p. 633-638, 2000. *apud*

FRAGA, Marcel Faria. **Panorama da Geração de Resíduos da Construção Civil em Belo Horizonte:** medidas de minimização com base em projetos e planejamento de obras. 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

MILANI A. P. S.; FREIRE W. J., Avaliação física, mecânica e térmica de misturas de solo-cimento adicionadas de cinza de casca de arroz sem atividade pozolânica, **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, Campinas, n. 11, p. 23-30, Abr. 2008.

PINHEIRO, B. C. A.; CAMPOS, A. J. P.; LIMA, S. C. S. Desenvolvimento de novos materiais eco-cerâmicos incorporados com resíduo de gesso para serem utilizados na construção de casas populares visando reduzir o déficit habitacional brasileiro. *In*: Congresso Internacional de Sustentabilidade e habitação de interesse social, n. 3, 2014, Porto Alegre. **Desenvolvimento de novos materiais eco-cerâmicos incorporados com resíduo de gesso para serem utilizados na construção de casas populares visando reduzir o déficit habitacional brasileiro**. Ubá: 2014, p. 1 – 7.

PISANI, Maria Augusta Justi. Um material de baixo impacto ambiental: o tijolo solo-cimento. **Sinergia**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 53-59, jan./jun. 2005.

RODRIGUES, L. P.; HOLANDA, J. N. F. Influência da incorporação de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades tecnológicas de tijolos solo-cimento. **Cerâmica**, Campos dos Goytacazes, n. 59, p. 551-556, 2013.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE ARGILA EM FILMES COMESTÍVEIS À BASE DE QUITOSANA

CAMILY APARECIDA REIS[1], JOÃO GABRIEL SILVA DIAS[2], LÍVIA ELISABETH VASCONCELLOS DE SIQUEIRA BRANDÃO[3]

[1] Mestranda em Engenharia de Biomateriais, UFLA, (35) 98316874, camilyreis@outlook.com
[2] Graduando em Engenharia Ambiental, UFLA, (31) 83263603, jgsilva@engambiental.ufla.br
[3] Professora Adjunta, Departamento de Engenharia, UFLA, (35) 38293139, livia.brandao@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A crescente preocupação com a sustentabilidade tem estimulado a procura por novos materiais que sejam biodegradáveis e obtidos de fontes renováveis, principalmente, no setor de embalagens para alimentos. A utilização de biopolímeros vem crescendo nesse cenário, com destaque para a quitosana, a qual é encontrada naturalmente. No entanto, para sua utilização são necessários alguns métodos para a melhoria de suas propriedades como as mecânicas e de barreira. Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da adição de argilomineirais como agentes de reforço nas propriedades de filmes comestíveis à base de quitosana para revestimento de frutas. Foram utilizadas diferentes concentrações do argilomineral montmorilonita modificada em filmes produzidos pelo processo *casting*. As propriedades avaliadas foram a solubilidade em água, taxa de permeabilidade ao vapor de água e resistência à punctura. A microscopia eletrônica de varredura foi empregada para avaliação morfológica dos filmes. A partir dos resultados obtidos, observou-se a influência da adição do argilomineral sobre as propriedades de solubilidade em água, de barreira e resistência à punctura. Uma relação linear frente ao aumento da concentração do agente de reforço com a melhoria das propriedades dos filmes obtidos, não foi observada. No entanto, verificou-se que a adição de montmorilonita a filmes de quitosana tem influência sobre suas propriedades.
PALAVRAS–CHAVE: Quitosana, argila, biopolímeros.

INFLUENCE OF CLAY ADDITION IN CHITOSAN BASED EDIBLE FILMS

ABSTRACT: The growing concern for sustainability has stimulated the search for new materials that are biodegradable and made from renewable sources, especially in the food packaging sector. The utilization of biopolymers has been growing in this scenario, particularly for chitosan, which is found naturally. However, for its use, some methods are needed for the improvement of its properties such as mechanical and barrier properties. This work aimed to evaluate the influence of the addition of clay as reinforcing agents in the properties of chitosan based edible films for fruit coatings. It was used different concentrations of modified montmorillonite clay in films produced by the casting process. The properties evaluated were water solubility, permeability rate of water vapor and puncture resistance. The scanning electron microscopy was applied to evaluate the morphology of the films. Evaluating the results, it was observed the influence of the addition of the clay on the water solubility, barrier and puncture resistance. A linear relation between the increase of concentration of reinforcing agents and the improved properties was not observed. However, it

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

was found that the addition of montmorillonitein chitosan based films has an influence on its properties.
KEYWORDS: Chitosan, clay, biopolymers.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação ambiental tem aumentado a busca por materiais biodegradáveis e oriundos de fontes renováveis em diversos setores, sendo o de embalagens um dos mais interessados. Assim, os biopolímeros, que são polímeros encontrados naturalmente no ambiente têm sido bastante estudados para serem empregados neste setor.

A quitosana é um biopolímero que é obtido a partir da desacetilação da quitina, a qual é encontrada no exoesqueleto de crustáceos, sendo esta sua principal fonte, mas também em fungos, protozoários, microalgas verdes e insetos (AZEVEDO et al., 2007; VAN DEN BROEK et al., 2015). Além de ser obtida de fonte renovável e biodegradável, a quitosana é biocompatível e atóxica e apresenta a capacidade de formação de filmes, podendo ser empregada como embalagens e revestimentos de alimentos (AZEVEDO et al., 2007; MARTÍNEZ-CAMACHO et al., 2010). Há relatos do efeito antimicrobiano deste biopolímero contra algumas espécies de bactérias e fungos, entretanto, este é proporcional ao seu grau de desacetilação (COMA; DESCHAMPS; MARTIAL-GROS, 2003; TSAI et al., 2002). Outras propriedades da quitosana também variam com o grau de desacetilação apresentado e com sua massa molecular, resultantes do processo empregado na sua obtenção (KAUR; DHILLON, 2014).

A maior parte das quitosanas é insolúvel em água e na maioria dos solventes orgânicos comuns, sendo solúvel apenas em soluções aquosas ácidas, pH menor que 6,3. Quando estão em concentrações maiores que 2% m/m se tornam altamente viscosas (KAUR; DHILLON, 2014).

Os filmes formados apresentam boas propriedades mecânicas, boa propriedade de adesão a superfícies e permeabilidade seletiva a gases. No entanto, apresentam uma alta permeabilidade ao vapor de água, limitando seu uso na proteção de alimentos (ELSABEE; ABDOU, 2013).

Diversos estudos têm sido realizados com a finalidade de se melhorar as propriedades de barreira da quitosana com a formação de compósitos e blendas, adição de plastificantes ou outras substâncias e adição de nanopartículas, tais como nanoargilas e nanofibras (ELSABEE; ABDOU, 2013; FALGUERA et al., 2011; GIANNAKAS et al., 2014).

A adição de argilas a filmes poliméricos tem se mostrado bastante eficientes quanto a melhoria de propriedades mecânicas e de barreira (GIANNAKAS et al., 2014; NAGARAJAN et al., 2014). Quando adicionadas aos filmes pode ocorrer a formação de nanocompósitos de estrutura esfoliada ou intercalada, que são as formações de interesse para a melhoria das propriedades.

Assim, este trabalho tem por objetivo avaliar a influência da adição de nanoargilas em filmes à base de quitosana, quanto às propriedades de barreira apresentadas pelo mesmo.

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL

A quitosana utilizada foi da marca Polymar, lote 010931, e o argilomineral adicionado como agente de reforço foi a montmorilonita modificada Cloisite 20A da marca Southern Clay Products.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

PREPARAÇÃO DOS FILMES

Os filmes foram preparados em 5 tratamentos diferentes, sendo que o primeiro continha apenas quitosana, e os demais adicionados de concentrações diferentes de montmorilonita, sendo estas 0,5% m/m, 1,0% m/m, 2,0% m/m e 4,0% m/m todas em relação a massa de quitosana adicionada.

A solução do filme de quitosana foi preparada com uma concentração de 1% m/m em solução de ácido acético 1% v/v. A solução foi mantida sob agitação por 24 h, quando foi adicionado o argilomineral em suas devidas proporções. Os tratamentos foram, então, mantidos sob agitação por 72 h até a completa solubilização da argila.

Para o preparo dos filmes foi empregado o método *casting*, o qual consiste em deixar que a solução do filme seja seca a temperatura ambiente (GIANNAKAS et al., 2014). Um volume 50 mL da solução previamente preparada foi vertido em uma placa de Petri de plástico e foi mantido a temperatura ambiente por 7 dias. Após este período de tempo, os filmes foram retirados e armazenados para posteriores análises.

MORFOLOGIA DOS FILMES

A morfologia dos filmes foi observada por microscopia eletrônica de varredura (MEV) em um microscópio da marca Zeiss Modelo DSM 940A, do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras.

SOLUBILIDADE EM ÁGUA

A solubilidade em água foi realizada segundo metodologia de Gontard et al. (1994). Foram utilizados corpos de prova de 2 cm de diâmetro e a massa seca inicial dos mesmos foi obtida por pesagem em balança analítica após secagem em estufa a 55°C por 24h. Os corpos de prova foram então submersos em 30 mL de água destilada e mantidos por 24 h em temperatura ambiente. As suspensões resultantes passaram for filtração e os resíduos obtidos secos em estufa a temperatura de 70°C por 24h. Após pesagem, foi determinada a quantidade de matéria seca que não foi solubilizada, sendo os resultados expressos em porcentagem de massa solubilizada em relação à massa inicial.

TAXA DE PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA (TPVA)

A taxa de permeabilidade ao vapor de água dos filmes foi determinada por gravimetria segundo a norma ASTM E-96-00. Corpos de prova circulares de 10,6 mm de diâmetro foram aplicados entre a tampa e o vidro de recipientes âmbares contendo sílica-gel em seu interior e, previamente secos em estufa a 150°C por 24 h. Os vidros foram então colocados em dessecadores herméticos contendo em seu interior cerca de 800 mL de água. Este foi mantido a uma temperatura de 19,1 °C por 240 h, sendo que a cada 24 h, fizeram-se medições do ganho de peso da célula em uma balança analítica. A TPVA dos filmes foi estimada por regressão linear entre o ganho de peso (g) e o tempo (24 h). A determinação foi feita segundo a Equação 1 e o resultado expresso em g/m^2.dia (GUIMARÃES et al., 2015).

$$\text{TPVA} = \frac{g}{t \times A} \quad (1)$$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Na qual: g/t corresponde ao coeficiente angular da reta obtida por regressão linear do gráfico ganho de peso (g) *versus* tempo (24 h) e A à área de permeação de cada corpo de prova (m^2).

TESTE DE PUNCTURA

O teste de punctura foi realizado em um texturômetro (Stable Microsystems, modelo TATX2i) com célula de carga de 1 kN. Os corpos de prova dos filmes foram cortados em quadrados de 9 cm² de área e fixados no aparelho em um suporte contendo um orifício central de 2,1 cm de diâmetro. Foi utilizada uma sonda esférica de 5,0 mm de diâmetro (sonda A/TG), sendo esta deslocada perpendicularmente à superfície do filme a uma velocidade constante de 0,8 $mm.s^{-1}$ até sua passagem pelo filme (AZEVEDO et al., 2014).

A fim de se eliminar o efeito da espessura do filme, foi calculada a resistência à punctura dividida pela espessura do corpo de prova (N/mm)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

MORFOLOGIA DOS FILMES

As micrografias obtidas para os diferentes tratamentos indicam um comportamento bastante semelhante para todos os filmes, exceto para a concentração de 4,0% m/m (FIGURA 1). Observou-se a formação gradual de aglomerados nos filmes com o aumento da concentração de montmorilonita utilizada, indicando um limite de solubilidade da argila em quitosana na confecção de filmes.

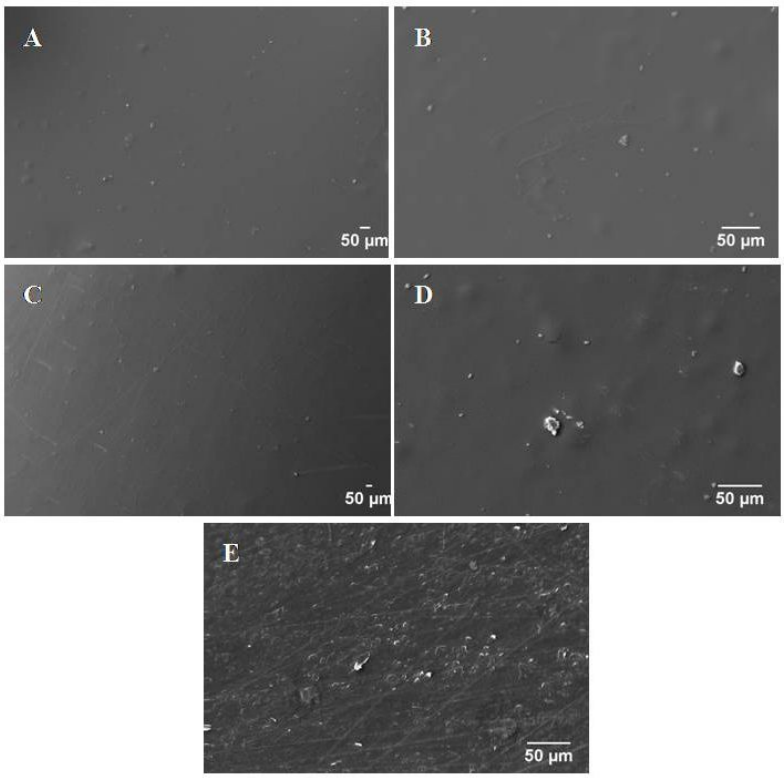


Figura 1 – Microgtafias obtidas por MEV dos filmes nas diferentes concentrações de argilomineral (A) 0,0%, (B) 0,5%, (C) 1,0% (D) 2,0% e (E) 4,0% m/m.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

SOLUBILIDADE EM ÁGUA

A porcentagem de material solúvel em água obtido nos tratamentos (FIGURA 2) corroboram com estudos previamente realizados, uma vez que a quitosana se apresenta praticamente insolúvel em água (KAUR; DHILLON, 2014).

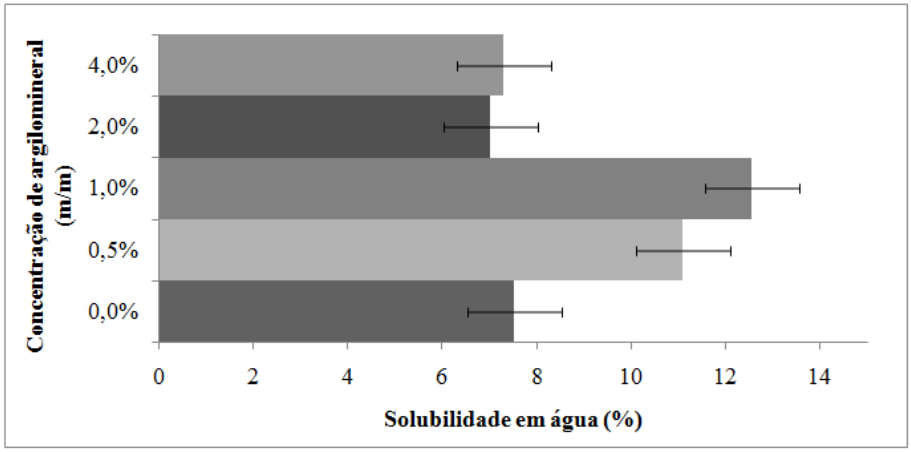


Figura 2 – Solubilidade em água dos filmes com diferentes concentrações de montmorilonita.

Observou-se que houve um aumento considerável de material solúvel nos filmes de concentrações de 0,5% e 1,0% m/m de montmorilonita em relação ao filme sem adição. No entanto, com o aumento da concentração da mesma não houve esta diferenciação, sendo estes resultados semelhantes ao sem adição.

TAXA DE PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA (TPVA)

A taxa de permeabilidade ao vapor de água medida para os filmes com diferentes concentrações de montmorilonita indicam que não há uma diminuição significativa na taxa de permeabilidade ao vapor de água quando adicionado o argilomineral ao filme de quitosana nas proporções testadas (FIGURA 3). O fato pode ser explicado devido à ocorrência de aglomerações do agente de reforço em determinadas partes do filme, como o observado nas análises morfológicas (FIGURA 1).

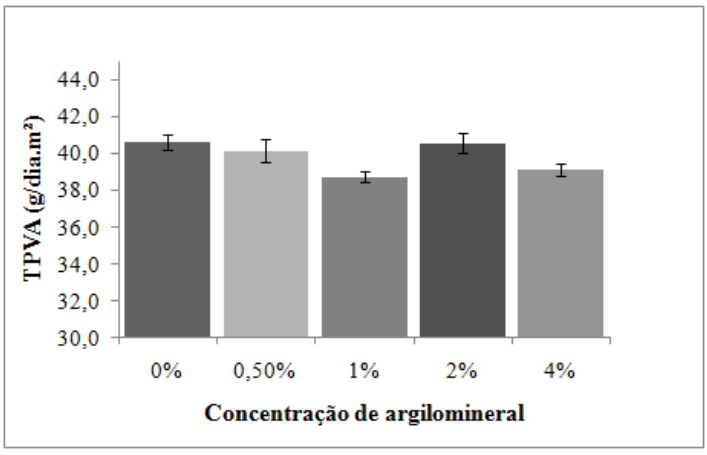


Figura 3 – Taxa de permeabilidade ao vapor de água dos filmes.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Giannakas et al. (2014) observou uma pequena diminuição nesta taxa no filme de quitosana quando a concentração de montmorilonita foi de 5% m/m, no entanto, o método de solubilização empregado foi diferente daquele adotado neste trabalho.

RESISTÊNCIA À PUNCTURA

Quanto a resistência à punctura dos filmes, observou-se que não houve uma relação linear entre o aumento da concentração do agente de reforço com o aumento da resistência à punctura (FIGURA 4).

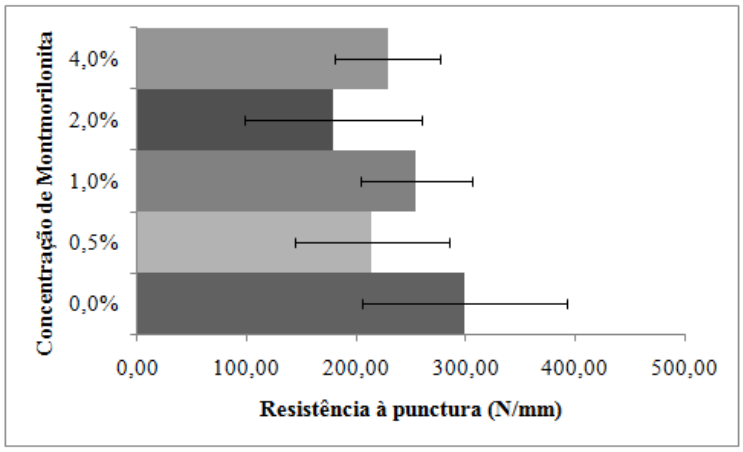


Figura 4 – Resistência à punctura dos filmes.

A resistência à punctura não foi melhorada quando se adicionou o agente de reforço. Apesar de observado uma resistência à punctura maior nos filmes adicionados de 1,0% e 4,0% m/m de montmorilonita dentre os que foram adicionados da mesma, este resultado ainda não supera a resistência apresentada pelo filme composto de apenas quitosana. O ocorrido pode ser explicado devido a não dispersão total do argilomineral na quitosana podendo haver a formação de pontos de tensão, o que afeta as propriedades mecânicas dos filmes.

Giannakas et al. (2014) mostraram uma melhora na propriedade mecânica de tração em filmes de quitosana quando adicionados de montmorilonita. No entanto, quanto à resistência à punctura não há trabalhos que avaliam esta propriedade.

CONCLUSÕES

A adição de argilomineral não se mostrou efetiva frente às propriedades analisadas. Apesar da solubilidade ter aumentado em algumas concentrações adicionadas, não foi afetada drasticamente, visto que os filmes foram praticamente insolúveis em água. Quanto à permeabilidade não houve diferença com a adição da montmorilonita e a resistência mecânica de punctura foi afetada negativamente. Analisando a morfologia dos filmes observou-se a aglomeração do argilomineral em alguns pontos específicos, não sendo uma distribuição uniforme, o que pode ter acarretado a não melhoria nas propriedades avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, V. V. C. et al. Quitina e Quitosana : aplicações como biomateriais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 3, p. 27–34, 2007.

COMA, V.; DESCHAMPS, A.; MARTIAL-GROS, A. Bioactive Packaging Materials from Edible Chitosan Polymer - Antimicrobial Activity Assessment on Dairy-Related Contaminants. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 9, p. 2788–2792, 2003.

ELSABEE, M. Z.; ABDOU, E. S. Chitosan based edible films and coatings: A review. **Materials Science and Engineering C**, v. 33, n. 4, p. 1819–1841, 2013.

FALGUERA, V. et al. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 6, p. 292–303, jun. 2011.

GIANNAKAS, A. et al. Preparation, characterization, mechanical and barrier properties investigation of chitosan-clay nanocomposites. **Carbohydrate polymers**, v. 108, p. 103–11, 8 ago. 2014.

GONTARD, N. et al. EDIBLE COMPOSITE FILMS OF WHEAT GLUTEN AND LIPIDS - WATER-VAPOR PERMEABILITY AND OTHER PHYSICAL-PROPERTIES. **INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY**, v. 29, p. 39–50, 1994.

GUIMARÃES, M. et al. Starch/PVA-based nanocomposites reinforced with bamboo nanofibrils. **Industrial Crops and Products**, v. 70, p. 72–83, ago. 2015.

KAUR, S.; DHILLON, G. S. The versatile biopolymer chitosan: potential sources, evaluation of extraction methods and applications. **Critical reviews in microbiology**, v. 40, n. 2, p. 155–75, maio 2014.

MARTÍNEZ-CAMACHO, A. P. et al. Chitosan composite films: Thermal, structural, mechanical and antifungal properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 82, n. 2, p. 305–315, set. 2010.

NAGARAJAN, M. et al. Characteristics of bio-nanocomposite films from tilapia skin gelatin incorporated with hydrophilic and hydrophobic nanoclays. **JOURNAL OF FOOD ENGINEERING**, v. 143, p. 195–204, 2014.

TSAI, G.-J. et al. Antimicrobial activity of shrimp chitin and chitosan from different treatments and applications of fish preservation. **Fisheries Science**, v. 68, n. 1, p. 170–177, fev. 2002.

VAN DEN BROEK, L. A. M. et al. Chitosan films and blends for packaging material. **Carbohydrate polymers**, v. 116, p. 237–42, 13 fev. 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE RESÍDUOS NATURAIS DE CAFÉ EM CONCRETOS

DIAN LOURENÇONI[1], MARIELA REGINA DA SILVA PENA[2], OTÁVIO AUGUSTO CARVALHO NASSUR[3], MARCOS VENÍCIO PEREIRA VILHENA[4], ADILSON MIRANDA DE OLIVEIRAAUTOR[5]

[1] Engenheiro Agrícola / Doutorando, UNIFEG / UFLA, dlourenconi@hotmail.com
[2] Engenheira Agrônoma / Mestranda, IAPAR, mariela.pena@bol.com.br
[3] Engenheiro Florestal / Doutorando, UNIFEG / UFLA, otavionassur@yahoo.com.br
[4] Engenheiro Civil, Mestre, UNIFEG, mvpvilhena@gmail.com
[5] Graduando em Engenharia Civil, UNIFEG, adilsongxp@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O experimento foi realizado no laboratório de Engenharia Civil do Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé (UNIFEG), e o resíduo foi adquirido do processo de rebeneficiamento do café na COOXUPÉ, em Guaxupé-MG, nos meses de maio e abril de 2014. Na elaboração dos corpos de provas foram utilizados o cimento Portland CP II Z 32, brita nº 0 e 1, areia media e água. Foram avaliados 7 tratamentos com diferentes porcentagens de adição do resíduo de café no concreto, sendo que um destes foi a testemunha, ou seja, sem adição do resíduo, e os outros com a seguintes porcentagens de adição do resíduo: 5%, 10%, 15%, 20%, 30% e 40% de adição de resíduo em substituição de areia media. Foram confeccionadas 6 amostras de cada tratamento para posterior análise estatística. Todos os procedimentos de moldagem dos corpos de prova foram executados seguindo a NBR-5738, que determina os procedimentos para moldagem e cura de corpos-de-prova de concreto. Os resultados encontrados foram que para qualquer porcentagem de substituição da areia por resíduo do rebeneficiamento no concreto, resultou em retardo no tempo de pega do corpo de prova, alteração na liga do concreto e elevado índice de porosidade nos corpos de provas com adição do resíduo. Diante dos resultados observados, não foi possível as realizações dos testes de resistência à compressão e resistências à tração.
PALAVRAS–CHAVE: Resíduos naturais, Rebeneficiamento do café, Concretos.

INFLUENCE OF ADDITION OF NATURAL COFFEE WASTE CONCRETE

ABSTRACT: The experiment was conducted at Civil Engineering Laboratory of Educational Foundation University Center Guaxupé (UNIFEG), the residue was acquired from coffee reprocessing process in Cooxupé in Guaxupé-MG in the months of April and May 2014. In the preparation of specimens were used portland cement CP II Z 32, crushed stone number 0 and 1, medium sand and water. 7 treatments were evaluated with different percentages of residual coffee on concrete addition, and one of these was the control, i.e. without addition of waste, and other waste with the addition of of following percentages: 5%, 10%, 15%, 20%, 30% and 40% addition of waste in sand media replacement. 6 samples were prepared for each treatment for statistical analysis. All molding procedures for specimens were executed following the NBR-5738 laying down the procedures for forming and curing concrete specimens. The results were that for any percentage of replacement sand by waste reprocessing in concrete, resulted in a delay in the concrete setting time, change in the league of concrete and high porosity rate in the specimens with

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

the addition of waste. Given the observed results, it was not possible the achievements of the compressive strength tests and tensile strengths.
KEYWORDS: Natural residues, Re-processing coffee, Concrete.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação com a preservação ambiental é um dos fatores mais discutidos na sociedade, os efeitos da interação do homem com meio ambiente, traz consequências drásticas nos dias atuais, e para o futuro. Devemos aproximar à construção civil, o conceito de desenvolvimento sustentável, reduzindo a utilização dos recursos naturais não renováveis, substituindo-os por resíduos natural reaproveitáveis.

Segundo Ângulo (2000), existe uma grande quantidade de resíduos com potencial de emprego na construção civil e que ainda são ignorados pelo mercado e até mesmo por pesquisadores brasileiros. Uma das alternativas é o resíduo gerado no rebeneficiamento do café, composto principalmente pela película prateada, cujo elemento predominante segundo Abreu (2011) é a sílica.

Conforme RIBEIRO (2009), a estrutura do fruto do cafeeiro completo é formada pelo pericarpo (conjunto formado pelo exocarpo, mesocarpo e endocarpo) e a semente. No conceito deste mesmo autor, o pedúnculo é a haste que suporta o fruto; a coroa é a região da cicatriz floral, localiza-se na parte oposta ao pedúnculo; o exocarpo é a camada externa do fruto, pode ter coloração amarelada ou avermelhada, dependendo do cultivar; o mesocarpo é uma substância adocicada e gelatinosa, geralmente chamada de mucilagem; o endocarpo ou pergaminho e parte protetora da semente quando o fruto fica maduro; a película prateada (Perisperma) situa-se entre o pergaminho e a semente, e uma camada de células esclerenquimatosas (Figura 1).

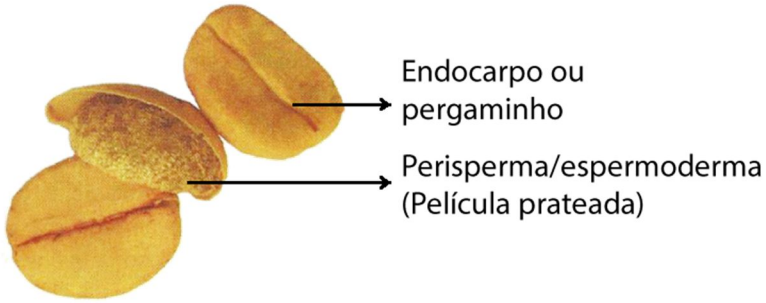


Figura 1: Visualização do pergaminho e película prateada.

De acordo com Coordenador Técnico da Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé (COOXUPE), Mário Ferraz de Araújo, a produção anual do resíduo extraído do rebeneficiamento do grão de café e de 20 mil toneladas por ano na Cooperativa

Segundo Lopes (2011), a contaminação do solo em área que por três anos foram depositados a casca de frutos do cafeeiro, foi encontrado elevadas concentração de nitrogênios, na forma de amônio e de potássio, no perfil do solo.

Diante do exposto, objetivou-se, com o presente trabalho, apresentar uma alternativa de reutilização do resíduo do rebeneficiamento do café, denominado de película prateada, onde este entrará na composição do concreto, ao substituir o agregado miúdo (areia) em diferentes proporções.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado o espaço físico do laboratório de Engenharia Civil do Centro Universitário da Fundação Educacional Guaxupé (UNIFEG), bem como todos os equipamentos necessários para a realização das amostras e testes.

O resíduo utilizado nos testes foi obtido do processo de rebeneficiamento do café na Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé - COOXUPÉ, em Guaxupé-MG, nos meses de maio e abril de 2014.

Na elaboração dos corpos de provas foram utilizados os seguintes compostos: Resíduo do café; Cimento Portland CP II Z 32; Brita nº 0 e 1; Areia media e Água.

Os equipamentos para a realização dos testes foram: betoneira, Corpos de prova cilíndricos, Balança, mesa vibratória, Maquina de compressão, provetas e baldes.

Foram avaliados 6 tratamentos com diferentes porcentagens de adição do resíduo de café no concreto, sendo que um destes foi a testemunha, ou seja, sem adição do resíduo, e os outros com a seguintes porcentagens de adição do resíduo: 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40% e 50% de adição de resíduo em substituição de areia media (Tabela 1). Foram confeccionadas 6 amostras de cada tratamento para posterior análise estatística.

Tabela 1: Dosagem dos corpos de prova.

Nº de amostras	**Tratamento**	**Quantidades dos materiais para elaboração dos corpos de prova (g)**					
		Cimento	**Areia Media**	**Resíduo de café**	**Brita 0**	**Brita 1**	**Água**
06	0%	1250	5000	0	5150	5150	2190
06	5%	1250	4750	250	5150	5150	2190
06	10%	1250	4500	500	5150	5150	2190
06	15%	1250	4250	750	5150	5150	2190
06	20%	1250	4000	1000	5150	5150	2190
06	30%	1250	1500	3500	5150	5150	2190
06	40%	1250	2000	3000	5150	5150	2190
06	50%	1250	2500	2500	5150	5150	2690

Os corpos de prova foram confeccionados através de moldes cilíndricos plásticos, onde segundo a norma NBR 5738 (ABNT, 2003), devem ter altura igual ao dobro do diâmetro (no caso especifico: 10cm x 20cm) conforme (Figura 2).



Figura 2: Corpos de prova identificados.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Os agregados foram devidamente separados e organizados, para serem adicionados na betoneira, cumprido cada etapa da norma NBR 5739 (ABNT, 2007), conforme Figura 3.



Figura 3: Quantificação dos materiais para confecção dos corpos de prova.

Todos procedimentos de moldagem dos corpos de prova foram executados seguindo a NBR 5738 (ABNT, 2003), que determina os procedimentos para moldagem e cura de corpos-de-prova de concreto. Os corpos de prova foram identificados pela data, hora de confecção e tratamento testado para posterior conferencia. Após a identificação, foram armazenados em uma câmera úmida a temperatura (23° ± 2) °C e umidade relativa superior a 95%. Foram feitos o remate com pasta de cimento, conforme estabelece a norma NBR 5738 (ABNT, 2003).

De acordo com a norma NBR 5738 (ABNT, 2003), após a moldagem, os corpos de prova foram colocados em uma superfície horizontal rígida, livre de vibrações e de qualquer outra causa que possa perturbar o concreto, durante as primeiras 24 horas, os corpos de provas foram armazenados em local protegido de intemperes. Os corpos de prova mantiveram-se durante os 28 dias em uma câmara úmida à temperatura de (23 ± 2) °C e umidade relativa do ar superior a 95%.

O rompimento dos corpos de foram executados seguindo a norma NBR 5739 (ABNT, 2007), que trata de ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto. De acordo com a norma esta norma, o cálculo da resistência à compressão deve ser calculado através da equação 1:

$$f_c = \frac{4F}{\pi D^2} \quad (1)$$

em que:
f_c: é a resistência à compressão, MPa;
F: é a força alcançadas, N;
D: é o diâmetro do corpo de prova, mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resíduo do rebeneficiamento do café utilizado para substituição do agregado miúdo no concreto resultou em retardo no tempo de pega do corpo de prova e alteração na liga do concreto. Resultado explicado pelo fato do resíduo ser uma fibra natural, e assim como toda fibra natural, seu principal componente é a celulose, o que proporciona um caráter altamente hidrofílico às fibras naturais (ABREU, 2011). Resultando assim em uma grande retenção de água nos corpos de prova.

Foi observado um elevado índice de porosidade nos corpos de provas com adição de resíduo do rebeneficiamento do café, fato este que pode ser explicado devido a presença de fibras

lignocelulósicas no resíduo, que tem como caraterística absorver água e gerar vapores durante o processamento (ABREU, 2011), o que traz problemas na cura do corpo de prova devido a essas substancias voláteis ficarem aprisionadas em cavidades dentro dos moldes, consequentemente, modificando as propriedades mecânicas do material.

Diante dos resultados observados, não foi possível as realizações dos testes de resistência à compressão, resistências mecânicas à tração e durabilidade.

CONCLUSÕES

A utilização de resíduo do rebeneficiamento do café em substituição ao agregado miúdo em concretos resultou em retardo no tempo de pega e elevado nível de porosidade, consequentemente modificando as propriedades mecânicas do material, para pior.

Para este material, o resultado não foi satisfatório, porém, esta pesquisa abre campo em busca de novas alternativas inovadoras.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam os seus agradecimentos à FAPEMIG, CAPES, CNPq, DEG/UFLA e UNIFEG pelo apoio a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de janeiro – RJ. 2003.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5739: Concreto - Ensaio Compressão de corpos de Prova. Rio de janeiro – RJ. 2007.

ABREU. A. L.. Modificação Química de Resíduos Lignocelulosico para a preparação de compósito. 110p. Dissertação (mestrado) - UFLA, Universidade de Federal de Lavras Minas Gerais. 2011.

ÂNGULO, S. C. Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados. 155p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 2000.

LOPES. I. P. C.. Proposta de aproveitamento do resíduo sólido proveniente do descascador de café na fazenda experimental vale do piranga. Faculdade Redentor, Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Auditoria, Perícia e Gestão Ambiental. 2011.

RIBEIRO. B. B. Parâmetros qualitativos do café cereja descascado, natural e desmucilado. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais. Campus Muzambinho, MG. 2009.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE NA QUALIDADE E TEOR DE ÓLEO EM SEMENTES DE GIRASSOL

DANIELA MAZUCHELLI GARCIA[1], GUSTAVO DE ALMEIDA ANDOLPHO[2], DANILO DA SILVA SOUZA[3], LUCAS AMBROSANO[4], PEDRO CASTRO NETO[5], ANTÔNIO CARLOS FRAGA[6].

[1] Iniciação Científica, UFLA, danielamazuchelli@gmail.com.
[2] Iniciação Científica, UFLA, gustavo.almeida.andolpho@gmail.com
[3] Iniciação Científica, UFLA, danilosouza0495@gmail.com
[4] Doutor, UFLA, lucasambrosano@gmail.com
[5] Pesquisador, UFLA, oleo@ufla.br
[6] Pesquisador, UFLA, fraga@dag.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O Girassol (Helianthus annus L.) é uma planta anual pertence à família Asteraceae, originário da América do Norte. As sementes de Girassol podem ser utilizadas para extração de óleo de alta qualidade para consumo humano ou para produção de biodiesel. A qualidade das sementes está diretamente relacionada ao teor de óleo e influencia diretamente na qualidade do óleo. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a relação entre a densidade e o teor e qualidade do óleo de sementes de girassol. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras. Para realização das avaliações foram utilizadas sementes de girassol rajado, que foram limpas em máquina de ar e peneiras. Em seguida, elas foram beneficiadas em mesa densimétrica, separando assim as sementes em três amostras G1 (maior densidade), G2 (densidade intermediaria) e G3 (menor densidade) e utilizou-se como tratamento controle sementes sem a separação densimétrica. Foram realizadas as avaliações da eficiência da mesa densimétrica, teor de óleo e índice de acidez, sendo que as avaliações laboratoriais foram realizadas em triplicata. Nas sementes G3 foi observado maior valor de índice de acidez e menor teor de óleo e as G1 menor teor de acidez e maior teor de óleo. O teor e qualidade do óleo são influenciados diretamente pela densidade das sementes e a prática da separação densimétrica é eficiente para obtenção de óleo de qualidade.
PALAVRAS–CHAVE: Helianthus annus L.; mesa densimétrica; biodiesel.

DENSITY OF THE INFLUENCE ON THE QUALITY AND OIL CONTENT IN SUNFLOWER SEEDS

ABSTRACT: The Sunflower (Helianthus annus L.) is an annual plant belongs to the Asteraceae family, originating in North America. The Sunflower seeds can be used for high-quality oil extraction
for human consumption or for the production of biodiesel. Seed quality is directly related to oil content and directly influences the oil quality. This study aimed to evaluate the relationship between the density and the content and quality of sunflower seed oil. The experiment was conducted in the Laboratory of Oils, Fats and Biodiesel Federal University of Lavras. To carry out the evaluations were used brindle sunflower seeds, which were cleaned in air screen cleaner. Then, they have benefited densimetric table, thereby separating the seeds into three samples G1 (higher density), G2 (intermediate density) and G3 (lower density) and used as a control treatment with no seed

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

densimetric separation. Were carried out assessments of the efficiency of the gravity table, oil content and acid value, and laboratory evaluations were performed in triplicate. In G3 seeds was observed highest value of acid value and a lower oil content and lower content of G1 acidity and higher oil content. The content and oil quality are directly influenced by the density of the seeds and the practice of the ravity separation is effective for obtaining quality oil.
KEYWORDS: Helianthus annus L .; gravity table; biodiesel.

INTRODUÇÃO

Existe uma crescente necessidade de combustíveis alternativos renováveis. O biodiesel, que é um biocombustível produzido a partir de qualquer óleo vegetal inclusive o de girassol, desponta como alternativa. O Brasil possui enorme extensão territorial e condições climáticas favoráveis. Há, portanto, possibilidade de aumento da produção de girassol também para esse fim[1].

Entre as oleaginosas, o girassol é atualmente a cultura com maior índice de crescimento no mundo[2].

O cultivo de girassol apresenta elevado potencial de produtividade e bom retorno financeiro, possuindo uma ampla adaptação a diferentes condições climáticas e flexibilidade quanto às épocas de semeaduras, além de ampliar o uso de terras ociosas. O girassol é também uma boa opção para sistemas de produção do tipo consorciação e rotação de culturas[3].

O uso de sementes de qualidade é uma das primeiras etapas para produção agrícola rentável e produtiva. A qualidade das sementes para comercialização se inicia no campo de produção e para evitar a perda de todo esse processo é necessário a realização de um beneficiamento de sementes bem feito após a colheita4 qualidade da semente influencia diretamente na qualidade do óleo.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência do processo de beneficiamento por mesa densimétrica em sementes de girassol para produção de biodiesel.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Usina de Beneficiamento de Sementes e no Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras.

No processo de beneficiamento de girassol foram utilizadas sementes de girassol rajado, provenientes da região do Sul de Minas Gerais. O procedimento se iniciou com a limpeza das sementes feita em máquina de ar e peneiras (Vence Tudo). Em seguida, elas foram beneficiadas em mesa densimétrica marca Oliver de formato retangulare pode ser visualizada na Figura 1. A mesa classifica as sementes por massa específica separando as leves, imaturas, deterioradas e atacadas por insetos das demais não deterioradas, estas de elevada qualidade[4].

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 1: Separador de densidade, marca Oliver

Colocou-se 292,9 kg de semente de girassol na mesa de gravidade. Com isso as sementes se dividiram em 3 bicas devido à diferença de densidade: bica 1, com maior densidade, bica 2, com densidade intermediária e bica 3, com menor densidade. Ao final do funcionamento, as quantidades das bicas 1, 2 e 3 eram, respectivamente, 158.8 kg, 106.4 kg e 27.7 kg.

Retirou-se do resultado final de cada bica uma amostra de 7,5 kg de sementes. Separou-se também 7,5 kg de semente de girassol sem beneficiamento servindo como amostra de controle (testemunha).

Dessas amostras, extraiu-se o óleo bruto de girassol por prensagem mecânica a frio através da extratora do tipo prensa contínua de extração radial tubular (marca Scott Tech). Determinou-se o teor de óleo (TO), índice de acidez (IA) e quantidade de borra do óleo a partir da amostra de cada tratamento. A extração das sementes ocorreu em triplicata com 2,5 kg por repetição, totalizando os 7,5 kg. A umidade das sementes extraídas era em média 5,94%, com variações entre 5,18% e 6,33%.

Para a determinação da borra, executou-se a centrifugação do óleo a 10.000 RPM durante 10 minutos. A análise foi realizada em triplicata.

O índice de acidez foi obtido de acordo com a metodologia das Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz (1985) a partir do óleo centrifugado e livre de borra[6]. As análises de acidez também foram realizadas em triplicata.

O teor de óleo foi calculado em função da quantidade de óleo bruto extraído das amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os dados do índice de acidez em mg NaOH/g óleo, avaliados pelo teste Tukey.

Tabela 1 – Índice de acidez (IA) do óleo de girassol.

Tratamento	IA mg NaOH/g de óleo
Testemunha	0,520 b
Bica 1	0,401 c
Bica 2	0,507 b c
Bica 3	1,213 a

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Segundo a Tabela1 houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade no índice de acidez entre os tratamentos.

Tabela 2 – Densidade e Teor de óleo de cada tratamento.

Tratamento	Densidade (g/ml)	T.O (%)
Testemunha	0,44	33,6
Bica 1	0,40	35,80
Bica 2	0,34	34,00
Bica 3	0,24	26,80

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tendo em vista a produção de biodiesel, é necessário que o óleo esteja em um bom estado de conservação, ou seja, com baixa acidez. Caso esteja com acidez elevada, é preciso passar por um processo de desacidificação, o que encarece o processo. Como se pode observar na Tabela 2, a bica 3 apresentou maior acidez quando comparada aos outros tratamentos. Tal resultado indica a eficiência do beneficiamento de sementes por meio da mesa densimétrica no que diz respeito à qualidade do óleo.

Outro ponto relevante apontado pelo trabalho é a diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade quanto ao teor de óleo. Segundo a Tabela 2, a bica 3 apresentou menor teor de óleo seguido da testemunha, bica 2 e bica 1. Os resultados mostram que a qualidade da semente pode interferir em seu teor lipídico. A quantidade de borra não apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos.

Ao analisar a densidade de cada tratamento (Tabela 2) verifica-se que é válido o comportamento da mesa densimétrica no que diz respeito a separação de sementes de acordo com a diferença de densidade.

O biodiesel deve estar com as medições de qualidade de acordo com a ANP (Agência Nacional do Petróleo, gás natural e biocombustíveis). Assim, a matéria prima precisa apresentar boas condições para o processo de transesterificação.

CONCLUSÕES

Diante do exposto, conclui-se que é recomendável o beneficiamento das sementes de girassol através da mesa densimétrica antes da extração do óleo para produção de biodiesel.

AGRADECIMENTOS

G-ÓLEO, OLEA, UFLA, CNPq, FAPEMIG, FINEP e RBTB.

REFERÊNCIAS

[1] LOPES, J. Biodiesel em trator: Qual o consumo? III Simpósio Nacional de Girassol, XV Reunião Nacional de Girassol. Outubro de 2003. Ribeirão Preto. SP. CD- ROM. 2 SMIDERLE, O.J.; SILVA, D.P da; SILVA, D.P da S.;
[2] SOUZA, R.C.P.; de GIANLUPPI, D. Composição química de aquênios de girassol cultivado em Roraima. In REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 14, 2001, Rio Verde. Resumos... Rio Verde: FESURV, 2001 v.3; p69-71.
[3] CÂMARA, G. M. S., MARTINS, M. C. Amendoim: cultura e agronegócio. In: CÂMARA, G.M.S., CHIAVEGATO, E.J (Ed). O agronegócio das plantas oleaginosas: algodão, amendoim, girassol e mamona. Piracicaba: Esalq, 2001. p. 89 - 122.
[4] FESSEL, S. A.; SADER, R.; PAULA, R. C.; GALLI, J. A.Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.25, n. 2, p. 70-76, 2003.
[5] LINARES, J.B.F. Qualidade de sementes de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) de diversas densidades obtidas na mesa gravitacional. 1999. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
[6] Vrânceanu, 1977 citado por DALL´AGNOL, VIEIRA & LEITE, 2005

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INFLUÊNCIA DA MATÉRIA ORGÂNICA NA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

CARSON DOS SANTOS NEVES[1], ANDRÉ GERALDO CORNELIO RIBEIRO[2], RODRIGO CÉSAR DE VASCONCELOS DOS SANTOS[3], FELIPE MAIA OLIVEIRA[4], BÁRBARA PASSOS TRIGINELLI[5], FÁTIMA RESENDE LUIZ FIA[6]

[1] Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, Cel: (35) 9150 - 8215, carson_ba@hotmail.com.
[2] Professor Doutor, DEG-UFLA, Fone: (35) 2142 - 2188, andreribeiro@deg.ufla.br.
[3] Mestrando em Engenharia Agrícola, UFLA, Cel: (35) 9823 - 7941, drigovasc@hotmail.com.
[4] Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA, Cel: (37) 9961 - 8885, fmaia947@gmail.com.
[5] Engenheira Ambiental e Sanitarista, Cel: (35) 9174 – 5673, barbaratrigi@hotmail.com.
[6] Professora Doutora, DEG-UFLA, Fone: (35) 3829 - 5235, fatimarlf@deg.ufla.br.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A problemática dos resíduos sólidos urbanos é inerente aos dias atuais cujo agravo se dá devido ao crescimento da população aliado ao alto consumo. Para piorar a situação, os projetos de aterros sanitários no Brasil utilizam-se de parâmetros geotécnicos de resíduos oriundos de países europeus e americanos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do teor de matéria orgânica na condutividade hidráulica de resíduos sólidos urbanos (RSU). Para tal, utilizou-se um permeâmetro de carga constante, o qual foi acoplado a um reservatório de água. Compactou-se resíduos com 20 e 40% de matéria orgânica com intuito de atingir um peso específico de 5 kN/m³. Os resultados obtidos estão coerentes com a literatura consultada, pois verificou-se que com o aumento da matéria orgânica de 20% para 40% a condutividade hidráulica dos resíduos sólidos urbanos diminui. Isso acontece porque quanto maior a porcentagem de matéria orgânica na massa de resíduos, menor é a quantidade de vazios existentes, dificultando assim a passagem da água. Sendo assim, conclui-se que os valores de condutividade hidráulica dos resíduos sólidos são influenciados pelo teor de matéria orgânica, e que estes são de extrema importância para o correto dimensionamento do sistema de captação e tratamento de percolados de um aterro sanitário.
PALAVRAS–CHAVE: permeabilidade, parâmetros geotécnicos, matéria orgânica.

INFLUENCE OF ORGANIC WASTE ON HYDRAULIC CONDUCTIVITY WASTE SOLID URBAN

ABSTRACT: The problem of municipal solid waste is inherent to today whose grievance is due to population growth coupled with high consumption. To make matters worse, the landfill projects in Brazil are used of geotechnical parameters of waste from European and American countries. This study aimed to evaluate the influence of organic waste in the hydraulic conductivity of municipal solid waste (MSW). For such, was used a constant load permeameter, which was coupled to a reservoir of water. Compacted waste up to 20 and 40% of organic waste with a view to achieving a specific weight of 5 kN / m³. The results are consistent with the literature, since it has been found that with the increase of organic waste from 20% to 40% and hydraulic conductivity of MSW decreased. This is because the higher the percentage of organic waste in the waste mass, the smaller the quantity of voids, thus obstructing the passage of water. Therefore, it is concluded that the hydraulic conductivity values of solid waste are influenced by organic waste, and these are extremely important for the correct sizing of the collection system and treatment of leachate from a landfill.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

KEYWORDS: permeability, geotechnical parameters, organic waste.

INTRODUÇÃO

A problemática dos resíduos sólidos urbanos (RSU) vem recebendo destaque cada vez maior nos últimos anos, principalmente devido ao crescimento urbano, que somado ao poder aquisitivo e as mudanças dos hábitos de descarte por parte da população, gera um aumento da geração de "lixo".

Avanços significativos foram observados, especialmente na última década, no tocante a diversificação e aumento dos materiais produzidos pelas indústrias para suprir a demanda que a população crescente possui pelo consumo. Rodrigues (2013) salienta que a grande quantidade de resíduos gerada pelas atividades industriais, agrícolas, comerciais e domésticas tem sido considerada uma das maiores responsáveis pela poluição ambiental no Brasil e no mundo. Diante disso, a produção de resíduos encontra-se em expansão e sabe-se que na maioria dos casos a sua destinação e disposição não são ambientalmente adequados. A maior parte é destinada para vazadouros a céu aberto, popularmente conhecidos como "lixões", e aterros controlados, causando impactos ambientais como a contaminação do solo, da água e do ar, além da proliferação de vários vetores de doenças.

Com o intuito de solucionar essa problemática dos resíduos sólidos urbanos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída por meio da Lei Federal n° 12.305/2010, preconiza a disposição final dos rejeitos em aterros sanitários, proibindo, a partir de agosto de 2014, a disposição de resíduos por parte dos municípios em vazadouros a céu aberto ("lixões"). Apesar de ser considerada uma forma de disposição segura, nos aterros há a formação do chorume, que é um líquido escuro de alto potencial poluidor, provido da decomposição biológica dos resíduos responsável por sérios danos ao meio ambiente.

Além disso, nos projetos de aterros sanitários, faz-se necessário conhecer algumas propriedades geotécnicas dos resíduos. Por exemplo, a condutividade hidráulica dos resíduos interfere no balanço hídrico do aterro e, por conseguinte, no dimensionamento do sistema de drenagem e tratamento de percolados. Este parâmetro dos resíduos sólidos urbanos (RSU) pode variar de acordo com o peso específico, a idade dos resíduos, bem como com sua composição, uma vez que o "lixo" é um material extremamente heterogêneo, com um maior percentual de matéria orgânica (MO).

Segundo Carvalho (2006), nos projetos de aterros sanitários são utilizados parâmetros de resíduos advindos de países europeus e norte americanos. Porém, sabe-se que a massa de resíduos não é homogênea e com características fixas, sofrendo alterações conforme o clima, renda da população, hábitos culturais, entre outros fatores. Portanto, faz-se necessário a determinação de parâmetros relacionados com a realidade brasileira a fim de melhorar as ações técnicas relacionadas à disposição dos RSU.

Desta forma, entende-se que o estudo da condutividade hidráulica dos RSU para condições adversas de densidade e composição destes, é de extrema importância para a determinação de parâmetros necessários para o bom dimensionamento do sistema de captação e tratamento de percolados de um aterro sanitário.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Campo Experimental de Tratamento de Resíduos Sólidos (CETRES) da Universidade Federal de Lavras.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Para a realização dos ensaios foi utilizado um permeâmetro de grandes dimensões, desenvolvido por Triginelli (2015), baseado em Rocha (2008), conforme ilustrado na Figura 1.



Figura 1 - Permeâmetro de carga constante de grandes dimensões utilizado para determinação da condutividade hidráulica dos resíduos sólidos urbanos.

Foram usados os resíduos sólidos urbanos provenientes de uma Usina de Triagem e Compostagem (UTC) do município de Nazareno-MG e a matéria orgânica de um restaurante do município de Lavras-MG. Esses resíduos foram coletados separadamente (papel, plástico, papelão, metais, rejeito e matéria orgânica) de forma a controlar corretamente a porcentagem de cada material a ser inserido no permeâmetro, e assim obter a quantidade desejada de matéria orgânica em cada ensaio.

Para a realização dos ensaios, foram montadas duas amostras de resíduos com composições gravimétricas diferentes, seguindo os componentes encontrados por Franco (2012). O primeiro ensaio foi realizado com uma amostra contendo 20% de matéria orgânica (MO) e o segundo ensaio foi realizado com uma amostra contendo 40% de MO. Nos dois ensaios os resíduos foram compactados buscando um peso específico igual a 5 kN/m³. A seguir são apresentadas, nas Tabelas 1 e 2, a composição gravimétrica dos resíduos para os dois ensaios realizados.

Tabela 1 - Composição Gravimétrica da amostra de RSU para o ensaio com 20% de MO.

	%	**Massa(Kg)**
MO	0,2	15,0
Plástico	0,16	12,0
Papel	0,13	9,8
Papelão	0,13	9,8
Metal	0,1	7,5
Rejeito	0,28	21,0
Total	1	75,1

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 2 - Composição Gravimétrica da amostra de RSU para o ensaio com 40% de MO.

	%	Massa(Kg)
MO	0,4	30,0
Plástico	0,12	9,0
Papel	0,09	6,8
Papelão	0,09	6,8
Metal	0,06	4,5
Rejeito	0,24	18,0
Total	1	75,1

Para a determinação da condutividade hidráulica, os resíduos foram quarteados, pesados, colocados no permeâmetro e posteriormente compactados com um soquete de aproximadamente 11 kg, buscando um peso específico de 5 kN/m³. Para garantir um peso específico uniforme em toda a amostra, foram feitas marcações internas espaçadas entre si de 10 cm, conforme ilustrada na Figura 2.

Os primeiros 5 cm foram preenchidos com brita 1 para se evitar entupimento na entrada de água do permeâmetro. As marcações seguintes foram preenchidas com os materiais pré-estabelecidos nas proporções adequadas e na massa correspondente que tal volume do permeâmetro necessitaria para obter o peso específico estudado.



Figura 2 - Divisão interna do permeâmetro.

O volume total necessário para o completo preenchimento do permeâmetro foi de aproximadamente 75 kg, sendo necessário em torno de 5 kg de RSU misturados para a primeira camada de 5 cm, e em torno de 10 kg de RSU para cada camada de 10 cm. Os últimos 5 cm de altura do permeâmetro também foram completados com brita 1 para evitar o entupimento da saída de água.

Após o procedimento de vedação do permeâmetro, iniciou-se o processo de saturação da amostra. Durante a saturação, o orifício na tampa superior do permeâmetro, bem como o registro

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

para saída de água foram abertos para auxiliar na expulsão do ar existente nos vazios dos resíduos. Depois da saturação, procedeu-se com a leitura dos níveis d'água nos piezômetros. Cada nível correspondeu à carga piezométrica que quando somada a carga de elevação forneceu a carga total, que com essa, foi determinado o gradiente hidráulico e consequentemente a condutividade hidráulica (K) dos resíduos.

A condutividade hidráulica dos resíduos foi calculada pela equação de Darcy com isolamento da variável K, conforme a Equação 1 a seguir.

$$Q = K \cdot i \cdot A \quad (1)$$

Em que, *Q* é a vazão do fluido percolante (m³/s), *K* é a condutividade hidráulica (m/s), *i* é o gradiente hidráulico (m/m) e *A* é a área da seção transversal ao escoamento (0,196 m²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores encontrados para a condutividade hidráulica das amostras com 20 e 40% de MO e peso específico de 5 KN/m³ são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores da condutividade hidráulica encontrados.

Peso específico	% MO	K (cm/s)
5 kN/m³	20	$3{,}57 \times 10^{-3}$
5 kN/m³	40	$2{,}52 \times 10^{-3}$

Os resultados obtidos estão coerentes com a literatura consultada, pois verificou-se que com o aumento da matéria orgânica de 20% para 40% a condutividade hidráulica dos resíduos sólidos urbanos diminuiu. Isso acontece porque quanto maior a porcentagem de matéria orgânica na massa de resíduos, menor é a quantidade de vazios existentes, dificultando assim a passagem da água.

Comparando os valores encontrados com o observado por Barros (2004) (K em torno de 10^{-6} m/s ou 10^{-4} cm/s para 65,8% e 49,64% de matéria orgânica) são mais altos. Confirmando assim a relação quanto maior a porcentagem de MO menor será a condutividade hidráulica, pois em seu trabalho, o autor citado utilizou porcentagens de MO maiores do que as utilizadas neste trabalho. Isto também pode ser explicado pelo fato do peso específico utilizado pelo referido autor ser maior, o que leva a uma condutividade hidráulica menor já que o número de poros da amostra é reduzido com uma maior compactação da amostra.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados alcançados, conclui-se que os valores de condutividade hidráulica dos resíduos sólidos urbanos são influenciados pelo teor de matéria orgânica, e que a condutividade hidráulica é um parâmetro de extrema importância para o correto dimensionamento do sistema de captação e tratamento de percolados de um aterro sanitário.

REFERÊNCIAS

BARROS, H. L. **Estudo de balanço hídrico em aterro sanitário por meio de lisímetros de grandes dimensões.** 2004. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

CARVALHO, A. R. **Desenvolvimento de um equipamento para a determinação de parâmetros geotécnicos de resíduos sólidos**. Tese de doutorado. Rio de Janeiro: UFRJ, 160p., 2006.

FRANCO, C. S. **Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares e percepção dos hábitos de descarte no sul de Minas Gerais.** 2012, 142 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

ROCHA, E. F. **Determinação da Condutividade Hidráulica e da Capacidade de Campo de Resíduos Sólidos Urbanos**. Tese de Mestrado. Viçosa: UFV, 88p. 2008.
RODRIGUES, L.S. **Saneamento ambiental, Gerenciamento de resíduos sólidos**, N 68 – Maio, 2013.

TRIGINELLI, B. P. **Desenvolvimento de um Permeâmetro de Grandes Dimensões para o Estudos da Condutividade Hidráulica dos Resíduos Sólidos Urbanos**. In: XXVII CIUFLA - Congresso de Iniciação Científica, 2014, Lavras. XXVII CIUFLA - Congresso de Iniciação Científica, 2014.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INFLUÊNCIA DA MATÉRIA ORGÂNICA NO POTENCIAL POLUIDOR DO LIXIVIADO

RODRIGO CÉSAR DE VASCONCELOS DOS SANTOS[1], ANDRÉ GERALDO CORNELIO RIBEIRO[2], ARYANE PEREIRA BATISTA[3]DÉBORA DE MELLO FRANCO[4], CARSON DOS SANTOS NEVES[5], FÁTIMA RESENDE LUIZ FIA[6]

[1] Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35) 9823-7941, drigovasc@hotmail.com.
[2] Professor doutor no DEG, Universidade Federal de Lavras.
[3] Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras.
[4] Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras.
[5] Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras.
[6] Professora doutora no DEG, Universidade Federal de Lavras.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Entre os desafios da área ambiental do país, o conhecimento acerca dos resíduos sólidos está entre os mais importantes. Sabe-se que sua geração constitui um dos maiores problemas enfrentados pela humanidade atualmente. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial poluidor do percolado gerado por resíduos sólidos urbanos (RSU) compactados em seis lisímetros expostos ao tempo, com diferentes pesos específicos e composições gravimétricas. Os resíduos foram pesados e misturados com diferentes porcentagens de matéria orgânica, rejeito e reciclável, seguindo uma ordem para um conjunto de seis lisímetros, que foram monitorados por meio de amostras coletadas quinzenalmente por um período de seis meses. Os parâmetros avaliados foram: pH, condutividade elétrica, sólidos suspensos e DQO. Inicialmente foi constatada alta quantidade de matéria orgânica (DQO) no percolado, principalmente nos lisímetros que receberam maior carga orgânica. Tal fato contribuiu pra uma alta taxa de sólidos suspensos e de condutividade elétrica. Porém, tais parâmetros sofreram certa oscilação, o que pode ser explicada pela variação pluviométrica. Com relação ao pH, este apresentou no início mais ácido devido a fase acidogênica, passando para levemente básico à medida que o oxigênio era consumido dos lisímetros. Conclui-se que os valores de DQO, condutividade elétrica e sólidos suspensos são maiores nos lisímetros que apresentam maior quantidade de matéria orgânica.
PALAVRAS–CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos, Percolado, Biodegradação

INFLUENCE OF ORGANIC MATTER IN THE POTENTIAL POLLUTER LEACHATE

ABSTRACT: Among the challenges in the environmental area of the country, knowledge about the solid waste is among the most important. It is known that his generation is one of the biggest problems facing humanity today. The objective of this study was to evaluate the pollution potential of leachate generated from municipal solid waste (MSW) compressed in six lysimeters exposed to the weather, with different specific gravities and gravimetric compositions. The residues were weighed and mixed with different percentages of organic material, waste and recyclable, following an order for a set of six lysimeters were monitored using samples collected biweekly for a period of six months. The parameters evaluated were: pH, electrical conductivity, suspended solids and COD. Initially it was found high amount of organic matter (COD) in leachate, especially in lysimeters that received higher organic load. This fact contributed to a high rate of suspended solids and electrical

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

conductivity. However, these parameters have suffered certain oscillation, which can be explained by rainfall variation. Regarding the pH, the more acidic presented earlier due to acidogenic phase, rising to slightly basic as the oxygen was consumed of the lysimeters. It concludes that the COD values, electrical conductivity and suspended solids are higher in lysimeters with the greatest amount of organic matter.
KEYWORDS: Urban Solid Waste, Slurry, Biodegradation

INTRODUÇÃO

Entre os desafios da área ambiental do país, o conhecimento acerca dos resíduos sólidos está entre os mais consideráveis e representativos. Sabe-se que sua geração constitui um dos maiores problemas enfrentados pela humanidade nos últimos tempos. Avanços significativos foram observados, especialmente na última década, no tocante a diversificação e aumento dos materiais produzidos pelas indústrias para suprir a demanda que a população crescente possui pelo consumo. Rodrigues (2013) salienta que a grande quantidade de resíduos gerada pelas atividades industriais, agrícolas, comerciais e domésticas tem sido considerada uma das maiores responsáveis pela poluição ambiental no Brasil e no mundo. Diante disso, a produção de resíduos encontra-se em expansão e sabe-se que na maioria dos casos a sua destinação e disposição não são ambientalmente adequados.

Com o intuito de solucionar essa problemática dos resíduos sólidos urbanos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída por meio da Lei Federal n° 12.305/2010, preconiza a disposição final dos rejeitos em aterros sanitários. Apesar de ser considerada uma forma de disposição segura, nos aterros há a formação do chorume, que é um líquido escuro de alto potencial poluidor, provido da decomposição biológica dos resíduos responsável por sérios danos ao meio ambiente.

Para o tratamento do percolado (chorume + água da chuva) é de suma importância o conhecimento das suas características qualitativas e quantitativas, que são variáveis devido a fatores como: diferentes constituintes dos resíduos, forma de operação e idade do aterro, também em relação aos fatores climáticos, no caso, precipitação e temperatura (MORAES, 2006).

Desta forma, entende-se que o estudo acerca do percolado é de suma importância para um correto tratamento do mesmo, evitando assim problemas sérios de contaminação do meio ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram construídos seis lisímetros em escala laboratorial devido à possibilidade do controle e monitoramento das diversas variáveis envolvidas em um aterro sanitário, os quais estão instalados no Laboratório de Engenharia Ambiental e Sanitária, do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (DEG/UFLA), no município de Lavras/MG, com coordenadas geográficas locais de 21°14’ e 45°00’, para latitude e longitude, respectivamente e altitude de 920 metros. O clima, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cwa (temperado com verões quentes e úmidos e invernos secos e frios). De acordo com Brasil, 1992, a temperatura média anual do ar é de 19,4 ºC e o total anual médio de precipitação de 1530 mm.

Os lisímetros simulam a situação de resíduos compactados em aterros sanitários, sendo 3 (três) lisímetros com resíduos compactados a 3 kN/m³, nomeados de L203, L403 e L603, e 3 (três) lisímetros com resíduos compactados a 5 kN/m³, nomeados de L205, L405 e L605. Para o

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

enchimento dos lisímetros foram utilizados resíduos provenientes de uma Usina de Triagem e Compostagem (UTC) do município de Nazareno-MG e a matéria orgânica do município de Lavras-MG. Já a composição dos componentes das amostras ensaiadas utilizou-se como base a composição gravimétrica indicada por Franco (2012), que estudou a caracterização física dos resíduos no sul de Minas Gerais.



Figura 1 Esquema dos lisímetros

Para montagem do experimento, os resíduos foram inseridos da base para o topo, sobre uma camada de brita, usada para a drenagem do percolado. A coluna, com 90 cm de altura útil, foi dividida em 9 partes de 10 cm cada, para controle da compactação. Esta foi feita de forma manual por meio de um soquete, cujo intuito foi atingir os pesos específicos de 3 e 5 kN/m³. Com base no peso específico e no volume de cada camada, pesou-se a quantidade desejada de cada material e misturou até ficar bem homogeneizado. Posteriormente a amostra foi lançada nos lisímetro, obedecendo a quantidade exata para cada camada, e compactados, conforme mostrado nas Tabelas 1 e 2 a seguir.

Tabela 1 Composição dos lisímetros compactados com um peso específico de 5kN.m^{-3}

L 205			L 405			L 605		
	%	Massa(Kg)		%	Massa(Kg)		%	Massa(Kg)
MO	20	17,94	MO	40	35,89	MO	60	53,84
Plástico	16	14,35	Plástico	12	10,76	Plástico	8	7,17
Papel	13	11,66	Papel	9	8,07	Papel	5	4,48
Papelão	13	11,66	Papelão	9	8,07	Papelão	5	4,48
Metal	10	8,97	Metal	6	5,38	Metal	2	1,79
Rejeito	28	25,12	Rejeito	24	21,53	Rejeito	20	17,94
Total	100	89,73	Total	100	89,73	Total	100	89,73

Logo após o término da compactação dos RSU, uma camada de solo foi compactada manualmente com ajuda do soquete, de forma a representar a camada de cobertura de um aterro sanitário. Em seguida, colocou-se um solo agricultável sem compactação de modo que ficou com porosidade apropriada para o cultivo da vegetação de cobertura, neste caso uma gramínea.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 2 Composição dos lisímetros compactados com um peso específico de 3kN.m^{-3}

	L 203			L 403			L 603	
	%	Massa(Kg)		%	Massa(Kg)		%	Massa(Kg)
MO	20	10,764	MO	40	21,534	MO	60	32,304
Plástico	16	8,61	Plástico	12	6,456	Plástico	8	4,302
Papel	13	6,996	Papel	9	4,842	Papel	5	2,688
Papelão	13	6,996	Papelão	9	4,842	Papelão	5	2,688
Metal	10	5,382	Metal	6	3,228	Metal	2	1,074
Rejeito	28	15,072	Rejeito	24	12,918	Rejeito	20	10,764
Total	100	53,838	Total	100	53,838	Total	100	53,838

A amostragem foi feita quinzenalmente por um período de seis meses e os parâmetros analisados foram os seguintes: pH, condutividade elétrica, sólidos suspensos, DQO e DBO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados experimentais obtidos são mostrados e discutidos a seguir.

- **pH**

O pH é uma medida da concentração de íons presentes na fase líquida. Ele é o resultado da interação entre as diversas substâncias dissolvidas na massa líquida. A determinação do pH é muito importante, pois este afeta diretamente o processo de biodegradação. As bactérias tem seu crescimento ótimo em pH por volta da neutralidade. Este parâmetro afeta as atividades enzimáticas, a solubilização dos compostos e até mesmo a toxicidade do chorume (CHERNICHARO 2007). Conforme apresentado na Figura 2, o pH do percolado no início do experimento é ácido, isto devido a fase acidogênica. Com o passar do tempo, o oxigênio presente na massa de resíduos foi sendo consumido, dando condições ao surgimento de bactérias metanogênicas, as quais foram responsáveis pelo leve aumento do pH do percolado.

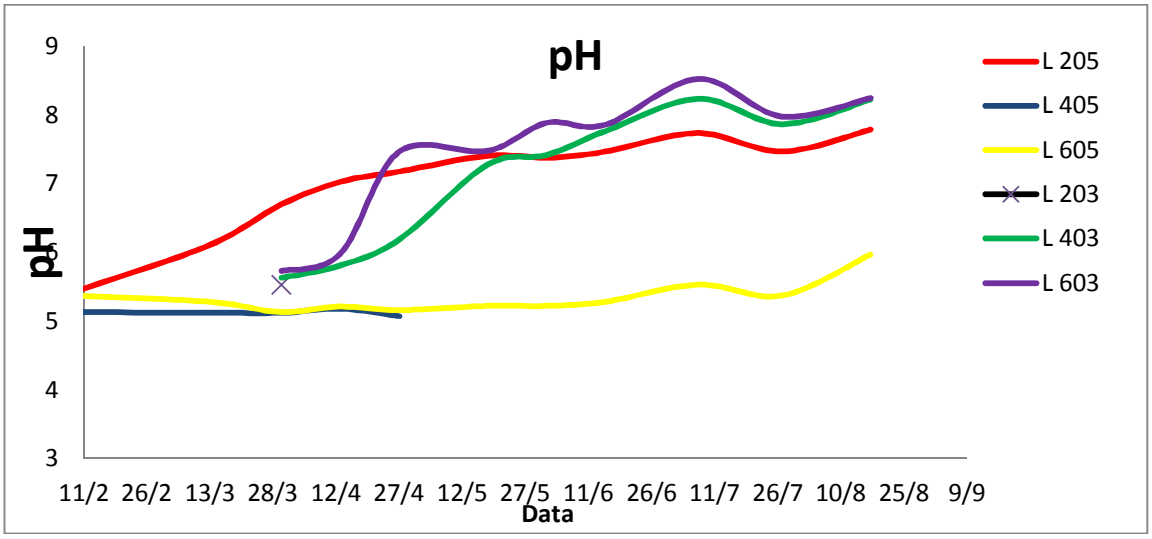


Figura 2 Comportamento do pH ao longo do tempo

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

- **Condutividade elétrica e sólidos suspensos**

A condutividade elétrica é um parâmetro que esta diretamente relacionada aos sólidos suspensos, sendo de fácil monitoramento no sistema. A presença de sais no lixiviado é uma característica marcante, devendo ser controlada para não aumentar podendo interferir na osmose dos microrganismos e assim afetar o tratamento biológico (EDUARDO, 2007).

As Figuras 3 e 4 apresentam o comportamento da condutividade elétrica e dos sólidos suspensos ao longo do tempo, deixando claro que ocorreu um pequeno aumento da condutividade com o passar do tempo. Essa explicação se deve ao fato de que no inicio das coletas, devido à precipitação pluviométrica, o percolado estava mais diluído. À medida que foi entrando em um período seco houve diminuição na concentração do percolado e um consequente aumento da condutividade elétrica. Esse mesmo raciocínio pode ser extrapolado para os sólidos suspensos, porém os mesmos sofreram certa oscilação. Nas Figuras 3 e 4 mostradas também é perceptível que os lisímetros que contêm maior concentração de matéria orgânica são os que possuem maior condutividade elétrica e elevada carga de sólidos suspensos.

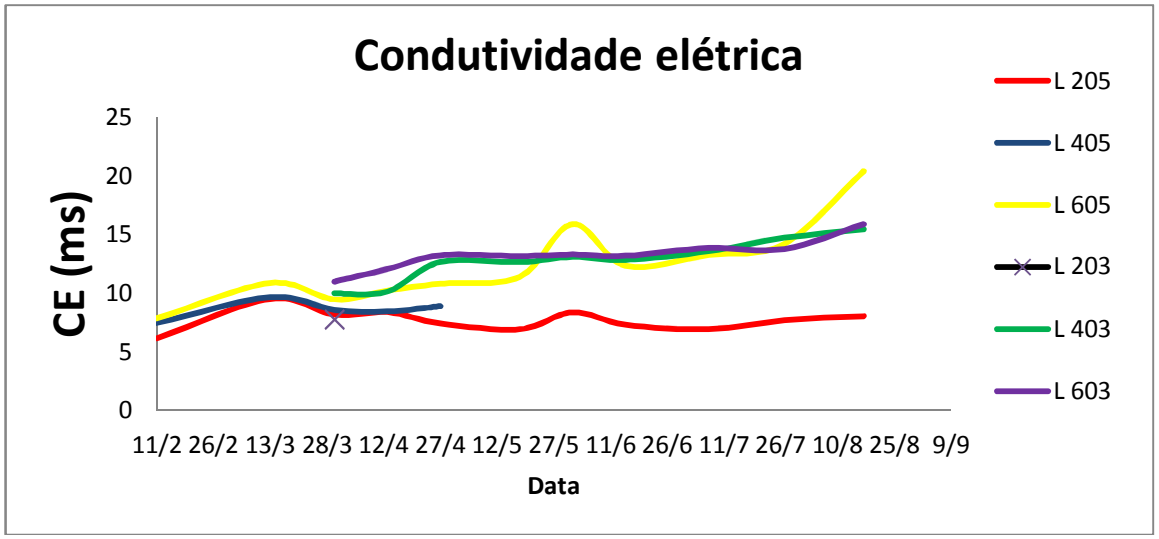


Figura 3 Comportamento da condutividade elétrica ao longo do tempo

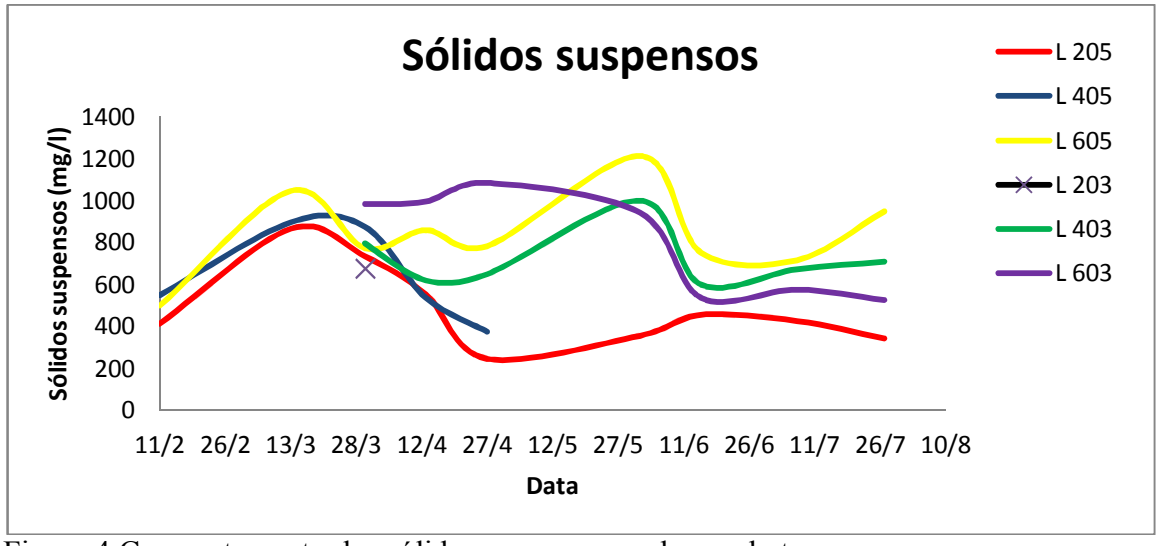


Figura 4 Comportamento dos sólidos suspensos ao longo do tempo

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

- **DQO**

Este parâmetro determina a quantidade de oxigênio consumido pela oxidação química da matéria orgânica e tem grande uso quando se quer medir a poluição orgânica, por ser um método relativamente simples e rápido.

De acordo com a Figura 5, pode-se inferir que quanto maior a concentração de matéria orgânica depositadas nos lisímetros, maior a DQO do percolado coletado. No início da coleta verificou-se uma alta DQO, isto se deve a grande quantidade de matéria orgânica que estava presente nos lisímetros. À medida que a matéria orgânica ia sendo dissolvida e saindo no percolado, foi tendo uma diminuição da DQO. Mas com o passar do tempo, foi verificando que a DQO voltou a crescer, fato este que pode ser explicado pela falta de chuva, o que acarretou certa concentração de matéria orgânica no percolado. Verifica-se claramente na Figura 5, que o percolado com maior DQO é oriundo dos lisímetros que receberam maior concentração de matéria orgânica durante a compactação. Assim como verificado no trabalho de doutoramento de Catapreta (2008), Os resultados indicam comportamento variável ao longo do tempo para os parâmetros físico-químicos relacionados à transformação da matéria orgânica sendo que suas concentrações são extremamente variáveis. Ainda de acordo com o mesmo autor, a DQO não possui limite legal para lançamento in natura em corpos d'água. No entanto, quanto menor for a sua concentração, menor será o impacto sobre o curso d'água receptor, se este for o destino final dos líquidos lixiviados.

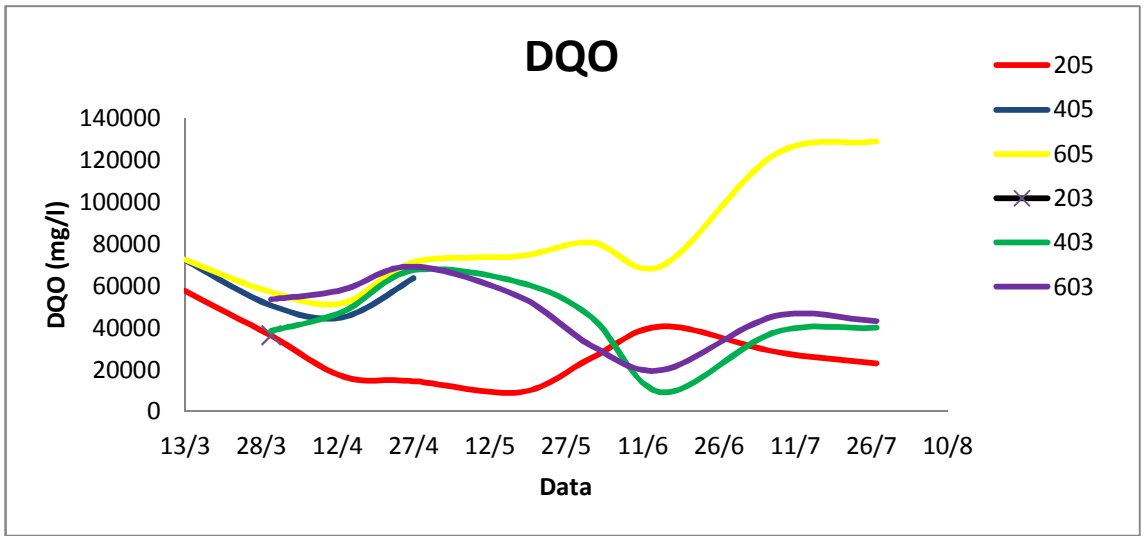


Figura 5 Comportamento da DQO ao longo do tempo

CONCLUSÕES

Os parâmetros analisados, DQO, condutividade elétrica e sólidos suspensos, são maiores nos lisímetros que receberam uma maior carga orgânica. Logo, a matéria orgânica possui grande influência no poder poluidor do percolado (lixiviado).

Outro fator de grande influência é a incidência de chuva, que tem o potencial de diluir o percolado, o que indica a necessidade da continuidade dessas análises em todas as estações do ano.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

REFERÊNCIAS

CATAPRETA, C. A. A. **Comportamento de um Aterro Sanitário Experimental: Avaliação da Influência do Projeto, Construção e Operação** Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2007.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores Anaeróbios (Principíos do trtamento bioógico d águas residuárias)**. 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e ambiental – UFMG. 380p.

EDUARDO, J. **Avaliação das características microbiológicas e físico-químicas do lixiviado (chorume) no processo de tratamento do Aterro metropolitano de Gramacho (RJ – Brasil).** 2007, 98f.

FRANCO, C. S., **Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares e percepção dos hábitos no descarte no Sul de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2012, 157p.

MORAES, J.L., SIRTORI, C., PERALTA-ZAMORA, P.G. **Tratamento de chorume de aterro sanitário por fotocatálise heterogênea integrada a processo biológico convencional**, Quim. Nova, Vol. 29, No. 1, 20-23, 2006.

RODRIGUES, L.S**., Saneamento ambiental, Gerenciamento de resíduos sólidos**, N 68 – Maio, 2013.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO PROCESSO DE PIRÓLISE RÁPIDA DA TORTA DE MAMONA EM REATOR DE LEITO FLUIDIZADO

JOÃO PAULO GONÇALVES MARTINS[1], ZUY MARIA MAGRIOTIS[2], NADIENE APARECIDA DO VALE SANTOS[3], SABRINA MESQUITA COELHO[3], RICARDO FELIPE RESENDE[4], SARA SILVEIRA VIEIRA[5]

[1] Graduando em Engenharia Química, UFLA, (35) 3829-1889, jpgm@engenharia.ufla.br
[2] Professor Associado, UFLA, (35) 3829-1889, zuy@dqi.ufla.br
[3] Doutorandas em Agroquímica, UFLA, (35) 3829-1889, nadi.ene@hotmail.com, sabrina10mcoelho@yahoo.com.br
[4] Doutorando em Agroquímica, UFLA, (35) 3829-1889, ricardo.resende@prp.ufla.br
[5] Doutora em Agroquímica, UFLA, (35) 3289-1889, saraufla@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O uso da biomassa como fonte potencial de combustíveis automotivos e de produtos químicos proporcionou um novo impulso à prática de pirólise nas últimas décadas. A pirólise é um processo de decomposição térmica de biomassa na ausência de oxigênio e apresenta algumas variáveis que exercem influência sobre os rendimentos das frações produzidas. Assim, este trabalho teve como objetivo estudar a influência da temperatura na pirólise da torta de mamona proveniente do processo produtivo do biodiesel, priorizando a obtenção da fase líquida. A pirólise foi realizada em um reator de leito fluidizado em regime de pirólise rápida. A torta de mamona foi caracterizada e mostrou-se matéria prima viável para o processo de pirólise. O efeito da temperatura (300, 400, 500 e 600ºC) sobre o rendimento dos produtos foi avaliado, mantendo-se constante o tamanho de partículas (0,25-0,36 mm) e a vazão do gás (1000 cm^3min^{-1} de nitrogênio). Na melhor temperatura (500ºC) foram obtidos 36,7% de líquidos (fase aquosa + bio-óleo), 37,5% de carvão e 25,8% de gás. As frações líquidas e sólidas, obtidas durante o processo, foram caracterizadas e evidenciaram ser futuras fontes de energia e de matérias primas de grande interesse na indústria química. Desta forma, o processo de pirólise de torta de mamona apresenta-se como uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos do processo produtivo do biodiesel, agregando valor e reduzindo o impacto ambiental causado pela disposição inadequada de materiais lignocelulósicos.
PALAVRAS–CHAVE: Pirólise, Biodiesel, Biomassa

INFLUENCE OF TEMPERATURE IN THE PROCESS OF FAST PYROLYSIS OF THE CASTOR BEAN PRESSCAKE IN FLUIDIZED BED REACTOR

ABSTRACT: The use of biomass as a potential source of automotive fuels and chemicals provided a new impulse to the practice of pyrolysis in recent decades. Pyrolysis is a process of thermal decomposition of biomass in the absence of oxygen and presents some variables that influence yields of produced fractions. So, this work had aimed to study the influence of temperature on pyrolysis of the castor bean presscake from the biodiesel production process, giving priority to obtainment the liquid phase. Pyrolysis was performed in a fluidized bed reactor at fast pyrolysis system. The castor bean presscake was characterized and proved viable raw material for the pyrolysis process. The effect of temperature (300, 400, 500 and 600ºC) on the yield of the products was evaluated, keeping constant the particle size (0.25 to 0.36 mm) and the flow of gas (1000 cm^3min^{-1} of nitrogen). In the best temperature (500°C) were obtained 36.7% liquids (aqueous phase + bio-oil), 37.5% char and 25.8% gas. The liquid and solid fractions obtained during the process

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

were characterized and showed to be future sources of energy and raw materials of great interest in the chemical industry. Thus, the castor bean presscake pyrolysis process is presented as a viable alternative to the recovery of biodiesel production process waste, adding value and reducing the environmental impact caused by the inadequate disposal of lignocellulosic materials.
KEYWORDS: Pyrolysis, Biodiesel, Biomass

INTRODUÇÃO

No século passado, os combustíveis derivados do petróleo foram as principais fontes de energia no mundo. Porém, nos últimos anos o aumento no consumo de petróleo pelas economias emergentes e as questões políticas ligadas à dependência da importação de petróleo e segurança energética geraram preocupações econômicas, políticas e ambientais sobre o uso deste combustível fóssil o que levou à necessidade de desenvolver um processo econômico e energético para a produção sustentável de combustível e produtos químicos (HUBER et al., 2006).

A biomassa vem sendo considerada uma fonte de importante potencial para a produção de energias renováveis para o futuro. O termo biomassa engloba toda matéria vegetal gerada por meio da fotossíntese e seus derivados, tais como: resíduos agrícolas e subprodutos como, por exemplo, serragem de madeira, torta de sementes de oleaginosas, bagaço de cana e casca de arroz que podem ser utilizados para a produção de energia (SENSOZ e ANGIN, 2008). O aproveitamento energético da biomassa pode ser feito por meio de processos termoquímicos (combustão, gaseificação, pirólise e liquefação) ou por processos biológicos (digestão anaeróbica e fermentação).

A pirólise é um processo de degradação da matéria orgânica macromolecular sob condições não-oxidantes (YAMAN, 2004). Durante a pirólise ocorrem sucessivas reações de craqueamento, isomerização, desidratação, polimerização, aromatização e coqueificação, com a formação de produtos líquidos, sólidos e gasosos (BRIDGWATER, 2003).

Dentro deste contexto o processo de pirólise rápida surge como uma fonte alternativa para o aproveitamento de coprodutos por meio de conversão térmica, minimizando o impacto ambiental que seria causado pelo descarte inadequado destes resíduos. Assim, este trabalho teve como objetivo estudar a influência da temperatura na pirólise da torta de mamona proveniente do processo produtivo do biodiesel, em reator de leito fluidizado, priorizando a obtenção da fase líquida, para a obtenção de produtos com maior valor energético e comercial agregado.

MATERIAL E MÉTODOS

A conversão termoquímica da torta de mamona foi realizada por um reator de leito fluidizado (Termolab Equipamentos Ltda) em regime de pirólise rápida, variando a temperatura (300, 400, 500 e 600ºC) e mantendo-se constante o tamanho de partículas (0,25 - 0,36 mm) e a vazão do gás (1000 cm^3min^{-1} de nitrogênio).

Preparo das amostras

A torta de mamona foi fornecida pelo grupo G-ÓLEO da Universidade Federal de Lavras e foi submetida a uma extração por solventes (hexano/metanol 2:1), para posterior utilização no processo de pirólise. A biomassa foi moída em moinho tipo martelo e a análise granulométrica das amostras de partículas sólidas foi obtida classicamente por meio de um conjunto de peneiras padronizadas. Após a moagem e classificação granulométrica a biomassa foi seca em estufa até

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

massa constante (1h a 105ºC) e pesada em balança analítica.

Caracterização da Biomassa

A análise química da torta de mamona foi realizada com base na norma ABTCP M3/89, utilizando o material que passou pela peneira de 40 *mesh* e ficou retido na peneira de 60 *mesh*(granulometria entre 0,25 – 0,36 mm).

Os teores de carbono, hidrogênio e nitrogênio foram determinados utilizando um equipamento *Elementar Vario Micro Cube*. Para essa análise, foi utilizado o método de combustão para converter os elementos da amostra em gases simples como CO_2, H_2O, N_2, em que a amostra foi oxidada em uma atmosfera de oxigênio puro. Os gases são separados, detectados em função de sua condutividade térmica e convertidos em porcentagem de C, H e N na amostra. O teor de oxigênio foi obtido por diferença.

Separação das frações pirolíticas

A separação das frações líquidas obtidas no processo foi realizada por decantação dos produtos. Para isso, os materiais foram mantidos por um período de 24 horas em geladeira.

Para o balanço de massa, as porcentagens foram calculadas em relação à quantidade (peso) de biomassa pirolisada. As Equações 1 a 5 representam a relação para a determinação do rendimento de líquido, sólido, gás, bio-óleo e fase aquosa.

$$\text{Rendimento de líquido: } R_L\ (\%) = m_L(g) / m_B(g) \quad (1)$$

$$\text{Rendimento de sólido: } R_S\ (\%) = m_S(g) / m_B(g) \quad (2)$$

$$\text{Rendimento de gás: } R_G\ (\%) = m_G(g) / m_B(g) \quad (3)$$

$$\text{Rendimento de bio-óleo: } R_{BO}\ (\%) = m_{BO}(g) / m_L(g) \quad (4)$$

$$\text{Rendimento da fase aquosa: } R_{FA}\ (\%) = m_{FA}(g) / m_L(g) \quad (5)$$

Em que: m_B é a massa da biomassa, m_L é a massa de líquido, m_S a massa de sólido, m_G a massa de gás ($m_G(g) = m_B(g) – m_L(g) – m_S(g)$), m_{BO} a massa de bio-óleo e m_{FA} a massa da fase aquosa.

Identificação e Caracterização dos Produtos

A análise elementar dos produtos foi realizada em um equipamento *Elementar Vario Micro Cube* a fim de determinar a presença qualitativa e quantitativa de diferentes elementos (C, N, H, S e O) no bio-óleo, líquido aquoso e carvão, obtidos na melhor temperatura de pirólise.

O poder calorífico superior (PCS) do carvão foi determinado em calorímetro, conforme a norma NBR 8633 da ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1983), enquanto o poder calorífico inferior (PCI) foi determinado segundo a equação 6.

$$PCI\ (MJKg^{-1}) = PCS - 5{,}72 \times (9H + U) \quad (6)$$

Em que: PCS = Poder calorífico superior (cal g^{-1}); H = Hidrogênio (%); U = Umidade (%).

Já, o PCS do bio-óleo foi determinado por meio de equações empíricas a partir da composição elementar do mesmo devido à pequena quantidade dos materiais. Neste trabalho, o PCS foi calculado com base na equação 7, de Dulong:

$$PCS\ (MJ\ Kg^{-1}) = \frac{338{,}2 \times C + 1442{,}8 \times (H - \frac{8}{O})}{1000} \quad (7)$$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Em que: C, H e O representam as porcentagens em massa de carbono, hidrogênio e oxigênio contido na amostra.

Também foi calculado o PCI do bio-óleo a partir do PCS e do teor de hidrogênio segundo a equação 8, de Oasmaa e Peacocke (2001):

$$PCI\ (MJ\ Kg^{-1}) = PCS - (0{,}216 \times H) \quad (8)$$

Em que: H é a porcentagem em massa do hidrogênio.

Essas equações mostram que poder calorífico depende da composição química elementar, em uma relação direta com o teor de carbono e de hidrogênio e inversa com o teor de oxigênio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da Biomassa

Os resultados da análise da composição química da torta de mamona encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição Química da torta de mamona

Composição	Porcentagem (%)
Extrativos	16,1
Lignina	32,3
Celulose	47,0
Hemicelulose	4,7

O principal produto obtido a partir da pirólise da lignina é o carvão vegetal (85% de rendimento), e 20% de destilado aquoso contendo fundamentalmente água, metanol, acetona e ácido acético. Os produtos restantes são alcatrão e gases, constituídos majoritariamente por compostos fenólicos (GÓMES, 2002).

A pirólise da celulose em condições brandas de temperatura, aproximadamente de 350 a 370°C, é responsável pela geração de 62-72% de líquidos, 10 a 18% de sólidos e o restante corresponde aos gases. A fração líquida constitui-se basicamente de água; aldeídos acéticos, propiônico, acrílico e butírico; furano; dimetil cetona; butanodiona e metanol. Forma-se ainda uma quantidade de alcatrão contendo principalmente levoglucosana (MARTINI, 2009).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1 observa-se que a torta de mamona apresenta altos teores de celulose (47%) e lignina (32,3%) e teores menores de extrativos e hemiceluloses (16,1% e 4,7%, respectivamente), indicando que os principais produtos dessa pirólise serão líquidos (fase aquosa + bio-óleo) e sólidos (carvão).

Na Tabela 2 são mostrados os resultados da composição elementar (C, H, N, S e O) da torta de mamona.

Tabela 2 – Composição Elementar da torta de mamona

Composição	Porcentagem (%)
Carbono (C)	48,96
Oxigênio* (O)	42,61
Hidrogênio (H)	5,52
Nitrogênio (N)	2,79
Enxofre (S)	0,12

* O teor de oxigênio foi obtido por diferença

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A composição elementar da torta de mamona mostrou valores dentro da faixa publicada de outras biomassas: teor de carbono de 48,96% (faixa publicada 42,28 – 52,48%), teor de oxigênio de 42,61% (34,00 – 46,49%), teor de hidrogênio 5,52 % (5,00 – 7,70%), teor de nitrogênio de 2,79% (0,30 – 8,20%). O teor de enxofre é baixo (0,12%) quando comparado a materiais de origem fóssil, como o carvão mineral (1-12%) e outras biomassas (0,10 – 0,29%). O baixo conteúdo de nitrogênio e enxofre deve ser destacado como um ponto positivo devido à conversão em precursores de NOx e SOx durante o processo de pirólise.

Identificação e Caracterização dos Produtos

Os rendimentos dos produtos da pirólise da torta de mamona nas diferentes temperaturas trabalhadas estão demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Rendimentos das frações pirolíticas nas diferentes temperaturas

Temperatura (ºC)	Porcentagem (%)			
	Líquidos		Sólido	Gases
	Fase aquosa	Bio-óleo		
300	12,64	7,00	58,54	21,81
400	14,62	16,00	41,03	28,35
500	22,15	14,59	37,51	25,75
600	17,46	6,53	30,45	45,56

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que a temperatura é um parâmetro que tem muita influência no processo de pirólise. Nas condições estudadas, a melhor temperatura para obtenção de líquidos (36,74%), que possuem maior interesse energético, foi 500°C.

A temperatura mais elevada do que a que resulta num máximo de rendimento de líquidos, as reações secundárias na fase gasosa são muito rápidas, levando a um maior craqueamento dos produtos formados, reduzindo o rendimento em líquidos. Por outro lado, temperaturas mais baixas impedem a decomposição completa da biomassa. Além disso, o rendimento sólido de carvão diminui com o aumento da temperatura de pirólise, enquanto que a produção de gases não condensáveis aumenta.

A Tabela 4 apresenta os dados da análise elementar da fase líquida (fase aquosa + bio-óleo) e fase sólida, obtidas na melhor temperatura de pirólise (500ºC).

Tabela 4 – Composição Elementar da fase líquida e sólida

Composição	Porcentagem (%)		
	Líquidos		Sólido
	Fase aquosa	Bio-óleo	
Carbono (C)	4,63	39,49	68,49
Oxigênio* (O)	91,95	52,01	26,18
Hidrogênio (H)	1,38	5,98	3,08
Nitrogênio (N)	2,00	2,44	2,22
Enxofre (S)	0,04	0,08	0,03

* O teor de oxigênio foi obtido por diferença

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4 observa-se que a fase aquosa da torta de mamona possui um alto teor de oxigênio (91,95%) em sua composição e um baixo teor de enxofre (0,04%), comprovando a ocorrência de variadas reações sofridas pelas macromoléculas presentes nas biomassas, uma vez que os resultados diferem da análise da matéria original.

O óleo da torta de mamona também apresentou um elevado teor de oxigênio (52,01%) que é

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

indicativo de muitos grupos altamente polares que conduzem a elevadas viscosidades e altos pontos de ebulição bem como, a baixa estabilidade química. No entanto, o elevado teor de oxigênio no bio-óleo sugere que ele possa ser uma matéria-prima adequada para a reforma a vapor catalítica de H_2 e CO_2, utilizando uma conversão estratégica semelhante à reforma a vapor catalítica de alcoóis e aromáticos oxigenados (WANG et al., 1997). Os bio-óleos podem ter suas propriedades melhoradas (upgrading) por desoxigenação catalítica a fim de melhorar seu poder calorífico e sua estabilidade. Destaca-se também o baixo teor de enxofre, que justifica a utilização de bio-óleo derivado de biomassa para a obtenção de energia por significarem menor emissão de SO_2 à atmosfera.

A análise elementar do carvão da pirólise rápida da torta comprova a sua natureza carbonácea, apresentando alto teor de carbono em sua composição (68,49%). Observa-se ainda que o carvão vegetal apresenta menor teor de enxofre (0,03%) quando comparado com os teores de carvão mineral, que superam os 2%, fazendo dele material apropriado para a produção de briquete doméstico (DUMAN et al., 2011).

Foi determinado o poder calorífico superior (PCS) e inferior (PCI), do bio-óleo e do carvão, na melhor temperatura de pirólise, sendo o PCS do bio-óleo 12,60 MJ Kg^{-1} e o PCI 11,30 MJ Kg^{-1}; e o PCS da fase sólida (carvão)29,40 MJ Kg^{-1} e o PCI 28,69 MJ Kg^{-1}.

A fração aquosa produzida é composta por uma grande quantidade de água, apresentando consequentemente insignificante conteúdo de energia, no entanto, pode ser utilizada na produção de insumos químicos de grande interesse industrial.

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, o PCS do bio-óleo da torta de mamona apresentou um valor distante do PCS dos combustíveis derivados do petróleo – 43,00 MJ Kg^{-1} para Óleo Diesel (SENSÖZ; ANGIN; YORGUN, 2000) e 47,00 MJ Kg^{-1} para a Gasolina (SENSÖZ; ANGIN; YORGUN, 2000). Assim, o bio-óleo não pode substituir completamente o óleo diesel ou a gasolina, mas pode servir como aditivo para o mesmo (DINIZ, 2005; MARTINI, 2009).

O PCS do carvão indicou que os resíduos sólidos da pirólise podem ser utilizados como combustível sólido, no entanto seu valor foi menor quando comparado ao carvão mineral – 32-37 MJ Kg^{-1} (SENSÖZ; ANGIN; YORGUN, 2000) – o que pode ser resultado do alto teor de oxigênio e do baixo teor de carbono no carvão das biomassas.

CONCLUSÕES

O processo de conversão termoquímico de biomassa é responsável, principalmente, pela geração de frações líquidas e sólidas de grande interesse industrial.

As análises iniciais da matéria-prima demonstraram que a biomassa escolhida para o estudo era viável para técnica de pirólise.

Nos experimentos realizados observou-se que a temperatura influência significativamente o rendimento dos produtos finais do processo, sendo as condições ideais: temperatura de pirólise de 500°C, partículas de 0,25 a 0,36 mm e fluxo de nitrogênio de 1000 cm^3min^{-1}; com rendimentos: 36,74% de líquidos (fase aquosa + bio-óleo), 37,51% de carvão e 25,75% de gás.

As frações líquidas e sólidas, obtidas durante o processo, foram caracterizadas e evidenciaram ser futuras fontes de energia e de matérias primas de grande interesse na indústria química.

Os resultados deste trabalho mostraram que é possível contribuir para a redução de resíduos que podem se tornar poluentes da natureza, utilizando-os como matéria prima para o processo de pirólise rápida.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8633**: carvão vegetal: determinação do poder calorífico: método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

BRIDGWATER, A. V. Renewable fuels and chemical by thermal processing of biomass. **ChemicalEngineeringJournal**, Lausanne, v. 91, n. 2-3, p. 87-102, Mar. 2003.

DINIZ, J. **Conversão térmica de casca de arroz à baixa temperatura: produção e bioóleo e resíduo sílico-carbonoso adsorvente**. 2005. 185 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

DUMAN, G. et al. The slow and fast pyrolysis of cherry seed. **Bioresource Technology**, Essex, v. 102, n. 2, p. 1869-1878, Jan. 2011.

GÓMES, E, O. **Estudo da pirólise rápida de capim elefante em leito fluidizado borbulhante mediante caracterização dos finos de carvão**. 2002. 412 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

HUBER, G.W.; IBORRA, S.; CORMA, A..Synthesis of Transportation Fuels from Biomass: Chemistry, Catalysts, and Engineering. **ChemicalReviews**, v. 106, n. 9, p. 4044-4048, Jun. 2006.

MARTINI, P. R. R. **Conversão pilrolítica de bagaço residual da indústria de suco de laranja e caracterização química dos produtos**. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

OASMAA, A.; PEACOCKE, C. **A guide to physical property characterization of biomss-derived fast pyrolysis liquids**. Espoo: Technical Research Centre of Filand, 2001.

SANTOS, N. A. V. **Pirólise rápida de coprodutos do processo produtivo do biodiesel: efeito das condições de pirólise e caracterização dos produtos.** 2013. 161 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SENSÖZ, S.; ANGIN, D.; YORGUN, Y. Influence of particule size on the pyrolysis rapessed (brassica napus L.): fuel properties of bio-oil. **Biomass & Bioenergy**, Oxford, v. 19, n. 4, p. 271-279, Oct. 2000.

SENSOZ, S.; ANGIN, D. Pyrolysis of safflower (Charthamustinctorius L.) seed press cake: part 1: the effects of pyrolysis parameters on the product yields. **Bioresource Technology**, Essex, v. 99, n. 13, p. 5492-5497, Sept. 2008.

WANG, D. et al. Biomass to hydrogen via fast pyrolysis and catalytic steam reforming of the pyrolysis oil or its fractions. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, Washington, v. 36, n. 5, p. 1507-1518, May 1997.

YAMAN, S. Pyrolysis of biomass to produce fuels and chemical feedstocks. **Energy Conversionand Management**, v. 45, n. 5, p. 651–671, Mar. 2004.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INFLUÊNCIA DO MÓDULO DE FINURA DA AREIA NATURAL NAS PROPRIEDADES DO CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND

RENATA CARDOSO LEITÃO[1], GUILHERME LUIZ MARTINS DA SILVA[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO NETO[4]

[1] Graduanda em Engenharia de Produção, Fundação Presidente Antônio Carlos, (32)9952-4712, renatacardosoleitao@gmail.com
[2] Bacharel em Engenharia Civil, Fundação Presidente Antônio Carlos,
[3] Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, israeliasbik@gmail.com,
[4] Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamato@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A areia natural proveniente dos leitos dos rios é o agregado miúdo mais comum para preparo do concreto de cimento Portland. Proporciona maior trabalhabilidade do concreto fresco, devido seus grãos possuírem formato arredondado, diminuindo o atrito entre eles. Contudo, seus grãos são extraídos na forma que se encontram, tornando-se mais suscetíveis às variações na composição granulométrica e, consequentemente, no valor do módulo de finura. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo analisar a influência da diminuição do módulo de finura da areia natural e do aumento no consumo de água para mesma consistência nas propriedades do concreto fresco e endurecido. Utilizou-se uma abordagem experimental, tendo como objeto de estudo amostras de areia de mesma origem mineralógica, mas com diferentes valores do módulo de finura. Baseou-se em um estudo experimental que foi realizado na central dosadora de concreto na empresa Materiais Básicos para Construção LTDA (MBC), localizada na Rodovia MG 447 km 03, no município de Ubá-MG. Nesse experimento observou-se que a diminuição do valor do módulo de finura da areia natural influenciou na diminuição da consistência do concreto e que o aumento no consumo de água para mesma consistência resultou na diminuição da resistência à compressão. Conclui-se necessário um maior controle no recebimento da areia natural, desde a observação tátil visual, até a realização de ensaios granulométricos, uma vez que esses procedimentos detectam problemas que possivelmente comprometam a qualidade do concreto.
PALAVRAS–CHAVE: Textura, Resistência à compressão, Consistência.

INFLUENCE OF THE FINENESS MODULUS OF NATURAL SAND IN THE PROPERTIES OF PORTLAND CEMENT CONCRETE

ABSTRACT: The natural sand from rivers is the most common kid for preparation of Portland cement concrete. Provides greater workability of the fresh concrete, because their grain have rounded shape, decreasing the friction between them. However, their beans are extracted in the form, making it more susceptible to variations in particle size composition and, consequently, the value of the fineness modulus. In this sense, the present work had as objective to analyze the influence of decreasing fineness modulus of sand and natural increase in water consumption for the same consistency in fresh and hardened concrete properties. We used an experimental approach, taking as object of study samples of sand of same origin but with different mineralogical module values of fineness. Based on an experimental study that was conducted in the central concrete feeder in Basic Materials for construction company LTD. (MBC), located on Highway MG 447 km

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

03, in the municipality of Ubá MG. In this experiment it was observed that the decrease in the value of the fineness of natural sand module influenced on decrease of the consistency of concrete and that the increase in water consumption for the same consistency resulted in decreased resistance to compression. Completes necessary greater control on receipt of natural sand, since the tactile visual observation, until the granulometric tests, since these procedures detect problems that may compromise the quality of the concrete.
KEYWORDS: Texture, Resistance to Compression, Consistency.

INTRODUÇÃO

O concreto é resultante de uma mistura de aglomerante (cimento), agregados (brita e areia), água e em alguns casos aditivos e adições.

Quanto às propriedades, o concreto deve ser analisado em duas condições: no estado fresco e no estado endurecido. O concreto fresco é considerado até o momento em que tem início a pega do cimento e o concreto endurecido é o material que se obtém pela mistura dos componentes, após o fim da pega do cimento (PIMENTA, 2012).

Para o estado endurecido, o concreto deve ser capaz de resistir às diversas condições de carregamento a que possa estar sujeito quando em serviço, dentre os quais se destaca a resistência à compressão. Com o decorrer do tempo o concreto endurecido vai aumentando a resistência a esforços mecânicos. Aos 28 dias já adquiriu cerca de 75 a 90% de sua resistência total. É nessa idade que se baseia o cálculo dos elementos de concreto (PIMENTA, 2012).

Para o concreto fresco, as propriedades desejáveis são as que asseguram a obtenção de uma mistura fácil de transportar, lançar e adensar, sem segregação. As principais propriedades do concreto, quando fresco, são: consistência, plasticidade, trabalhabilidade.

A maior parte do volume do concreto é ocupada pelos agregados. Confere vantagens técnicas consideráveis ao concreto, que passa a ter maior estabilidade dimensional e melhor durabilidade do que a pasta de cimento pura (NEVILLE, 1997 *apud* MARTINS, 2008).

O agregado era tido como um material granular inerte, utilizado principalmente por razões econômicas, porém, este conceito vem sendo reformulado e hoje se pode considerar o agregado como um material de construção ligado a um todo coesivo por meio de uma pasta de cimento. Suas propriedades físicas, térmicas e, às vezes também químicas têm influência no desempenho do concreto no estado fresco e endurecido (NEVILLE, 1997 *apud* LODI, 2006).

Módulo de finura é obtido através do ensaio de distribuição granulométrica. Define-se como a soma das porcentagens retidas e acumuladas em massa de um agregado, nas peneiras da série normal, dividida por 100 (NBR NM 248 (ABNT, 2003)). Seu valor influi na definição da quantidade de água para determinada consistência. Quanto menor o módulo de finura, mais água e mais cimento será necessária para manter o fator água/cimento preestabelecido (BAUER, 2008).

No entanto, percebe-se que na maioria das obras, a quantidade de água é adicionada ao concreto até que atinja a consistência especificada, não havendo controle sobre um aumento na quantidade real da água do traço. Dessa forma se o coeficiente de segurança adotado no dimensionamento do traço não for suficiente, a resistência pode ficar abaixo da especificada pelo projetista.

O objetivo deste trabalho é analisar a influência da diminuição do módulo de finura da areia natural e do aumento no consumo de água para mesma consistência nas propriedades do concreto fresco e endurecido.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta dos materiais utilizados

Utilizou-se para o estudo proposto areia natural quartzosa proveniente do rio Pomba no município de Cataguases-MG. Formaram-se cinco amostras de areia com diferentes valores do módulo de finura, cada uma com aproximadamente 200 kg, coletadas no pátio da concreteira em três pontos distintos de um mesmo lote, conforme estabelece a NBR NM 26 (ABNT, 2001).

Utilizou-se agregado graúdo (brita 1) de origem granítica proveniente da pedreira MBC no município de São Geraldo-MG, coletou-se aproximadamente 300 kg de material seguindo o mesmo procedimento adotado para o agregado miúdo. Toda a amostra possuía uma dimensão máxima de 19 mm e módulo de finura de 6,80, sendo submetida à secagem ao ar antes da armazenagem em reservatório plástico no laboratório.

O cimento utilizado foi o CP-III-RS-40, Holcim, proveniente do município de Barroso-MG, coletado na saída do silo da concreteira, onde se realiza o carregamento dos caminhões betoneiras. Pesou-se 200 kg para realização dos traços, a fim de garantir que todo o cimento fosse de um mesmo lote.

Caracterização granulométrica da areia natural (agregado miúdo)
Redução da amostra de campo

De acordo com a NBR 7211 (ABNT 2005), agregado miúdo são aqueles cujos grãos passam pela peneira com abertura de 4,75 mm, portanto para formação da amostra de campo foi utilizado 25 kg de areia, coletada em três amostras parciais.

De acordo com a NBR NM 27 (ABNT, 2001) procedeu-se o processo de redução da amostra pelo método do quarteamento, dividindo a amostra em quatro partes iguais com a ajuda de uma colher de pedreiro.

Em seguida, eliminaram-se as duas partes em sentido diagonal e agruparam-se as outras duas. O processo de quarteamento foi repetido até a quantidade necessária, obtendo-se duas amostras de ensaio para cada amostra de campo (A, B, C, D e E), contendo cada uma, uma massa maior que 300g, conforme define a NBR NM 248 (ABNT, 2003).

Execução do ensaio granulométrico

Para a realização do ensaio utilizou-se a seguinte aparelhagem: Balança com resolução de 0,1% da massa da amostra de ensaio; estufa para secagem; conjunto de peneiras; bandejas; escovas e pinceis.

As peneiras da série normal e intermediária utilizadas para determinação da granulometria da areia foram com abertura da malha de 9,5 mm até a 150 μm (TAB. 2).

Para a execução do ensaio, as amostras foram secas em estufa a temperatura de 105°C, resfriadas à temperatura ambiente, determinando suas massas (M1 e M2). Foi tomada a amostra (M1) e reservada a outra.

As peneiras foram encaixadas previamente limpas, de modo a formar um conjunto único de peneiras, com abertura de malha em ordem crescente da base para o topo.

A peneira superior do conjunto foi destacada e agitada manualmente sobre uma bandeja, até que, após um minuto de agitação contínua, a massa de material passante pela peneira seja inferior a 1,0% da massa do material retirado. A agitação da peneira foi feita em movimentos laterais e circulares alternados, tanto no plano horizontal quanto no vertical e no inclinado.

Em seguida, foi determinada a massa total de material retido em cada uma das peneiras e no fundo do conjunto. O somatório de todas as massas não deve diferir mais de 0,3% da massa seca da

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

amostra, inicialmente introduzida no conjunto de peneiras. Foi procedido ao peneiramento da amostra (M2), conforme descrito nos outros itens.

Realização dos traços

O traço do concreto pode ser definido como a proporção dos componentes em relação ao cimento, é dado por 1: a: p: x (cimento, areia, pedra e água), pode ser medido em massa ou em volume (AMBROZEWICZ, 2012).

Para a realização do traço utilizou-se os agregados na condição seca, não sendo necessária a correção da umidade dos mesmos. Dessa forma, foi feito um traço reduzido (1,000: 2,202: 2,727: 0,600) para que pudesse ser aderido à betoneira, previamente úmida, evitando assim a perda de volume de concreto produzido. Como a quantidade produzida foi de 15 litros qualquer perda pode ser significativa.

Foi fabricado o traço básico em massa (1,000: 2,202: 2,727: 0,600) para todos os ensaios. A TAB. 1 mostra as quantidades, em massas, utilizada no experimento.

Tabela 1 – Massa dos Materiais Utilizados

Material	Massa (kg)
Cimento	5,50
Areia	12,11
Brita 1	15,00
Água	3,30

Rodou-se um traço referência utilizando a amostra A de maior valor do módulo de finura e a partir dele rodaram-se mais quatro traços com as amostras B, C, D e E diminuindo-se o módulo de finura da areia. Na TAB. 2 observam-se os valores do módulo de finura.

Tabela 2 – Valores do Módulo de Finura da Areia

Amostra	Módulo de finura
A	2,81
B	2,69
C	2,59
D	2,53
E	2,24

Posteriormente, realizou-se um traço com a amostra E de menor módulo de finura, seguindo a recomendação da NBR 7211 (ABNT, 1984). Segundo a norma, para uma diminuição de 0,2 do módulo de finura do agregado miúdo em um determinado concreto, geralmente implica uma substituição de 3% da massa deste material por uma massa equivalente de agregado graúdo, para manter aproximadamente constantes as características do concreto. Dessa forma realizou-se uma substituição de 8,55% da massa da areia por brita, pois a variação do módulo de finura da amostra E em relação ao módulo de finura da amostra A (referência) foi de 0,57. Na TAB. 3 apresenta-se o traço corrigido.

Tabela 3 – Massa dos Materiais Corrigidos

Material	Massa (kg)
Cimento	5,50
Areia	11,07
Brita 1	16,04
Água	3,30

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Determinada a massa de cada material, procedeu-se a pesagem utilizando uma balança com capacidade de 15 kg. Para garantir a melhor sequência de mistura dos materiais na betoneira foi utilizada a metodologia proposta por Bauer (2008). Colocou-se o agregado graúdo e parte da água, misturando-se por um minuto; adicionou-se o cimento de forma 10 gradativa, prosseguindo a mistura por mais 30 segundos; por fim adicionou-se o agregado miúdo e misturou-se por um minuto; desligou-se a betoneira por 30 segundos para realizar a limpeza das paredes e pás, de maneira a desgrudar o material aderido; logo em seguida adicionou-se o restante da água e misturou-se por mais três minutos.

Execução do ensaio de abatimento do tronco de cone (slump test)

Após a obtenção da mistura, realizou-se o ensaio de abatimento do tronco de cone (*slump test*) para determinação da consistência do concreto de acordo com a NBR NM 67 (ABNT, 1998). Utilizaram-se os seguintes equipamentos: Molde com a forma de um tronco de cone oco, com as seguintes dimensões internas: diâmetro da base inferior de 200 mm ± 2 mm; diâmetro da base superior de 100 mm ± 2 mm; altura de 300 mm ± 2 mm; haste de compactação de seção circular, reta, feita de aço, comprimento de 600 mm e extremidades arredondadas; e uma placa metálica para apoio do molde, plana e quadrada, com dimensões não inferiores a 500 mm e espessura igual ou superior a 3 mm.

Na elaboração do ensaio, o cone foi molhado internamente e colocado sobre uma chapa metálica, também molhada. Uma vez assentado firmemente sobre a chapa, encheu-se o cone com concreto em três camadas de iguais alturas. Cada uma dessas camadas foi adensada com 25 golpes, com a haste de compactação, distribuídos uniformemente sobre a seção de cada camada. A camada inferior foi adensada em toda a sua espessura. A segunda camada e a camada superior foram adensadas, cada uma através de toda sua espessura e de forma que os golpes apenas penetrassem na camada anterior. No preenchimento da camada superior, acumulou-se concreto sobre o molde. Após o adensamento, o excesso de concreto sobre a superfície do molde foi rasado e nivelado com uma colher de pedreiro.

Em seguida, após a limpeza da placa de base, foi retirado o molde do concreto levantando-o cuidadosamente na direção vertical. A operação de retirada do molde foi realizada entre cinco a 10 segundos, com um movimento constante para cima, sem submeter o concreto a movimentos de torção lateral.

Adotou-se o valor de 95 mm do *slump* do traço com a amostra A como referência. Observou-se que as amostras B, C, D e E obtiveram-se valores de *slump* menores. Procedeu-se novamente mistura para cada amostra e acrescentou-se água gradativamente até que atingissem o valor de *slump* da amostra A.

Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova

Após a verificação da consistência procedeu-se a moldagem da amostra A, sendo que as amostras B, C, D e E foram moldadas após a adição de água, obtendo-se o mesmo valor da consistência da amostra A.

Para a moldagem e cura dos corpos de provas, foram seguidas as orientações da NBR 5738 (ABNT, 2003). Foram necessários os seguintes equipamentos: Moldes cilíndricos, com diâmetro e altura de 10 e 20 cm, respectivamente e a haste de adensamento de aço.

Antes da moldagem dos corpos-de-prova, os moldes e suas bases foram convenientemente revestidos internamente com uma fina camada de óleo mineral.

Após a introdução do concreto, a concha foi deslocada ao redor da borda do molde, de forma a assegurar uma distribuição simétrica e, imediatamente, com a haste em movimento circular, o

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

concreto foi nivelado antes de iniciar seu adensamento. O concreto foi introduzido no molde em camadas de volume aproximadamente igual. Cada camada foi adensada com 12 golpes.

Para o adensamento do concreto a primeira camada foi atravessada em toda a sua espessura, evitando-se golpear a base do molde. Os golpes foram distribuídos uniformemente em toda a seção transversal do molde. Quando a haste de adensamento criou vazios na massa de concreto, foi realizado um leve batimento na face externa do molde, até o fechamento destes. O adensamento da última camada, foi moldada com quantidade em excesso de concreto, de forma que quando adensada, completasse todo o volume do molde. Procedeu-se o arrasamento da superfície com a borda do molde, empregando para isso uma colher de pedreiro, eliminando o seu excesso.

Para cada traço foram moldados dois corpos de prova, para ensaio à compressão aos 28 dias. Após a moldagem, os moldes foram colocados sobre uma superfície horizontal rígida, livre de vibrações e de qualquer outra causa que pudesse perturbar o concreto. Durante as primeiras 24h, todos os corpos de prova foram armazenados em local protegido de intempéries, sendo devidamente cobertos com uma película de plástico, evitando a perda de água do concreto.

Por fim, os corpos-de-prova foram desmoldados e identificados, e em seguida, submersos no tanque com água saturada em cal até o momento do ensaio de compressão axial.

Execução do ensaio de resistência à compressão axial

O ensaio de compressão axial seguiu os procedimentos contidos na NBR 5739 (ABNT, 2007). O equipamento utilizado foi uma prensa hidráulica manual com indicador digital e capacidade de 100 toneladas força.

Verificou-se com a utilização de um paquímetro o valor da média de dois diâmetros, medidos ortogalmente na metade da altura do corpo de prova, utilizado para o cálculo da área da seção transversal.

As faces dos pratos de carga da prensa e do corpo de prova foram limpas e secas antes do corpo-de-prova ser colocado em posição de ensaio, cuidadosamente centralizados no prato inferior. A carga de ensaio foi aplicada continuamente e sem choques, com velocidade de carregamento entre 0,3 MPa/s e 0,8 MPa/s. A resistência à compressão foi obtida, dividindo-se a carga da ruptura pela área da seção transversal do corpo-de-prova, onde o resultado foi expresso com aproximação de 0,1 MPa. Adotou-se o maior valor entre os dois corpos de prova do mesmo traço como valor da resistência do concreto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dimensão máxima característica apresentada na tabela é correspondente à abertura nominal, em milímetros, da malha da peneira da série normal ou intermediária na qual o agregado apresenta uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% em massa (NBR 7211 (ABNT, 2005)). Observa-se que a amostra C não apresentou valores até a peneira 2,36 mm, resultando em uma dimensão máxima característica de 2,4 mm. A amostra E apresentou a menor dimensão característica de 1,2 mm e o menor valor do módulo de finura de 2,24.

Avaliação do abatimento do tronco de cone (slump teste)

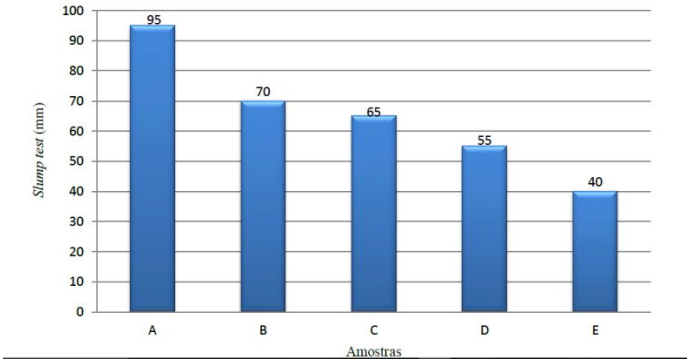
Observa-se no GRAF.1 que a partir do traço referência, onde foi utilizada a amostra A de maior valor do módulo de finura, uma diminuição nos valores do *slump* à medida que o valor do módulo de finura diminuía. A amostra E apresentou uma diminuição de 55 mm no valor do *slump* em relação à amostra A.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

De acordo com os estudos de Pimenta (2012), também se observou para a mesma relação água/cimento entre os traços comparados, diferentes valores de abatimento, devido a maior presença de finos do agregado miúdo.

Verificou-se que seguindo a recomendação da norma foi possível manter praticamente constante a consistência do concreto. Observou-se uma pequena diminuição da consistência da amostra E em relação à amostra A, que pode ser considerada aceitável dentro dos limites da norma do ensaio que estabelece variação de 10 mm para mais ou para menos. Esse fato se explica devido à diminuição da superfície específica dos grãos, pois parte da areia foi substituída por brita. Portanto, a quantidade de água foi suficiente para molhar todos os grãos e garantir um valor muito próximo da consistência comparada.

Gráfico 1 – Valores do *slump* de cada amostra.



Consumo de água para mesma consistência

Na TAB. 4 observa-se a relação água/cimento e o aumento no consumo de água das amostras B, C, D e E para que atingissem o mesmo valor de *slump* da amostra A.

Tabela 4 – Aumento do consumo de água para mesmo valor do *slump* da amostra A

Amostra	Consumo de água (ml)	Relação água/cimento
A	3,30	0,600
B	3,39	0,616
C	3,44	0,625
D	3,48	0,632
E	3,57	0,649

Observou-se um aumento no consumo de água para as amostras B, C, D e E, que foi maior à medida que o valor do módulo de finura da amostra diminuía. A amostra E apresentou um aumento de 8% no consumo de água em relação à amostra A para a mesma consistência. Dessa forma, os valores das relações água/cimento foram alterados.

Avaliação da resistência à compressão axial

Na TAB.5 observam-se os resultados do ensaio à compressão das diferentes amostras.

Como os corpos de provas foram moldados com o mesmo *slump*, variando o consumo de água e consequentemente a relação água/cimento de cada amostra, observou-se uma diminuição da resistência à compressão. A amostra E apresentou uma redução de 18% na resistência à compressão em relação à amostra A.

De acordo com Sobral (2000) o principal fator que influencia a resistência à compressão do concreto é determinado pela ligação entre a pasta e o agregado. E como a porosidade da pasta

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

depende da relação água/cimento e do grau de hidratação (porcentagem do volume de cimento já hidratado), pode-se dizer que para um mesmo grau de hidratação, a resistência da pasta depende unicamente da relação água/cimento.

A TAB. 6 apresenta os resultados do ensaio à compressão utilizando à amostra A referência em comparação à amostra E com o traço corrigido.

Tabela 5 - Resultados obtidos dos ensaios de compressão axial aos 28 dias

Amostra	Número	Diâmetro médio (cm)	Área (cm²)	Força (Kgf)	Tensão (Mpa)	Tensão adotada (Mpa)
A	1	10	78,54	28810	36,7	36,7
	2	10	78,54	28780	36,6	
B	3	10	78,54	26580	33,8	33,9
	4	10,02	78,85	26710	33,9	
C	5	10	78,54	25600	32,6	32,6
	6	9,98	78,23	25530	32,5	
D	7	10	78,54	24960	31,7	31,8
	8	9,97	78,07	24870	31,8	
E	9	10	78,54	23500	29,9	30,1
	10	10,05	79,33	23870	30,1	

Tabela 6 - Resultados obtidos dos ensaios de compressão axial aos 28 dias

Amostra	Número	Diâmetro médio (cm)	Área (cm²)	Força (Kgf)	Tensão (Mpa)	Tensão adotada (Mpa)
A	1	10	78,54	28810	36,7	36,7
	2	10	78,54	28780	36,6	
E	11	10	78,54	26740	34	35
	12	10,05	79,33	27510	35	

Percebeu-se que seguindo a recomendação da norma, as propriedades do concreto se mantiveram praticamente constantes. Sendo que a amostra E apresentou uma redução de 4,6% na resistência em relação à amostra A.

Como se manteve constante a relação água/cimento, alterando-se somente a proporção dos agregados, a recomendação da norma apresentou-se como alternativa viável e eficaz.

CONCLUSÕES

Os valores do módulo de finura tiveram influência significativa na consistência do concreto, sendo que à medida que diminuía o seu valor diminuía a consistência, verificado através do ensaio de *slump test*.

Verificou-se que o consumo de água para a mesma medida de consistência foi tanto maior quanto menor era o valor do módulo de finura, devido a maior área específica do agregado miúdo.

Os resultados de resistência à compressão axial foram influenciados pelo aumento do fator água/cimento para cada amostra. Sendo que se obteve uma redução considerável da resistência quanto menor era o módulo de finura da areia. Dessa forma, se o coeficiente de segurança do traço

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

não for suficiente, essa redução pode comprometer a resistência do concreto, causando sérios prejuízos à estrutura.

Portanto, o ensaio de abatimento do tronco de cone conhecido como *slump test*, não pode ser considerado como único parâmetro para aceitação do concreto fresco. Verifica-se nos resultados os mesmos valores de *slump*, mas com resistência à compressão inferior à medida que o módulo de finura da areia diminuía. A verificação da relação água/cimento real do traço mostra-se de extrema importância para que se percebam alterações nas características dos agregados.

A recomendação da norma teve resultado satisfatório, pois se mantiveram praticamente constantes as propriedades do concreto, alterando-se somente as proporções dos agregados sem aumentar o consumo de cimento.

Sendo assim, faz-se necessário um maior controle no recebimento da areia natural, desde a observação tátil visual, até a realização de ensaios granulométricos, haja vista que esses procedimentos podem detectar problemas que possivelmente comprometam a qualidade do concreto.

REFERÊNCIAS

AMBROZEWICZ, P. H. L.. **Materiais de construção**: Normas, especificações, aplicação e ensaios de laboratório. São Paulo: Pini, 2012. 459 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**. Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 5738.** Concreto – Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR NM 248**. Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR NM 26**. Agregados - Amostragem. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR NM 27**. Agregados – Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR NM 67**. Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 7211**. Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 7211**. Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 1984.

BAUER, L. A. F.. **Materiais de construção**: Novos materiais para construção civil. 5. Ed. Rio de Janeiro: LTC (Livros Técnicos e científicos Editora Ltda.), 2008. 488p.

LODI, V.H.. **Viabilidade técnica e econômica do uso de areia de britagem em concretos de cimento Portland na região de Chapecó-sc**. 2006. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

MARTINS, P. B. M.. **Influência da granulometria do agregado miúdo na trabalhabilidade do concreto**. 2008. 93 f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.

PIMENTA, D. S.. **Produção de concreto convencional com a utilização de pó de brita**. 2012. 60 f. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

SOBRAL, H. S.. **Propriedades do concreto endurecido**. 5. Ed. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2000. 50p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INFLUÊNCIA DOS AGREGADOS NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS

ANDRÉ LUIZ SANTOS PATRIOTA[1], ANDREZA VERA PYRRHO DE ARAÚJO[2], ARIOSVALDO GOMES RIBEIRO[3], EDUARDO DA CRUZ TEIXEIRA[4], MARCOS ANTONIO PADILHA JÚNIOR[5]

[1] Mestre em Engenharia Civil, IFSertão-PE, (87) 3421-0050, andre.patriota@ifsertao-pe.edu.br
[2] Mestre em Engenharia Civil, SENAI-PE, (81) 3202-5560, ap.pyrrho@gmail.com
[3] Mestre em Engenharia Civil, IFSertão-PE, (87) 2101-4300, ariosvaldo.gomes@ifsertao-pe.edu.br
[4] Mestre em Engenharia de Materiais,IFSertão-PE,(87)3421-0050, eduardo.teixeira@ifsertao-pe.edu.br
[5] Mestrando em Engenharia Civil, IFSertão-PE, (87) 3421-0050, marcos.padilha@ifsertao-pe.edu.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O concreto de cimento Portland é um material compósito constituído por água, uma parte inerte, os agregados, e uma parte ativa, os aglomerantes. É de conhecimento que a relação água/cimento é o principal indicador da resistência do concreto convencional, porém, um estudo de dosagem bem elaborado, levando em consideração variáveis como as características dos agregados, podem resultar em concretos e argamassas com melhores desempenhos e mais duráveis. Sendo assim, é de fundamental importância a realização de pesquisas que estudem e analisem a influência dos agregados no desempenho mecânico do concreto. O objetivo deste trabalho é analisar a influencia dos agregados na variação da tensão para amostras formadas por pasta, argamassa e concreto. Para este estudo, foram confeccionadas amostras com a mesma relação água/cimento, sendo criadas 3 famílias de exemplares e confeccionadas 12 amostras de cada. Foram realizados ensaios de resistência à compressão em 6 unidades aos 7 dias e aos 28 dias com as unidades restantes; sendo utilizado o processo de cura úmida até a data dos ensaios. Observou-se que as amostras confeccionadas com pasta de cimento atingiram maiores tensões aos 28 dias e que ao serem adicionados agregados nas amostras ocorreram variações nas tensões, porém, percentualmente, esses resultados não apresentaram grandes distorções aos 28 dias. Concluiu-se que a presença dos agregados diminui a resistência devido ao aumento de interfaces de zonas frágeis.
PALAVRAS–CHAVE: aglomerante, desempenho.

INFLUENCE OF AGGREGATES ON COMPRESSIVE STRENGTH OF CEMENTITIOUS COMPOSITES

ABSTRACT: Portland cement concrete is a composite material consisting of water, of an inert, aggregates, and an active part binders. It is known that the water / cement ratio is the primary indicator of conventional concrete resistance, however, a well-designed dosing study, taking into account variables such as the characteristics of the aggregates, can result in concrete and mortars best performing and most durable . Therefore, it is extremely important to conduct research to study and analyze the influence of aggregate on the mechanical performance of concrete. The objective of this study is to analyze the influence of the aggregates in the voltage variation for samples formed by paste, mortar and concrete. To this study, samples were prepared with the same water / cement ratio, being created three families of copies and made 12 samples each. Compressive strength tests

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

were performed on 6 units after 7 days and after 28 days with the remaining units; It is used moist healing process until the date of the tests. It was observed that the samples prepared with cement paste higher voltages reached after 28 days and aggregates when added in the samples were variations in voltages, however, in percentage terms, these results showed no large distortions to 28 days. It was concluded that the presence of aggregates decreases the resistance due to the increase in fragile areas interfaces.
KEYWORDS: binder, performance.

INTRODUÇÃO

O concreto de cimento Portland é conhecido por ser um material compósito constituído por água, uma parte inerte, os agregados, e uma parte ativa, os aglomerantes. Esses materiais começaram a ser estudados para tal finalidade no século XIX. Nesse século vários pesquisadores desenvolveram pesquisas com o cimento podendo destacar o Francês Louis J. Vicat com estudos sobre argamassas de cimento, em 1812.

Ainda nesse século começaram a serem desenvolvidas pesquisas sobre o concreto de cimento Portland. Várias pesquisas foram realizadas com a finalidade conhecer a interação dos agregados com o cimento, como por exemplo, a utilização otimizada de agregados a partir de curvas granulométricas. Pode-se destacar as pesquisas de De Preadiau, 1881, focando os vazios dos agregados e René Ferret (1896), com estudos do proporcionamento racional dos materiais constituintes do concreto.

No início do século XX Duff A. Abrams (1928) fornece uma expressão para a determinação da resistência do concreto em função do fator água/cimento, após estudar e analisar 50.000 corpos-de-prova de concreto, conhecida como Lei de Abrams.

É de conhecimento que os agregados constituem a fração inerte do concreto, não devendo reagir quimicamente com a água e com o cimento, para fins de reação de hidratação. Porém, suas características térmicas e físicas, podem influenciar no desempenho do concreto. Os agregados além de serem limitadores da resistência do concreto, suas propriedades podem afetar significativamente o desempenho estrutural e a durabilidade do concreto (NEVILLE & BROOKS, 2013).

De acordo com Carneiro & Cincotto (1999), os componentes inertes, areias, podem contribuir para o desempenho das argamassas no estado fresco e no estado endurecido. No estado endurecido, podem reduzir a permeabilidade quanto maior for sua continuidade, por efeito da redução dos vazios entre os grãos. Já no estado fresco podem reduzir o consumo de água de amassamento sem perder a trabalhabilidade, caso a distribuição granulométrica do agregado seja contínua (Carneiro & Cincotto, 1999).

É uma premissa que a relação água/cimento é o principal indicador da resistência do concreto convencional, porém, um estudo de dosagem bem elaborado, levando em consideração variáveis como as características dos agregados, podem resultar em concretos e argamassas com melhores desempenhos e mais duráveis.

Sendo assim, é de fundamental importância a realização de pesquisas que estudem e analisem a influência dos agregados no desempenho mecânico do concreto. Esta pesquisa tem como objetivo analisar a influência dos agregados na resistência à compressão de compósitos cimentícios com a mesma relação água/cimento.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

Com o objetivo de analisar a influencia dos agregados na variação da tensão de amostras formadas por pasta, argamassa e concreto, com a mesma relação água/cimento, foram criadas 3 famílias de exemplares e confeccionadas 12 amostras de cada. Foram realizados ensaios de resistência à compressão em 6 unidades aos 7 dias e aos 28 dias também com as 6 unidades restantes; sendo utilizado o processo de cura úmida até a data dos ensaios.

As amostras de pasta e argamassa foram confeccionadas em moldes de corpos-de-prova de 5cm x 10cm, enquanto que as de concreto utilizaram moldes de 10cm x 20cm. O cimento utilizado foi CPII 32 Z. A tabela 1 apresenta os resultados dos ensaios de granulometria e módulo de finura do agregado miúdo e graúdo, Já a tabela 2 apresenta o resumo dos materiais utilizados e informações dos parâmetros de dosagem. A figura 1 ilustra as curvas granulométricas da brita e da areia.

Tabela 1 – Ensaio de granulometria dos agregados miúdo e graúdo

.

	Brita			Areia			Ensaios realizados		
# (mm)	Retido (Kg)	Retido %	Acum. %	Retido (Kg)	Retido %	Acum. %	Análise granulométrica (NBR 7212)	Areia	Brita
76,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Massa Específica (g/cm3)	2,62	
50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Módulo de Finura	2,60	7,03
19,1	143,80	2,88	2,88	0,00	0,00	0,00			
12,5	4278,7	85,57	88,45	0,00	0,00	0,00			
9,5	567,30	11,35	99,80	0,00	0,00	0,00	Diâmetro Máximo (mm)	4,8	19,1
6,3	10,20	0,20	100,00	0,00	0,00	0,00			
4,8	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00			
2,4	0,00	0,00	100,00	19,80	6,60	6,60	Teor de Argila (%)	0	
1,2	0,00	0,00	100,00	47,60	15,87	22,47			
0,6	0,00	0,00	100,00	74,90	24,97	47,43			
0,3	0,00	0,00	100,00	113,50	37,83	85,27			
0,2	0,00	0,00	100,00	38,50	12,83	98,10			
Fundo	0	0	100	5,7	1,9	100			
Total	5000	100	702,67	300	100	259,87			

Fonte: Acervo do autor (2015)

A tabela 1 apresenta o resumo dos ensaios de granulometria e módulo de finura dos agregados graúdo e miúdo, o diâmetro máximo do agregado miúdo foi de 4,8mm e do graúdo 19,1mm.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

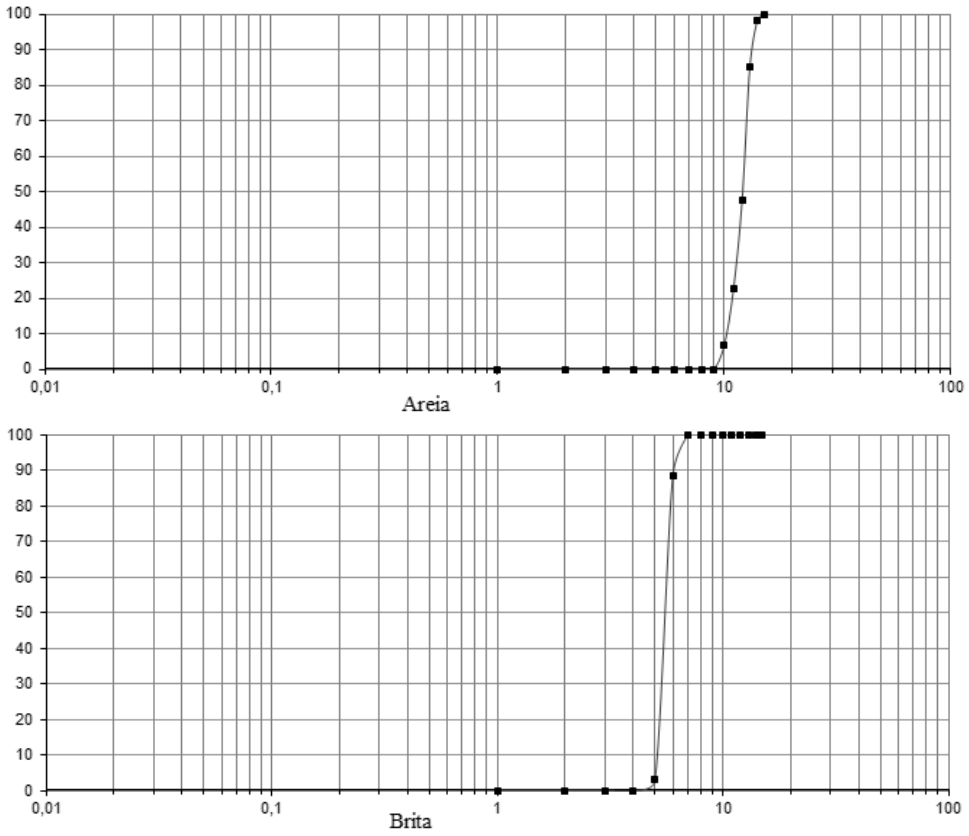


Figura 1 – Curva granulométrica do agregado miúdo e graúdo.

O formato de "S" indica uma distribuição granulométrica desejável para agregados de concretos e argamassas (FIGURA 1).

Tabela 2 – Resumo dos materiais utilizados e parâmetros de dosagem.

Pasta de cimento Portland	
Água (kg)	2,4
Cimento (kg)	5
a/c (relação água/cimento)	0,48

Argamassa de cimento Portland	
Água (kg)	0,624
Cimento (kg)	1,3
Areia (kg)	3,9
a/c (relação água/cimento)	0,48

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Concreto de cimento Portland	
A % (Teor de argamassa)	55
m (quantidade unitária de areia e brita)	3,5
A% (Relação água/materiais secos)	10,5
a/c (relação água/cimento)	0,48
T.U.M (traço unitário em massa)	1 : 1,47 : 2,03

Fonte: Acervo do autor (2015)

A tabela 2 apresenta o resumo dos materiais utilizados para confecção das amostras, é importante destacar a utilização do mesmo fator água/cimento para todas as famílias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 3, 4, 5 e 6 apresentam os resumos das tensões obtidas através do ensaio de resistência à compressão nas amostras constituídas de pasta, argamassa e concreto de cimento Portland.

Tabela 3 – Resumo do ensaio de resistência à compressão aos 7 e 28 dias das amostras confeccionadas com pasta de cimento Portland.

Pasta de cimento Portland						
Amostra	Idade (dias)	Resistência (tensão MPa)	Média	Δ%	Desvio padrão	Coeficiente de variação
1	7	5,7	17,47		5,99	34,31
2	7	20,2				
3	7	18,5				
4	7	20,8				
5	7	17,5				
6	7	22,1				
7	28	30,6	30,80	+76,30	1,79	5,82
8	28	30,9				
9	28	32				
10	28	31,1				
11	28	32,7				
12	28	27,5				

Fonte: Acervo do autor (2015)

É possível observar na Tabela 3 que a tensão média aos 7 dias foi 17,47 MPa e aos 28 dias 30,80MPa, sendo correspondente a um aumento de 76,30%. Este resultado é esperado, uma vez que aos 7 dias apenas uma parte dos silicatos foram hidratados. A tensão alcançada pela amostra 1 foi

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

5,7 MPa, sendo equivalente a 32,63% da média dos resultados; provavelmente, uma moldagem incorreta pode ter contribuído para essa implicação.

Tabela 4 – Resumo do ensaio de resistência à compressão aos 7 e 28 dias das amostras confeccionadas com argamassa de cimento Portland.

Argamassa de cimento Portland						
Amostra	Idade (dias)	Resistência (tensão MPa)	Média	Δ%	Desvio padrão	Coeficiente de variação
1	7	14,0	15,00		1,34	8,91
2	7	16,2				
3	7	14,0				
4	7	14,1				
5	7	16,7				
6	7					
7	28	25,4	24,68	+64,53	3,67	14,88
8	28	27,9				
9	28	25,2				
10	28	18,6				
11	28	28,5				
12	28	22,5				

Fonte: Acervo do autor (2015)

A tensão média aos 28 dias cresceu aproximadamente 64,53% em comparação com a das amostras aos 7 dias, como mostra a Tabela 4. O coeficiente de variação da tensão aos 28 dias foi 14,88% e aos 7 dias 8,91%, indicando que as tensões, no sétimo dia, foram mais equivalentes. A tensão alcançada aos 28 dias pela amostra 9 foi 18,6MPa, sendo 75,36% inferior a média das amostras, é possível que o processo adensamento e moldagem foram insuficientes, resultando na baixa tensão da amostra em relação à média dos resultados.

Tabela 5 – Resumo do ensaio de resistência à compressão aos 7 e 28 dias das amostras confeccionadas com concreto de cimento Portland.

Concreto de cimento Portland						
Amostra	Idade (dias)	Resistência (tensão MPa)	Média	Δ%	Desvio padrão	Coeficiente de variação
1	7	22,6	22,87		1,06	4,64
2	7	22,7				
3	7	23,2				
4	7	22,0				
5	7	24,3				
6	7	21,4				
7	28	28,3	29,4	+28,55	2,73	9,28
8	28	28,2				
9	28	29,1				
10	28	27,9				
11	28	28,0				
12	28	34,9				

Fonte: Acervo do autor (2015)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

É explícito na Tabela 5 que o desvio padrão e o coeficiente de variação das tensões aos 7 dias das amostras de concreto foram de 1,06MPa e 4,64% enquanto que aos 28 dias foi 2,73MPa e 9,28% respectivamente, indicando que os resultados na primeira idade se ficaram mais próximos em relação à média. A tensão da amostra 12 foi 34,9MPA sendo 16% acima da média das tensões, contribuindo para o aumento do coeficiente de variação.

A tensão média aos 7 e 28 dias alcançaram 22,87MPa e 29,40MPa respectivamente, correspondendo a um aumento de 28,55%. Geralmente as tensões em idades mais avançadas são superiores por conta de haver um maior percentual de silicatos hidratados.

Tabela 6 – Confronto dos resultados dos ensaios de resistência à compressão das amostras confeccionadas com pasta, argamassa e concreto de cimento Portland.

Amostra	Idade (dias)	Resistência média (tensão MPa)	Δ% em relação à pasta	Desvio padrão	Coeficiente de variação
Pasta	7	17,47		5,99	34,31
Argamassa	7	15,00	-14,14	1,34	8,91
Concreto	7	22,87	30,91	1,06	4,64
Pasta	28	30,80		1,79	5,82
Argamassa	28	24,68	-19,87	3,67	14,88
Concreto	28	29,40	-4,55	2,73	9,28

Fonte: Acervo do autor (2015)

Foi observado que as tensões nas idades mais avançadas foram superiores que as tensões alcançadas nas primeiras idades, resultados expostos na Tabela 6. Também é possível observar que as amostras confeccionadas com pasta de cimento atingiram maiores tensões aos 28 dias.

Era esperado que as amostras de constituídas apenas com pasta de cimento Portland atingissem tensões mais elevadas devido ao fato delas possuírem maiores teores de cimento para a mesma relação água/cimento.

A tensão média das amostras de argamassa e de concreto nas primeiras idades foram 15MPa e 22,87MPa respectivamente e nas idades mais avançadas foram 24,68MPa e 29,40MPa, sendo equivalente a um aumento de 64,53% para as argamassas e 28,55% para as amostras confeccionadas com concreto.

Analisando a variação das tensões das amostras de argamassa e concreto em relação as amostras confeccionadas com pasta, nas primeiras idades, é notório que as amostras de argamassa e concreto obtiveram tensões média de 15MPa e 22,87MPa, sendo a primeira inferior em -14,14% e a segunda superior em 30,91% que as amostras constituídas por pastas que alcançaram uma tensão média de 17,47%.

Observando a variação das tensões médias aos 28 dias das amostras de concreto e argamassa em relação ás amostras de pasta, percebe-se que ambas as duas famílias alcançaram tensões inferiores as amostras de pasta. Os exemplares de concreto obtiveram tensão média inferior aos exemplares formados por pasta em -4,55%, enquanto que as de argamassa foram inferiores em -19,87%, aumentando em mais de 5,5% a diferença das tensões aos 7 dias.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

Nesta pesquisa foi possível observar a variação das tensões médias, obtidas através do ensaio de resistência à compressão axial, de amostras com mesma relação água/cimento, constituídas com teores de agregados distintos.

É bastante provável que as amostras constituídas apenas com pasta alcançaram resistências maiores que os exemplares de argamassa e concreto devido ao maior teor de cimento existente nas amostras constituídas de pasta, existindo menos interfaces de materiais distintos podendo resultar no aumento resistência.

Os aspectos microestruturais como também influenciam na variação das tensões, porém esses não foram objeto desta pesquisa, ficando restrita apenas a análise de dados da resistência mecânica.

Foi possível observar que ao serem adicionados agregados nas amostras ocorreram variações nas tensões, porém, percentualmente, esses resultados não apresentaram grandes distorções aos 28 dias.

Os resultados desta pesquisa estão dentro das expectativas, pois é de conhecimento que um dos principais parâmetros que influencia diretamente na resistência à compressão é o fator água/cimento, e os valores obtidos para as três famílias de amostras foram próximos.

Na prática a adição de agregados para constituição de concretos e argamassas deve possuir o objetivo de reduzir os custos da estrutura alcançando a resistência desejada, uma vez que seria inviável a moldagem de peças constituídas unicamente por pasta de cimento Portland.

É importante que sejam realizadas outras pesquisas com um número mais significativo de amostras, permitindo assim uma análise estatística mais representativa.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano IF Sertão – PE e ao Grupo de Pesquisas e Inovação Tecnológica na Engenharia Civil – ITEC do IF Sertão – PE.

REFERÊNCIAS

Carneiro, A. M. P.; Cincotto, M. A.. Dosagens de argamassas através de curvas granulométricas. São Paulo: EPUSP, 1999. 18 p.

Neville, A. M.; Brooks, J. J.. Tecnologia Do Concreto. Porto Alegre: Bookman, 2013. 448 p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INJEÇÃO ELETRÔNICA MICROCONTROLADA DE BAIXO CUSTO PARA VEICULOS AUTOMOTORES ANTIGOS COM ENFASE NA REDUÇÃO DE GASES POLUENTES

STELLA AZEVEDO MARQUES [1], THOMAZ CHAVES DE ANDRADE OLIVEIRA[2], ADALBERTO MENDES[3], MATHEUS TEIXEIRA NEIVA[4]

[1]Bacharelanda em Ciência da Computação, UFLA, 035 9849-8387, stellacompufla@gmail.com
[2]Doutor em Engenharia Elétrica, UFLA, 035 3829-1595, thomazchaves@gmail.com
[3]Mestre em Ciência da Computação, UFLA, (35) 3829 – 5190, mendes.adalberto@dcc.ufla.br
[4]Bacharelando em Engenharia de Controle e Automação, UFLA, 033 9197-1596, matheustneiva@outlook.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O principal objetivo da injeção eletrônica é diminuir o consumo de combustível e principalmente reduzir a emissão de gases poluentes ocasionados da queima desse combustível. No presente trabalho, visou-se a criação de um circuito eletrônico, que fosse de baixo custo e adaptável em qualquer veículo com injeção mecânica (carburador), uma vez que a frota veicular do Brasil ainda possui uma grande parcela destes veículos em circulação. O sistema embarcado a ser desenvolvido irá utilizar o microcontrolador PIC como plataforma. Para este fim será confeccionada uma placa genérica, denominada assim, pois essa contará com uma entrada USB a qual permitirá a reconfiguração do *firmware* diretamente no microcontrolador, facilitando a prototipação e desenvolvimento do projeto. Essa placa será à base do projeto final, a ela será acoplada outras placas menores que possuem os *drivers* de corrente dos atuadores e sensores do circuito que por sua vez são acoplados ao motor. Objetiva-se então, através do projeto que está parcialmente concluído uma redução significativa da emissão de gases poluentes em um veículo que será utilizado para testes na fase posterior do protótipo. O projeto atualmente possui as placas de circuito impresso projetadas e fresadas. E, futuramente, os resultados, *firmware* e esquemáticos deste projeto terão acesso livre.
PALAVRAS–CHAVE: Injeção eletrônica, combustão, gases poluentes.

LOW COST MICROCONTROLLED ELECTRONIC INJECTION FOR OLD AUTOMOTORES VEHICLES WITH EMPHASIS ON THE REDUCTION OF POLLUTANT GAS

ABSTRACT: The main objective of electronic injection is to reduce fuel consumption and the emission of pollutant gases from burning fossil fuel. The present work aims at the creation of an electronic circuit, which is inexpensive and adaptable to any vehicle with mechanical injection (carburetor), since the vehicle fleet in Brazil still has a large share of these vehicles in service. The embedded system being developed will use the PIC microcontroller as a platform. To this end a generic board will be made, so called because it will have a USB port which allows the reconfiguration of firmware directly into the microcontroller, making prototyping and project development easier. This board will be the basis for the final project, other smaller boards, that have the current drivers of actuators and sensors circuit, will be attached to it, which in turn are coupled to the engine. The objective then is to by the project that is partially completed have a significant reduction in the emission of pollutant gases in a vehicle which will be used for testing in the later

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

stage of the prototype. The project currently has designed and milled circuit boards. And in the future, the results, firmware and schematics of this project will be of free access.
KEYWORDS: Electronic injection, combustion, pollutant gases.

INTRODUÇÃO

O sistema de injeção eletrônica consiste em um aprimoramento do sistema de injeção mecânica de combustível muito utilizando em motores de combustão interna até a década de 1990 no Brasil. Este sistema de injeção mecânica mais conhecida como carburador (Figura 1) apresenta menor custo de produção em relação à injeção eletrônica, porém, é também reconhecido pela maior geração de gases tóxicos, fuligem, carbonização e como consequência gera uma maior poluição ao meio ambiente.



Figura 2 - Carburador 2E

Devido a estas características dos carburadores e com a abertura do mercado para a importação de tecnologias eletrônicas na década de 1990, e as leis antipoluição do CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) para a fabricação de veículos automotores em território nacional tornaram a injeção eletrônica de combustível como item obrigatório de série a partir da segunda metade da década de 1990. O ano de 2004 foi o ano em que o PROCONVE: (PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES) estabeleceu o prazo máximo para a exigência de atender aos limites estabelecidos a partir de 1º de janeiro de 1997 (estabelecido pelo CONAMA em 1995) segundo o documento emitido em 2014 pelo mesmo programa (CONAMA, 2014). Partindo dessa constatação, a indústria desenvolveu os sistemas de injeção eletrônica de combustível[2], que têm por objetivo proporcionar ao motor um melhor rendimento com mais economia, em todos os regimes de funcionamento, incluindo a menor emissão de gases poluentes. É neste conceito que o projeto apresentado nesse resumo se embasa.

Para que o motor tenha um funcionamento suave, econômico e não contamine o meio ambiente, o mesmo necessita receber uma mistura ar/combustível ideal, em todas as faixas de rotação. Um carburador, por melhor que seja sua tecnologia e seu acerto, não fornece a mistura na proporção ideal para o motor. Algumas das limitações do sistema de injeção mecânica podem ser listados abaixo:

1. Recalibração frequente;

2. Entupimentos levam a um mau funcionamento;

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

3. Defeitos frequentes no sistema de controle do nível do reservatório (agulha travada, boia encharcada);
4. Corrosão do corpo do carburador gerada por excesso de água presente no combustível;

5. Dificuldade de reposição das peças danificadas ou desgastadas.

A fim de melhorar a eficiência enérgica do conjunto e eliminar os problemas citados anteriormente foram criados sistemas de injeção eletrônica. Esses sistemas permitem que o motor receba somente o volume de combustível necessário para dada uma quantidade de ar, dessa maneira o sistema visa trabalhar com a queima estequiométrica ideal. Por outro lado, estes sistemas ainda são demasiadamente caros, e possuem poucas opções para a implementação genérica (em qualquer veiculo). O projeto apresentado aqui visa desenvolver um sistema de injeção de baixo custo, tornando o acessível à população de baixa renda, a fim de adequar mais veículos antigos as normas já estabelecidas pelo (CONAMA, 2014).



Figura 3 - Motor com sistema de Injeção Eletrônica

1 - EMISSÃO DE GASES E RISCOS AMBIENTAIS ACARRETADOS POR TAL EMISSÃO

De acordo com Mendes (2004), como citado na Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM, as emissões originadas pelo uso de veículos automotores podem ser divididas nas seguintes categorias:

1. Lançamento das partículas e gases emitidos pelo escapamento (subprodutos da queima e que são lançados à atmosfera pelo sistema de escape do veículo.

2. Lançamento de combustível sob a forma de vapores (emitidos na atmosfera através da evaporação de hidrocarbonetos do combustível);

3. Lançamento de gases do cárter do motor (provenientes da queima que passam pelos anéis de segmento do motor e pelos vapores resultantes do óleo lubrificante).

Entre os resíduos da combustão de emitidos por automotivos vale ressaltar:

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

- Dióxido de carbono (CO2);
- Monóxido de carbono (CO);
- Óxidos de nitrogênio (NOx);
- Óxidos de enxofre (SOx);
- Aldeídos (R-CHO);
- Hidrocarbonetos não ou parcialmente oxidados (HC);
- Material particulado (MP).

Fica claro que o uso cada vez mais constante de veículos automotivos movidos a combustíveis fósseis causa grandes impactos ambientais globalizados, como o aumento do efeito estufa, além de efeitos regionais como as chuvas ácidas, também efeitos locais: aumento da concentração de poluentes atmosféricos e de efeito tóxico como o monóxido de carbono, dióxido de enxofre e materiais particulados. (Diego Kellermann e Alfeu de Arruda, Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM) Portanto é necessário que os projetos de motores e sistemas de injeção tenham sempre melhorias para a minimização dessas emissões. Além da apresentação da tecnologia mencionada, aqui é apresentado um trabalho cientifico em desenvolvimento na Universidade Federal de Lavras, que visa implantar um sistema com estes objetivos. Com os objetivos secundários de ser de baixo custo e de domínio público.

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAIS

Para o desenvolvimento do projeto da Injeção Eletrônica apresentado aqui, serão necessários: microcontrolador[3] que será fixado na placa genérica, a placa principal do projeto. Alem dos componentes utilizados na placa, será necessário um computador pessoal, sensores, componentes básicos para construção de uma injeção eletrônica como: uma bomba elétrica de combustível, uma válvula de purga do cânister, quatro válvulas injetoras, um tubo distribuidor contendo quatro bicos e regulador de pressão, um regulador de pressão de combustível, além dos itens para a construção da parte mecânicos injeção, será preciso componentes eletrônicos em geral para o manuseio e construção desta injeção, além de software de simulação e controle do sistema proposto.



Figura 4 - Microcontrolador PIC18F4550

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MÉTODOS

Nesse projeto, a primeira etapa foi uma revisão da literatura sobre microcontroladores, como o PIC18F4550, que é o deste projeto, apresentado na Figura 3. Os programas ou *firmwares* para este microcontrolador podem ser implementados em *assembly* ou de maneira mais direta através da linguagem C. A revisão de literatura abordou sistemas de controle modernos, aspectos mecânicos e eletrônicos tanto práticos como teóricos. Em seguida, estão sendo realizadas simulações do sistema de controle que será implementado na prática, utilizando softwares específicos como o Proteus.

A partir dos resultados obtidos pela simulação, foi montado o sistema físico da placa, ilustrado pela Figura 4, que será a parte principal do controle eletrônico do sistema. A parte de programação do microcontrolador será implementada durante a fase de testes por software. A primeira parte desse processo se caracterizou pelos testes e criação da placa. A qual foi concluída com êxito.

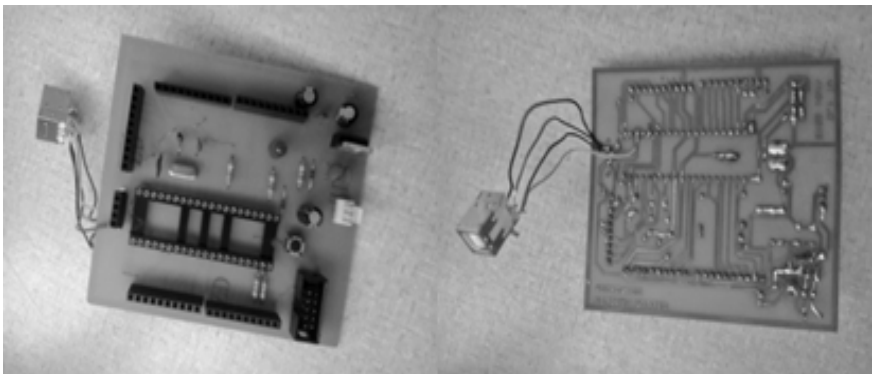


Figura 5 - Placa Genérica (Lado esquerdo: componentes. Lado Direito: Trilhas e soldas.)

Os resultados obtidos serão analisados para a discussão de modificações em potencial, para obtenção de melhorias do sistema. Ao final do projeto de pesquisa, espera-se obter um produto físico que satisfaça o que foi proposto teoricamente.

Posteriormente a fresa da placa, serão projetados pequenos módulos que serão acoplados os sensores e atuadores do sistema. Estes módulos serão incorporados à placa, que terá acoplada a ela o microcontrolador, que controlará os módulos. A princípio foi considerado o projeto de somente uma única placa com conectores que seriam ligados aos dispositivos de controle, porém foi constatado que o tamanho dessa placa seria demasiadamente grande, e caso um sensor ou um componente apresentasse falhas, o serviço de troca seria trabalhoso. O projeto em apenas uma placa seria viável apenas quando o projeto torna-se robusto e confiável após vários testes no veículo. Devido a estes motivos, optou-se pela modularização desse sistema. O sistema em sua completude é um Sistema de Injeção Eletrônica Digital Microcontrolado, que é um sistema de controle de malha mechada que controla a vazão de combustível de Bicos Injetores através de um sinal PWM de alta correte para cada bico.

O Bico Injetor é uma válvula de combustível eletromecânica. O Módulo eletrônico embarcado controla esta válvula permitindo dosar a quantidade exata de combustível necessária pelo motor num dado momento considerando as variáveis de trabalho, como carga, volume de ar admitido, etc. A válvula borboleta controla a vazão da mistura e, portanto a rotação do motor, como

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

no sistema carburado.

O Módulo eletrônico também é o responsável por controlar toda a geração das centelhas das velas eletronicamente.

Para que o sistema possa fazer esse controle de malha fechada, isto é, um sistema que a variável de saída (vazão de combustível) é medida e realimentada à entrada, o sistema de injeção dispõe de um conjunto de sensores dispostos ao longo do motor, desde a admissão até a exaustão. A quantidade de sensores varia conforme o modelo da injeção, mas podemos relacionar os mais básicos que possivelmente serão acoplados nos módulos:

- Sensor de ponto: Registra a posição da árvore de manivelas, de modo, a saber, qual posição cada cilindro está num dado momento.
- Sensor de pressão negativa: Mede a pressão negativa (vácuo) da admissão do motor.
- Sensor de temperatura resistivo: Mede a temperatura do bloco do motor.
- Sensor de acelerador: Registra a posição do acelerador do veículo.
- Sensor de gases de Exaustão: Conhecido como Sonda Lambda, analisa os gases emitidos pela exaustão do motor, verificando como a queima da mistura está se processando.

A válvula borboleta controlará somente a passagem do ar, ao invés da mistura. Os bicos injetam o combustível diretamente no cano de admissão, próximo ao cilindro. Se o sistema de injeção for multi ponto existirá um bico injetor para cada cilindro do motor. O tipo de sistema seguira o diagrama de blocos na Figura 5, e será definido ao decorrer do projeto adequando-se as necessidades do projeto, visando o custo e a sustentabilidade do mesmo.

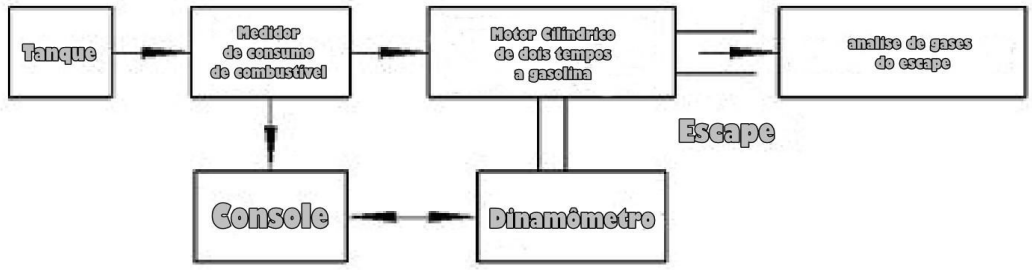


Figura 6 - Esquemático dos equipamentos que compõem o Sistema de Injeção Eletrônica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais contribuições científicas e tecnológicas do projeto apresentado nesse resumo são:

- A criação de uma placa genérica que permitira o desenvolvimento da programação de diversas aplicações com maior facilidade.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

- Posteriormente será desenvolvido um protótipo de sistema de injeção eletrônica

- Também serão desenvolvidos Softwares de controle da injeção e coleta de dados para a análise do mesmo.

- Construção de um equipamento que posteriormente será utilizado não apenas no meio acadêmico, como protótipo. Mas feita a conclusão do projeto apresentado neste resumo, este equipamento poderá ser repassado a toda a comunidade a um preço acessível, a fim de uma adequação de carros antigos as normas de sustentabilidade implementadas pelo CONTRAN acarretando em uma grande diminuição de emissão de gases derivados da combustão da gasolina utilizada pelos automóveis.

CONCLUSÕES

Nesse trabalho, foi apresentada a criação de uma Injeção Eletrônica, tecnologia está que já é utilizada como um aprimoramento do sistema de injeção mecânica de combustível há bastante tempo, porem a fim de diminuir o custo e em consequência popularizar o uso da tecnologia já presente porem de relevante custo financeiro. Nesse trabalho foi apresentada uma alternativa de custo inferior que atenderá as expectativa do mercado, aumentando o uso desta tecnologia em relação ao uso do sistema de injeção mecânica de combustível atualmente utilizado na maioria dos carros antigos em circulação no Brasil e em todo o mundo. De inicio, foi produzida a placa controladora de todo o sistema, que terá todos os ajustes aplicados, e terá os módulos dos sensores acoplados e posteriormente poderá ser repassada a toda a comunidade a um preço acessível, contribuindo na grande diminuição de emissão de gases poluentes derivados da queima de combustíveis como a gasolina por automóveis que ainda utilizem o sistema arcaico de injeção mecânica.

REFERÊNCIAS

[1] FERRARESI 2012, Rogério. História da Injeção Eletrônica. Disponível em:<http://www.streetcustoms.com.br/revistas-carros/carros/historia-da-injecao-eletronica.html>. Acessado em: 25 Out. 2012.

[2] CONAMA 2014, Documento da Resolução CONAMA - PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO DO AR POR VEÍCULOS AUTOMOTORES de 2014.

[3] Malaquias, Igor Machado. Modulador e demodulador PWM. Disponível em: <http://www.vespanet.com.br/~igor/pwm/arquivos/pwm.pdf>

[4] Eng Risnik, David. M. CAD - Conversor Analógo Digital. Disponível em: <http://www.oocities.org/drisnik/cad.htm>

[5] Barr, Michael. Introdução à Modulação por Largura de Pulso (PWM). Disponível em: <http://resenhaeletronica.blogspot.com.br/2010/04/introducao-modulacao-por-largura-

de.html>

[6] Lages, Walter Fetter. Conversores A/D e D/A. Disponível em: <http://www.ece.ufrgs.br/~fetter/ele00002/ad-da.pdf>

[7] Thomas Alexopoulos, Dimitrios Thomakos and Dionisia Tzavara. CO2 Emissions, Fuel Mix, Final Energy Consumption and Regulation of Renewable Energy Sources in the EU-15.

[8] Jessy W. Grizzle, Senior Member, ZEEE, Kelvin L. Dobbins, and Jeffrey A. Cook, Associate Member, IEEE. Individual Cylinder Air-Fuel Ratio Control with a Single EGO Sensor.

[9] Ereno, Dinorah. O fim do reservatório de gasolina em carros flex é uma das novidades para diminuir os gases do efeito estufa.

[10] Ligang Zheng, Linghua Jiang, Kai Zheng, Minggao Yu State Key Laboratory Cultivation Base for Gas Geology & Gas Control, School of Safety Science & Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo, China. Estimation of Explosion Limits of Gas Mixture Using a Single Spread GRNN.

[11] Fei Wang, Member, IEEE, J. B. Liu, J. Sinibaldi, C. Brophy, A. Kuthi, C. Jiang, P. Ronney, and Martin A. Gundersen, Fellow, IEEE. Transient Plasma Ignition of Quiescent and Flowing Air/Fuel Mixtures.

[12] YAO Li-hong, GAO Yan, LI Wen-bin, Wu Jiang School of Technology, Beijing Forestry University, Beijing, 100083, China. Effects of the Mixture Fuel of Ethanol and Gasoline on Two-Stroke Engine*

[13] Ferreira, Fábio. Toda inovação contida no “Flex”.

[14] Cavalcanti, Edurardo. Visão geral do sistema de injeção Disel Cammon Rai. Disponível em: < http://blogdaengenharia.com/visao-geral-do-sistema-de-injecao-diesel-common-rail/>

[15] Diego Kellermann Hurtado e Alfeu de Arruda Souza. A Evolução Do Sistema De Injeção De Combustível Em Motores Ciclo Otto: Uma Análise Crítica Desde Suas Implicações No Meio Ambiente À Regulamentação Legal No Sistema Normativo Pátrio. Disponível em:<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/revistadireito/article/viewFile/8527/5175>

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AS VANTAGENS DA UTILIZAÇAO DO SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING

FELIPE RIBEIRO SOARES[1], SAMARA MOREIRA GONÇALVES[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSE DAMATO NETO[4]

[1] Graduando em engenharia civil, Fundação Presidente Antônio Carlos, ribeirofelipe93@gmail.com
[2] Bacharel em engenharia civil, Fundação Presidente Antônio Carlos
[3] Mestre em engenharia civil, universidade federal de viçosa, israeliasbik@gmail.com
[4] Mestre em fitotecnia, universidade federal de viçosa, josedamatoneto@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Light Steel Framing é um sistema construtivo industrializado também conhecido como “Estruturas em Aço leve”, que utiliza como principal elemento estrutural o aço galvanizado. Apesar de ser considerada uma tecnologia nova, a origem do sistema em Framing remonta ao século XIX, entre os anos de 1810, quando os Estados Unidos começaram a conquista do território americano em 1860, quando a imigração chegou à Costa Oeste, ou seja, ao Oceano Pacífico. O sistema Light Steel Framing surge visando aumentar a produtividade na construção de novas habitações através da utilização do aço e de métodos práticos, além de ser uma proposta para o desenvolvimento tecnológico da construção civil. Apresenta como principais características a redução do impacto ambiental através da diminuição de entulhos e a redução significativa do tempo necessário para execução do projeto tornando-o mais viável economicamente. Este trabalho busca apresentar as vantagens da utilização do sistema construtivo Light Steel Framing. Além disso, ao longo da pesquisa foi feito comparativo orçamentário de custos entre este sistema e o sistema convencional atualmente utilizado como método construtivo para habitações. Verificou-se, ao final, que o orçamento do sistema Light Steel Framing em relação ao sistema convencional executado com bloco de concretos apresenta um decréscimo de aproximadamente 10% do custo.
PALAVRAS-CHAVE: Construção Civil, Estrutura, Aço.

THE ADVANTAGES OF THE USE OF THE CONSTRUCTIVE SYSTEM LIGHT STEEL FRAMING

ABSTRACT: Light Steel Framing is an industrialized construction system also known as "steel structures", which uses as its main structural element the galvanized steel. Despite being considered a new technology, the origin of the Framing system dates back to the 19th century, between the years 1810, when the United States began the conquest of the American territory in 1860, when immigration came to the West Coast, i.e. the Pacific Ocean. The Light Steel Framing system appears aimed at increasing productivity in the construction of new housing through the use of steel and of practical methods, besides being a proposal for the technological development of the construction industry. Presents as main features the reduction of environmental impact by decreasing of debris and the significant reduction in the time required for execution of the project making it more economically viable. This work seeks to present the advantages of the use of the constructive system Light Steel Framing In addition, along the research was comparative costs between budget made this system and conventional system currently used as a constructive method

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

for housing. It was found, in the end, the budget of the Light Steel Framing system compared to conventional system runs with concrete block presents a decrease of approximately 10% of the cost.
KEYWORDS: Construction, Structure, Steel.

INTRODUÇÃO

Atualmente, com a crescente demanda do setor da construção civil, tem-se a necessidade de se construir com maior rapidez e de maneira mais eficiente, evitando desperdícios e a geração de resíduos de construção. A preocupação com as questões ambientais e a necessidade de buscar alternativas sustentáveis para a indústria da construção civil apresentam limitações ao sistema construtivo tradicional gerando a necessidade de se investir em métodos construtivos que permitam a racionalização dos seus processos e possuam um alto nível de industrialização.

Crasto (2005) destaca que diante do grande crescimento populacional e dos avanços tecnológicos, o setor da construção civil tem buscado por sistemas mais eficientes e processos mais racionalizados, visando aumentar a produtividade, diminuir a geração de resíduos e atender a demanda crescente. Ainda segundo o autor, uma alternativa viável seria a utilização de sistemas construtivos com aço, caracterizados pelo alto índice de industrialização, com projetos detalhados e integrados, minimizando perdas e prazos na construção.

O sistema Light Steel Framing (Estrutura de Aço Leve), também conhecido pela sigla LSF, é uma alternativa para o setor da construção civil que vem sendo utilizado em diversos países e apresenta um crescimento notável no Brasil, que é um dos maiores produtores de aço do mundo. Como nos esclarece TERNI; SANTIAGO; PIANHERI (2008), o Steel frame é um sistema construtivo racional constituído de perfis leves de aço galvanizado, que formam paredes estruturais e não estruturais depois de receber os painéis de fechamento. Por ser um processo industrializado de construção, permite executar a obra com grande rapidez, a seco e sem desperdícios.

O LSF tem como principal característica a utilização de perfis de aço galvanizados de pequena espessura formados a frio, formando painéis estruturais que resistem aos esforços exigidos pela edificação. Após a montagem, ambas as faces da estrutura são fechadas com painéis de materiais variados como gesso, placas cimentícias, etc. e, em seguida, podem ser revestidas de acordo com o interesse do cliente. Os perfis de aço são de baixa espessura e refletem na redução do peso da estrutura e na facilidade do manuseio com o material. O resultado é uma rapidez no processo construtivo e uma diminuição no prazo de construção tornando o economicamente mais viável, além de reduzir o impacto ambiental, visto que não gera muito entulho e diminui o desperdício de material. Possui ainda como características positivas a facilidade de montagem e a flexibilidade da arquitetura.

REFERENCIAL TEORICO

VANTAGENS NO USO DO LSF

A construção civil convencional é executada com materiais agressivos ao meio ambiente. Estes materiais são poluentes durante sua extração, no processo de produção e posteriormente – após a utilização na construção – produz grande volume de resíduos, o entulho da construção civil. Ultimamente, o impacto ao meio ambiente causado pela construção civil tem alertado os órgãos governamentais a criarem medidas mais severas para que os profissionais envolvidos na construção se conscientizem sobre o impacto do seu trabalho. Essa conscientização deve ser acompanhada de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

mudanças práticas menos agressivas. Sistemas construtivos industrializados (construção seca) são menos impactantes ao meio ambiente, pois, os projetos são planejados e executados de forma tão racional que o desperdício pode chegar a zero. As características intrínsecas nesse tipo de construção como racionalização, industrialização e rapidez de execução são possíveis, quando há um planejamento integral da obra, composto por um projeto amplamente detalhado. Construir em aço torna-se muito versátil por viabilizar qualquer projeto arquitetônico, concebido e planejado considerando o comportamento do sistema. O receio em construir uma residência estruturada em aço, na maioria das vezes, está relacionado ao se pensar que a estrutura ficará aparente, muitos usuários e projetistas descartam essa técnica de construção por achar que resultará em uma arquitetura muito peculiar, ou com aparência estranha a uma edificação convencional. Na construção de residências com o Light Steel Framing, o detalhamento dos projetos também é fundamental para o melhor desempenho do sistema. Logo, na finalização da construção a estrutura nunca se apresenta aparente, já que os elementos estruturais que formam as paredes, pisos e tetos estão sempre encobertos pelos materiais de fechamento, assim o resultado final assemelha-se a de uma construção convencional, como pode ser observado na FIG. 1.



FIGURA 1. Residência construída com LSF
Fonte: Centro Brasileiro de Construção em Aço (CBCA)

Dentre todas as técnicas de construção em aço, a opção pela tecnologia de utilização do Light Steel Framing se justifica pelo fato do uso de novas tecnologias serem uma alternativa para racionalizar e industrializar os processos construtivos. A construção com estruturas em aço, além de ser versátil e durável, está em perfeita sintonia com o conceito de desenvolvimento ambientalmente sustentável. Utiliza técnica limpa, diminui impactos ambientais na etapa de construção e, concluída a obra, garante segurança e conforto aos ocupantes da edificação.

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Por se tratar de um sistema industrializado, o LSF pode reduzir custos, porque, além de racionalizar o uso de materiais, diminuindo consideravelmente as perdas, otimiza o tempo de fabricação e de montagem da edificação, em que se podem executar vários serviços concomitantemente, ou seja, enquanto as fundações estão sendo feitas no local da construção, os painéis das paredes ou, até mesmo, as tesouras da coberta podem ser preparadas em fábrica e, posteriormente, montadas na obra.

As construções em LSF exigem um elevado nível de detalhamento em projeto, essencial para que a montagem da edificação seja racionalizada, prática e veloz. Esses fatores favorecem o gerenciamento de perdas e o cumprimento dos cronogramas previstos para a obra, aspectos que são imprescindíveis para tornar o LSF uma opção viável. É importante que se observe que tanto a estrutura metálica quanto as placas de fechamento são fornecidas em tamanhos parametrizados como múltiplos e submúltiplos de 3, fator essencial que deve ser previsto em projeto para que

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

medidas que se diferenciem dessa parametrização não sejam utilizadas e se evite o corte desnecessário de perfis e de placas e, consequentemente, o seu desperdício.

Outra importante característica desse sistema construtivo é a sua sustentabilidade, pois todo o aço utilizado para se construir uma edificação em LSF é 100% reciclável, sem contar que já pode vir da reciclagem. Isso diminui os impactos ambientais tanto por causa da economia da energia que seria gasta para se produzir esse aço, quanto dos resíduos nas construções que não serão despejados no meio ambiente. Além do aço, outros materiais, como o gesso acartonado, que é comumente utilizado no fechamento de edificações em LSF, podem ser reciclados e reutilizados para outros fins. Convém enfatizar que esse sistema não utiliza água, o que é sobremaneira relevante nos tempos atuais já que o mundo luta contra o seu desperdício.

Crasto (2005) elenca os principais benefícios e vantagens do LSF, quais sejam:

- Padronização e industrialização dos elementos construtivos, em que a matéria-prima utilizada passa por rigorosos processos de controle de qualidade;

- O aço é um material de comprovada resistência e de alto controle de qualidade, tanto na produção da matéria-prima quanto de seus produtos, o que permite mais desempenho estrutural e precisão dimensional;

- Facilidade de obtenção dos perfis formados a frio, já que são amplamente utilizados pela indústria;

- Durabilidade e longevidade da estrutura proporcionada pelo processo de galvanização das chapas de fabricação dos perfis;

- Facilidade de montagem, manuseio e transporte devido à leveza dos elementos;

- Construção a seco, o que minora o uso de recursos naturais e o desperdício;

- Os perfis perfurados previamente e a utilização dos painéis de gesso acartonado facilitam as instalações elétricas e hidráulicas;

- Melhores níveis de desempenho termo-acústico, que podem ser alcançados através da combinação de materiais de fechamento e isolamento;

- Facilidade na execução das ligações;

- Rapidez de construção, uma vez que o canteiro se transforma em local de montagem;

- O aço é um material incombustível;

- O aço pode ser reciclado diversas vezes, sem perder suas propriedades;

- Grande flexibilidade no projeto arquitetônico que não limita a criatividade do arquiteto.

ESTRUTURAS

De maneira geral, qualquer edificação necessita de um sistema estrutural que possibilite mantê-la estável e em condições normais de utilização quando sujeita a diversas ações.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

O sistema *steel frame* é uma proposta para racionalizar a concepção da estrutura da edificação utilizando-se perfis dobrados a frio. As chapas têm entre 0,8 mm e 3,0 mm de espessura, sendo a mais utilizada a de espessura de 0,95 mm.

O LSF é composto basicamente por três tipos de subestruturas: os pisos estruturais, as paredes estruturais e o sistema de cobertura. Apresenta-se uma ilustração básica de cada uma dessas subestruturas componentes do sistema, já detalhando alguns de seus elementos.

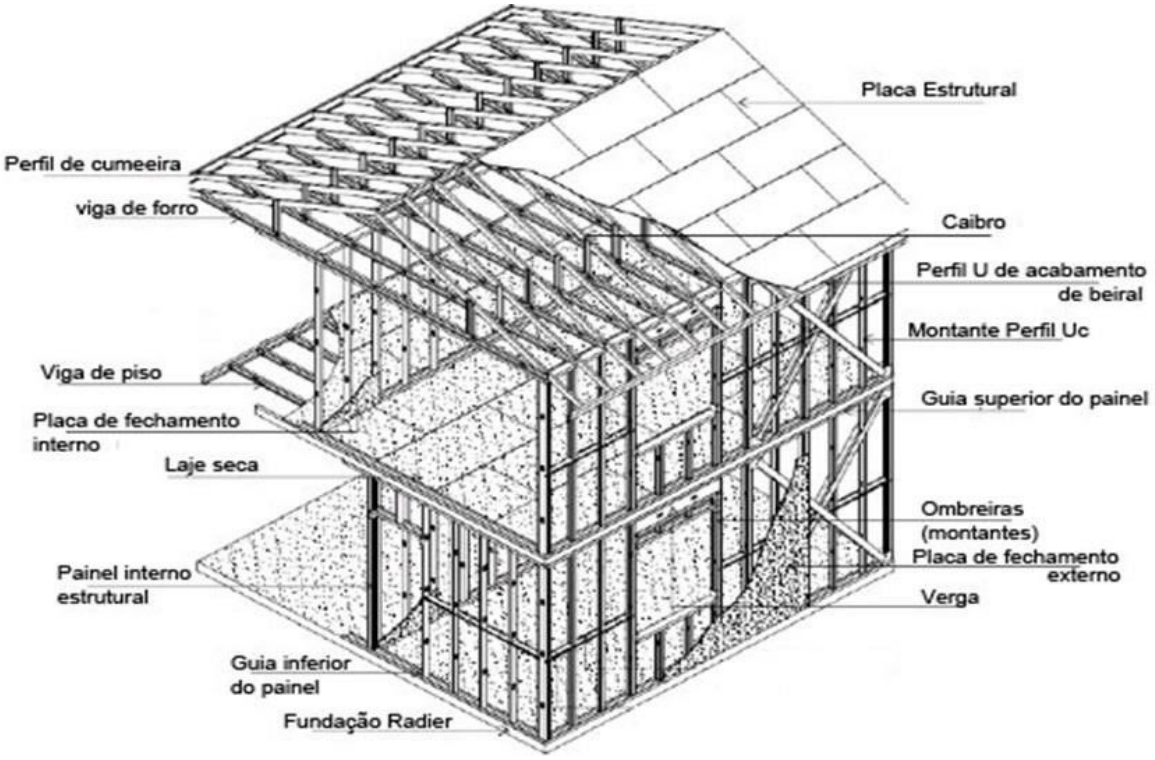


FIGURA 2. Subestruturas do LSF
Fonte: Centro Brasileiro de Construção em Aço (CBCA)

As subestruturas de piso são basicamente compostas por vigas apoiadas sobre as paredes estruturais, vencendo os vãos entre elas. As cargas aplicadas sobre essas vigas são os carregamentos permanentes e acidentais de pisos, e os modelos estruturais geralmente utilizados para o dimensionamento desses elementos são os de viga bi apoiada ou viga contínua. Outra subestrutura do LSF são as paredes estruturais, que é basicamente composta por montantes, que suportam as vigas de piso. No entanto, os detalhes construtivos para esses elementos são inúmeros, sempre ligados à arquitetura das edificações contendo aberturas de janela, portas e ventilação. Os carregamentos atuantes são oriundos do apoio das vigas de piso. Os montantes das paredes externas também estão sujeitos ao carregamento de vento, que atuam diretamente sobre as paredes. Logo, esses elementos estruturais são dimensionados como se fossem colunas sujeitas a carregamentos de compressão e flexão.

Por último, tem-se a subestrutura de cobertura. Basicamente, essas subestruturas são compostas de treliças e/ou caibros vencendo os vãos de telhado.

Os perfis são fixados entre si, através de parafusos autobrocantes, compondo painéis de paredes, lajes de piso/forro e estrutura de telhado. Constituindo dessa forma, um conjunto monolítico de grande resistência e apto a absorver as cargas e esforços solicitados pela edificação e agentes da natureza como vento e chuva.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



FIGURA 3. Estrutura em *Steel Frame*
Fonte: Revista Téchne, edição 137

FECHAMENTO E REVESTIMENTO

O conceito estrutural do sistema *Light Steel Framing* é dividir as cargas em um maior número de elementos estruturais, sendo que cada um é projetado para receber uma pequena parcela de carga, o que possibilita a utilização de perfis conformados com chapas finas de aço.

A modulação ou malha de distribuição destes perfis, usualmente, é de 400mm ou 600mm. Essa modulação permite o controle de utilização e a minimização do desperdício dos materiais complementares industrializados, que estão enquadrados no Módulo Fundamental de 600 mm, tais como: fechamentos em placas cimentícias, OSB (*Oriented Strand Board*) ou placas de gesso acartonado.

Tanto a disposição dos montantes dentro da estrutura dos painéis, como suas características geométricas, de resistência e sistema de fixação entre as peças fazem com que este esteja apto a absorver e transmitir cargas verticais e horizontais.

Os elementos estruturais mais utilizados para garantir a estabilidade estrutural dos painéis e, consecutivamente da edificação do sistema, são os contraventamentos e as placas de fechamento estruturais.

Os painéis são, geralmente, executados anteriormente em fábricas, o que garante uma melhor produtividade, qualidade e melhores condições de trabalho. Porém, o sistema oferece a possibilidade de execução desses painéis junto ao canteiro de obras, não sendo esta, no entanto, a condição ideal de trabalho.

CONCLUSÕES

O sistema "*Light Steel Framing*" é a proposta de construção que alia rapidez com o diferencial competitivo técnico, mercadológico e de negócios. A adoção de metodologias científicas, como a construção enxuta, possibilita que os processos envolvidos nas construções se

equiparem aos da indústria de manufatura. Essencialmente, a vinculação do processo de projeto a tal filosofia potencializa a busca pela racionalização construtiva como razoável representante da industrialização do subsetor de edificações.

Com grande superioridade produtiva e qualitativa sobre os sistemas tradicionais, o LSF promove maior eficácia na utilização da construção enxuta como filosofia de trabalho e de suas ferramentas, garantindo às obras um caráter essencialmente de montagem que potencializa a construção de conjuntos habitacionais, cujos processos poderão ser efetivamente racionalizados viabilizando o ideal industrial moderno para a construção civil.

REFERÊNCIAS

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: *Light steel framing***. 2005. 231 f. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

TÉCHNE. Fast construction. São Paulo: Pini, n 79, out. 2003.

TÉCHNE. Industrialização do Concreto. São Paulo: Pini, n 137, ago. 2008.

TÉCHNE. Solo contaminado. São Paulo: Pini, n 156, mar. 2010.

TÉCHNE. Supercontenção. São Paulo: Pini, n 186, set. 2012.

TERNI, A. W; SANTIAGO, A. K; PIANHERI, J. Engenharia high tech. **Revista Téchne**, São Paulo, n 141, p 80-84, dez. 2008

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO - Disponível em: <http://www.cbca-acobrasil.org.br>. Acesso em: 11 de out. 2014.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

LOGÍSTICA REVERSA NA DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS DE ÓLEO LUBRIFICANTE

Márcia Eduarda Amâncio[1], Ednilton Tavares de Andrade[2], Tammy Lima de Jesus[3], Antônio Carlos Dutra[4], Fortunato Silva de Menezes[5]

[1] Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, marciaeduardaam@gmail.com
[2] D.Sc. em Eng. Agrícola, DEG - Universidade Federal de Lavras, ednilton@deg.ufla.br
[3]Eng. de Produção, Mestrado em Eng. de Biossistemas, PGEB - Universidade Federal Fluminense.
[4] Eng. Agrícola, Universidade Federal Fluminense.
[5]D. Sc. em Física,DEX - Universidade Federal de Lavras, New York University - EUA

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO

Com o ascendente crescimento na aquisição de automóveis pela população mundial observa-se um significativo aumento na contribuição da poluição atmosférica. Com isso torna-se imprescindível controlar os fatores que minimizam essa situação. Com esse intuito, o presente trabalho teve por objetivo promover de forma eficiente uma logística reversa visando o reaproveitamento dos resíduos contidos nas embalagens descartadas nas trocas de óleos dos automóveis. As análises foram realizadas buscando conhecer os conceitos dos resíduos de óleo lubrificante para estabelecer um correto tratamento e como solução ao descarte inapropriado a reinserção do produto no mercado contribuindo com o balanço econômico e com o desenvolvimento sustentável entre a sociedade e as empresas fabricantes. Foram apresentados os impactos causados ao meio ambiente pelos resíduos contidos nas embalagens de óleo lubrificante e calculada a camada limítrofe restante após se esvaziar a embalagem do produto. Para estudos foram analisadas as embalagens coletadas em um posto de combustível visando quantificar em volume e número os resíduos gerados após a utilização do óleo, uma vez que, parte do óleo lubrificante é desperdiçado, foi também calculado qual o tempo necessário para retirar o óleo residual do interior da embalagem. Os resultados obtidos mostraram que em embalagens de 1L de lubrificante aproximadamente 20 ml de óleo lubrificante é desperdiçado.

PALAVRAS–CHAVE: Óleo lubrificante, logística reversa, impactos ambientais.

REVERSE LOGISTICS IN THE DISPOSAL OF RESIDUE LUBRICATING OIL

ABSTRACT

The growth in car purchase by the world population it has generated a significant increase in air pollution contribution. This factors are essential to control and minimize the situation. Thus, the present study aimed to promote efficient a reverse logistics aimed at the reuse of waste in the package discarded in automobile oil. The analyzes were performed in order to understand the concepts of lubricating oil waste to establish a correct treatment and as a solution to inappropriate waste reintegration-market contributing to the economic balance and sustainable development between the company and the manufacturers. The impacts were given to the environment by the waste lubricating oil contained in the packaging and the calculated boundary layer remaining after emptying the packaging of product. For studies were analyzed packaging collected in a fuel station and quantitated the waste generated after use of the oil, since part of the lubricant is wasted. It was

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

also estimated the time required to remove the residual oil the inside of packing. Os results showed that lubricant 1L containers approximately 20 ml of lubricating oil is wasted.
KEYWORDS:Lubricating oil, reverse logistics, environmental impacts.

INTRODUÇÃO

O ecossistema com sua biodiversidade é de suma importância para manter a preservação e as condições ideais do meu ambiente. Atualmente a sociedade e o meio empresarial têm discutido de forma preponderante visando adotar medidas para minimizar os impactos causados nos ecossistemas.

O desequilíbrio econômico advindo do acelerado crescimento na produção e no escoamento dos produtos no mercado contribui de forma significativa para gerar fatores que resultam na poluição dos recursos hídricos e mananciais, na extinção de espécies animais e vegetais e utilização indevida dos recursos energéticos e não renováveis. A busca incessante dos seres humanos para alcançar padrões de conforto e bem estar reflete nesse desequilíbrio econômico.

De acordo com Giucci (2004), desde o final do século XIX na Europacom a invenção do automóvel que ganhou cada vez mais o mercado e a simpatia da sociedade tornando-se objeto de necessidade e desejo pelos consumidores.

Segundo SINDICOM (2012), foram comercializados 1.412.731.489 milhões de litros de óleos lubrificantes para automóveis em 2012. As embalagens vendidas em postos de combustíveis contendo óleo residual são reservadas em local apropriado até o momento do descarte realizado por empresas terceirizadas. Porém na maioria dos casos esse descarte ocorre de forma indevida prejudicando o meio ambiente.

De acordo com Xavier et al. (2004), o óleo lubrificante restante nos frascos de PEAD inflige grande periculosidade ao resíduo quando consideramos o potencial de contaminação do produto devido o hidrocarboneto e seus aditivos, por meio das distintas vias (solo, meio aquoso e atmosférico). A Resolução Conama N°362/2005 exige que o óleo lubrificante usado ou contaminado seja destinado corretamente sem prejudicar o meio ambiente.

O sistema de logística reversa deve ser adotado de acordo com o Art. 33 da Lei 12.305/2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos para óleos lubrificantes e embalagens contendo os resíduos do mesmo.Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo realizar a coleta das embalagens de óleos lubrificantes nos postos de combustíveis visando analisar e quantificar em número e volume os resíduos gerados nas trocas de óleo dos automóveis. Calculou-se o tempo necessário para extrair o óleo residual das embalagens e recomendar soluções viáveis, nesse caso, a logística reversa.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no município de São Gonçalo-RJ, em um posto de combustível onde foram coletadas as amostras (embalagens de óleo lubrificante) utilizadas. O clima da região é tropical. Na região o verão apresenta pluviosidade maior que o inverno. Segundo Köppen e Geiger a classificação do clima é Aw. Na cidade de São Gonçalo a temperatura média é 23,3 °C apresentando pluviosidade média anual de1257 mm.

A pesquisa realizada foi de cunho exploratório, uma vez que, o assunto abordado não apresenta relatos de estudos antigos com o objetivo proposto nesse experimento. Segundo Andrade

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

(1999) o objetivo de pesquisas exploratórias é gerar maiores informações sobre o assunto em estudo e proporcionar facilidade ao delimitar o tema do trabalho a ser estudado. Como foi realizada a coleta de dados para desenvolver o experimento pode-se dizer que o mesmo também é considerado de cunho descritivo. De acordo com Andrade (1999), a pesquisa descritiva tem como objetivo observar registrar, analisar, classificar e interpretar os fatos sem interferência do pesquisador. A abordagem do presente trabalho foi quantitativa, utilizando métodos estatísticos para realizar as análises do problema e assim chegar à conclusão.

Método de coleta das informações e amostras selecionadas

Para realização da pesquisa foi coletado um montante de 30 embalagens de 1L do óleo lubrificante F1 MASTER Ipiranga (20w40) com especificação de desempenho API (American Petroleum Institute) SF onde "S" significa Sparks, ou seja, vela de ignição para motores à combustão que utilizam gasolina, álcool ou GNV. A letra "F" sugere a qualidade da aditivação presente no lubrificante. As embalagens foram conduzidas para o laboratório de Termociências da Universidade Federal Fluminense - UFF. O processo foi conduzido da seguinte forma, as embalagens foram separadas em 3 tratamentos de forma totalmente casualizada com 10 repetições em cada tratamento. Para determinar o volume residual contido nas embalagens, utilizou-se 10 provetas e 10 funis para escoamento do óleo residual contido nas embalagens após o uso. A embalagem foi fixada virada para baixo ao funil e este fixado à proveta, dessa forma, o óleo lubrificante residual escorreu através do funil até a proveta. A Figura 1 abaixo ilustra a descrição da embalagem citada.



Figura 1 - Quantificação do volume de óleo lubrificante residual nos frascos coletados.



Figura 2-Embalagem do óleo lubrificante F1 MASTER Ipiranga (20W40).

A tabela abaixo apresenta a descrição do processo, como foram separadas as amostras e a divisão dos tratamentos em virtude do número de repetições.

Tabela1 - Amostras coletadas

Método de Coleta	
Tratamentos	Número de Amostras
T1	10 embalagens
T2	10 embalagens
T3	10 embalagens

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

As amostras foram coletadas num período de 6 dias. Nesse período foram analisados os conteúdos das amostras de número 1 a 10 em 2 dias (48 horas), as amostras de 11 a 20 em 2 dias (48 horas) e as amostras de 21 a 30 também em 2 dias (48 horas). Cada embalagem foi mantida na posição vertical para escoamento total do líquido por 48 horas (TABELA 2).

Tabela 2– Data de início e fim da coleta de dados.

nº de embalagens	Período de coleta de dados		nº de horas de estudo (h)
	Início	Fim	
10	21/08/2013	23/08/2013	48
10	23/08/2013	25/08/2013	48
10	25/08/2013	27/08/2013	48

Em seguida foi calculada a camada limítrofe restante nas embalagens mesmo após o total escoamento do óleo residual em 48 horas. Para realização dos cálculos utilizou-se as seguintes equações (Fundamentos de física1, 5º Ed., Halliday e Resnick, Jearl Walker (2012) e Mecânica dos fluidos, 6º Ed., Robert W. Fox, Alan T. McDonald e Pritchard (2006)).

$$P = 2\pi R \quad (1)$$

$$\Delta lam^2 \geq \frac{\mu}{\rho}.\ \frac{1}{g}\ .Vmín \quad (2)$$

$$Clim = Alat\ .\Delta lam \quad (3)$$

Em que:P é o perímetro; Δlamé a espessura da lâmina;μ é a viscosidade dinâmica; ρ é a densidade volumétrica; g é a força da gravidade;Vmín é a velocidade mínima de escoamento ; Clim representa a camada limítrofe ;Alat é a área lateral.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o desenvolvimento dessa pesquisa obtivemos os resultados que serão apresentados logo abaixo. No posto de combustível onde foi realizado o estudo de caso, mensalmente são vendidos aproximadamente 850L de óleo lubrificante. Desse montante coletamos aproximadamente 3,5% das embalagens, ou seja, 30 amostras para realização da pesquisa.

Quantidade gerada de óleo lubrificante residual

A Tabela 4, apresenta o resultado em volume de resíduos gerados das amostras que resultou num total de 972mL de óleo residual lubrificante, ou seja, 0,97 L.

O posto em estudo comercializa em um mês aproximadamente 850L de óleo lubrificante, com isso é gerado mensalmente 27,16 L de resíduo. Assim a percentagem de óleo lubrificante que pode ser destinada de forma incorreta agredindo o meio ambiente é de aproximadamente 3,19% de resíduo oleoso. Com esses valores pode-se dizer que é significativa a quantidade de resíduo descartado na natureza pois segundo (AMBIENTEBRASIL, 2001) a poluição provocada devido o descarte de uma tonelada por dia de óleo usado para o solo ou cursos d' água equivale ao esgoto doméstico de 40 mil habitantes. De acordo com ATLAS et al. (1991), os óleos lubrificantes são capazes de gerar um impacto ambiental nos ecossistemas irreversível ou até mesmo crônico, pois apenas um litro deste produto pode ser suficiente para esgotar o oxigênio de um milhão de litros de água (AMBIENTEBRASIL, 2001).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 4 - Volumes de óleos lubrificante residual

n° da embalagem	Volume residual (ml)	n° da embalagem	Volume residual (ml)	n° da embalagem	Volume residual (ml)
1	20	11	39	21	34
2	24	12	23	22	22
3	25	13	27	23	20
4	35	14	35	24	41
5	42	15	39	25	30
6	37	16	22	26	28
7	41	17	25	27	37
8	33	18	42	28	42
9	32	19	41	29	32
10	41	20	35	30	28
Total	330	Total	328	Total	314

n°de frascos	30	Volume total de resíduos (ml)	972

Determinação do tempo necessário para retirar o óleo residual das embalagens

O procedimento foi realizado em três etapas, onde os tratamentos T1, T2 e T3 foram observados por um período de 48 horas respectivamente. Foram observados para efeito de comparação o primeiro e o segundo dia das análises visando verificar possíveis alterações de volume nas provetas após o prazo de 24 horas. Após as observações notou-se que não houve variação significativa nos volumes dos resíduos contidos nas provetas depois de 24 horas (TABELA 5).

Tabela 5 - Volume de óleo residual por dia.

nº da embalagem	Volume residual (ml)		nº da embalagem	Volume residual (ml)		n° da embalagem	Volume residual (ml)	
	1º dia	2º dia		1º dia	2° dia		1° dia	2° dia
1	20	20	11	39	39	21	34	34
2	22	24	12	23	23	22	22	22
3	25	25	13	27	27	23	20	20
4	32	35	14	35	35	24	41	41
5	42	42	15	39	39	25	30	30
6	37	37	16	22	22	26	28	28
7	41	41	17	25	25	27	37	37
8	33	33	18	42	42	28	42	42
9	32	32	19	41	41	29	32	32
10	41	41	20	35	35	30	28	28
Total	325	330	Total	328	328	Total	314	314

Determinação da camada limítrofe de óleo contido nas embalagens após escoamento de 48 horas

A Tabela 6 a seguir apresenta os valores encontrados nos cálculos realizados para determinação da camada limítrofe contida nos frascos mesmo após o escoamento de 48 horas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 6 - Determinação da Camada Limítrofe

	Resultados (m^3)	Resultados (l)	T (ºC)
Perímetro	0,3162		40
ΔL	$5,5406 . 10^{-6}$	0,0055406	40
Clim	**$25,7703 . 10^{-6}$**	0,0257703	40

Resultado do volume residual para o posto em estudo (850 frascos)

Total(m^3)	0,02191
Total(l)	21,91

Enfim conclui-se que o tempo necessário para o total escoamento do resíduo de óleo lubrificante é de 24 horas. Porém mesmo após esse tempo restará uma película de óleo, denominada camada limítrofe, que não escoará devido a força vertical atuante sobre o líquido residual ser extremamente pequena. Com isso pode-se concluir que mesmo realizando o escoamento do resíduo aparente nas embalagens, a quantidade de óleo lubrificante que forma a camada limítrofe é significativa quando consideramos o montante comercializado mundialmente. É necessário ressaltar ainda que de acordo com a Sabesp (SABESP, 2015) 1 L de óleo de origem vegetal pode contaminar 20 mil litros de água.

O posto,onde foi feita a coleta das embalagens, realiza a coleta e destinação das embalagens de óleo lubrificante contaminado (depois de retirados dos automóveis), por meio de empresas terceirizadas que são credenciadas pela Agência Nacional de Petróleo - ANP. Porém para o óleo residual contido nas embalagens de lubrificantes não há nenhum tipo de tratamento e as embalagens consideradas vazias, mas que apresentam uma camada limítrofe de óleo que não escoa no prazo de 48 horas são colocadas em sacos plásticos pretos até o momento do descarte (FIGURA 3).



Figura 3 - Saco plástico utilizado para armazenamento temporário das embalagens de lubrificantes.

Muitas vezes as embalagens utilizadas são colocadas em sacos plásticos sem tampa, o que facilita a contaminação do solo, o escoamento para mananciais e lençóis freáticos. Essas embalagens ficam alojadas em locais muitas vezes inapropriados até serem recolhidas pelas empresas de destinação final.

O Brasil possui aproximadamente 38 mil postos de gasolina. Ao considerar o total de postos existentes esse valor se torna ainda mais expressivo e indiscriminadamente a quantidade de resíduos lançados na natureza acarretará em crônicos e acumulativos nos ecossistemas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

Conclui-se que os resultados encontrados demonstram se significativos, considerando ainda que o estudo foi realizado em um único posto de comercialização de combustível da cidade.

O sistema de logística reversa para descarte das embalagens e do óleo lubrificante contaminado retirado dos automóveis na manutenção é utilizado pelo posto de combustível em estudo. Empresas terceirizadas realizam a coleta e destinação final dos mesmos, depoisdo processo de reciclagem esse material residual é novamente integrado a cadeia produtiva podendo ser reutilizado.

Contudo, os resultados mostraram que mesmo após o escoamento do óleo residual durante 24 horas uma camada limítrofe incapaz de escoar ainda permanece nos frascos. Como solução além de realizar o escoamento por 24 horas antes de realizar o descarte seria imprescindível a total retirada da camada limítrofe resistente ao escoamento. Pois ao considerar todo montante de resíduo produzido pelos postos de combustível esse valor é extremamente significativo e fator de grande impacto na degradação do meio ambiente.

Sugere-se também que os postos de combustível adotem a tecnologia Jet Oil, por ser um sistema de troca de óleo lubrificante automotivo em que o lubrificante é armazenado em tanques ou tonéis e é vendido a granel, o que evita o uso de embalagens e geração desses resídios.

REFERÊNCIAS

AMBIENTEBRASIL.Óleos lubrificantes. Revista meio ambiente industrial, ano VI, ed. 31, nº 30, 2001.

ANDRADE, M. M. Introdução a metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

CLOCK, M. et al. Redução do impacto ambiental e recuperação de custos por meio da logística reversa: estudo de caso em empresa de distribuição elétrica. Revista Produção em foco - Artigo, Rio Grande do Sul, v.1 ,n.1, p.101, 123 jan./jun. 2011.

DACACH, C. M. Cenário mundial dos resíduos sólidos e o comportamento corporativo brasileiro frente à logística reversa. Perspectivas em Gestão & Conhecimento, João Pessoa, v.i, n.2, p.118 – 135, jul./dez. 2011.

GESTÃO de óleo lubrificante automotivo usado em oficinas automotiva. Projeto programa piloto para a minimização dos impactos gerados por resíduos perigosos. Pernambuco, 2006.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIUCCI, G. A Vida Cultural do Automóvel: Percursos da Modernidade Cinética, 1. ed., Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2004, Cap. 01.

GOMES, P. L. Aspectos e impactos no descarte de óleos lubrificantes: o caso das oficinas. XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2008, Niterói. UFF, 2008. Disponível em:

<http://www.latec.uff.br/cneg/documentos/anais_cneg4/T7_0035_0236.pdf>. Acessado em: 27 ago. 2013.

LORENZETT, D. B. et al. A gestão ambiental em postos de combustíveis. Responsabilidade Socioambiental - XIV Simpósio de ensino, pesquisa e exploração, 2000, Rio Grande do Sul, UFSM, 2000.

MARTINS, H. M. A destinação final das embalagens de óleo lubrificante: o caso do programa "Jogue Limpo". 2004. Trabalho final submetido ao programa de pós - graduação em engenharia ambiental. Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SABESP, Reciclagem do óleo de cozinha produz até biodiesel, disponível em: http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect

SILVA, T. A. Descarte de óleos lubrificantes e suas embalagens: estudo de caso nos postos de gasolina e oficinas da cidade de Ituiutaba. Observatorium: revista eletrônica de geografia, Minas Gerais. v.3, n.7, p. 101 – 114, out. 2011.

SINDICOM. Informações institucionais. Disponível em <http://www.sindcom.com.br>. Acesso em: 29 ago. 2013.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MÁQUINA DE PRODUÇÂO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO RESIDUAL

BÁRBARA ALEXIA VIEIRA MARTINEZ[1], DANIELA MAZUCHELLI GARCIA[2], PRISCILA CARVALHO PUPIN 3[3], CAMILA FREITAS MAIA[4], PEDRO CASTRO NETO[5], ANTÔNIO CARLOS FRAGA[6]

[1] Graduanda, UFLA, bahalexia2@gmail.com.
[2] Graduanda, UFLA, danielamazuchelli@gmail.com
[3] Graduanda, UFLA, priscilapupin11@gmail.com
[4]Graduanda,UFLA, camilla_fmaia@hotmail.com
[5] Doutor, UFLA, oleo@ufla.br
[6] Doutor, UFLA, fraga@dag.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Grande parte do combustível utilizado no país provém de fontes não-renováveis, como o petróleo. Uma alternativa para substituir o diesel é o biodiesel, combustível produzido a partir de fontes renováveis e recicladas como os óleos residuais, que acabam sendo menos poluentes que os combustíveis à base de petróleo. Como a qualidade do biodiesel produzido com óleo residual é alta o objetivo deste trabalho foi projetar uma máquina com capacidade de produzir grandes quantidades do biocombustível. A máquina projetada possui reator encamisado resistente à pressão de 690mmHg, misturador acionado por motor elétrico, condensador com bomba à vácuo, sensor de temperatura, resistência elétrica para aquecer o reator e capacidade para produzir 70 litros de biodiesel. A máquina se mostra eficiente pois tem capacidade para produzir até 70 litros de biodiesel.
PALAVRAS–CHAVE: Biocombustível, tecnologia.

PRODUCTION MACHINE OF BIODIESEL FROM RESIDUAL OIL

ABSTRACT: Great part of the fuel used in the country comes from non-renewable fountains, like the oil. An alternative to substitute the diesel is the biodiesel, fuel produced from fountains renewable and recycled like the residual oils, which finish begin less pollutant than the fuels to the oil base. Since the quality of the biodiesel produced with oil residual is high, the objective of this work projected a machine with capacity of producing great quantities of the biofuel. The projected machine has jacketed resistant reactor to the pressure of 690mmHg, concrete mixer operated by electric motor, condensing with bomb to the vacuum, sensor of temperature, resistance electric to heat the reactor and capacity to produce 70 liters of biodiesel. The machine if efficient display so has capacity to produce up to 70 liters of biodiesel.
KEYWORDS: Biofuel, technology.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

O consumo de combustíveis fósseis tem aumentando consideravelmente nas últimas décadas. No entanto, estudos de prospecção realizados estimam que as principais reservas de petróleo do planeta deverão se esgotar em cerca de 100 anos. Embora estas reservas sejam realmente finitas, novas jazidas vêm sendo descobertas a cada dia, causando certa incerteza sobre a sua verdadeira extensão e sua real viabilidade como fonte de energia para a sociedade moderna (RAMOS et al., 2011). Uma alternativa que vem sendo apontada é o uso de combustíveis derivados da biomassa.

Definido como um substituto renovável e natural do diesel de petróleo, o biodiesel pode ser produzido através de uma alcoólise de óleos vegetais e/ou gorduras animais. Pode oferecer uma grande contribuição a aspectos fundamentais para o país, como a inclusão social de agricultores familiares diante da geração de emprego e renda; contribuição para a economia de divisas; redução da dependência do petróleo importado; fortalecimento do componente renovável da nossa matriz energética; melhoria nas condições ambientais e redução de custos na área de saúde com o combate aos males que a poluição pode causar, garantindo assim a sustentabilidade socioambiental.

De acordo com ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis), dentre as matérias primas destinadas a produção do biodiesel, apenas uma pequena parcela tem como fonte os óleos residuais (Figura 1).

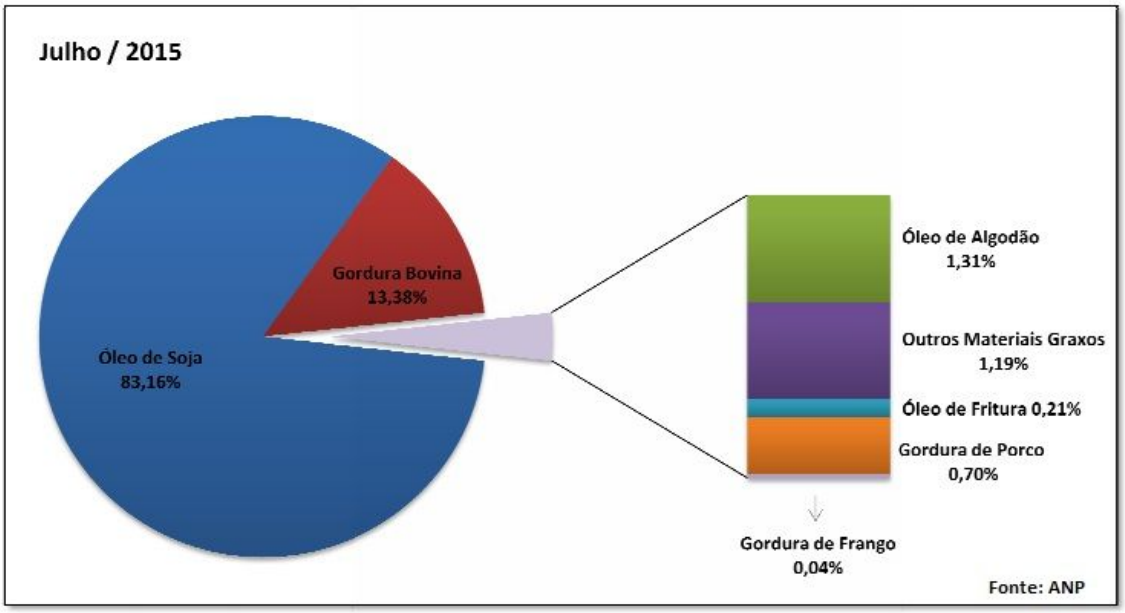


Figura 1 Matriz energética da produção de biodiesel no Brasil, mês base julho de 2015.
Fonte: ANP, 2015.

Onde o percentual das matérias-primas utilizadas para a produção de biodiesel por região em julho de 2015 (Tabela 1).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1 Matriz energética da produção de biodiesel por regiões no Brasil.

Matéria Prima	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul
Óleo de Soja		73,67%	90,02%	72,78%	79,41%
Gordura Bovina		15,90%	8,39%	23,77%	17,91%
Óleo de Algodão		10,31%	0,69%		
Outros Materiais Graxos	100,00%		0,41%	2,66%	0,85%
Óleo de Fritura Usado		0,11%	0,13%	0,78%	0,26%
Gordura de Porco			0,28%		1,57%
Gordura de Frango			0,09%		
Óleo de Palma / Dendê					

No Brasil, parte do óleo vegetal residual oriundo do consumo humano é destinado a fabricação de sabões (MITTELBACH, 1988; NETO et. al., 2000) e, em menor volume, à produção de biodiesel (NETO et al., 2000, FERRARI, OLIVEIRA e SCABIO, 2005). Atualmente o descarte deste resíduo ainda é um problema, uma vez que a maior parte é descartada na rede de esgotos, o que pode ser considerado um crime ambiental. Os óleos vegetais residuais têm sido investigados por se apresentarem como alternativa para a geração descentralizada de energia (produção de biodiesel), para geração adicional de renda (produção de sabão) e, por serem considerados resíduos de grande impacto ambiental quando descartados inadequadamente (Paulo Christoff. – Curitiba, 2007).

O objetivo deste trabalho foi projetar uma máquina para a produção de biodiesel em grande escala, onde pudéssemos reutilizar óleos residuais.

MATERIAL E MÉTODOS

O equipamento foi projetado e construído com capacidade de produção de até 70 litros, possui um reator encamisado resistente à pressão de 690 mmHg, misturador acionado por motor elétrico, condensador com bomba à vácuo, sensor de temperatura e resistência elétrica para aquecer o reator (Figura 2).



Figura 2 Reator encamisado para produção de biodiesel construído n Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Como os óleos residuais costumam ser mais ácidos que os vegetais, para o resultado final do biodiesel, foram realizadas 2 etapas: Esterificação e Transesterificação.

Para a esterificação, colocou-se 30L dos óleos no reator encamisado, adicionou-se 22,5L de metanol e 3% (v/v) de ácido fosfórico. Foi agitado a uma temperatura de 90º a 1100 rpm por 3 horas. Foi realizado o processo de decantação e em seguida descartou-se a parte inferior e secou-se na estufa a vácuo a parte superior por quarenta minutos. Esta reação consiste na obtenção de ésteres a partir da reação entre um ácido graxo livre e um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol), com formação de água como subproduto.

Também conhecida como alcoólise, a transesterificação consiste em reagir um triglicerídeo com um álcool para a formação de ésteres e glicerol. Neste processo, foi colocado 30L do óleo no reator encamisado. Aqueceu-se o óleo a 50°C e agitou-o por 10min. Foram adicionados 7,5L de metanol e posteriormente 255mL de metilato de sódio 30% deixando sob agitação durante 40min. Deixou-se decantar.

Já ao fim das duas etapas para produção de biodiesel, houve a formação de duas fases somente. Uma fase superior que indica ser o biodiesel e uma fase inferior com densidade maior que indica ser a glicerina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Óleos usados para cocção de alimentos também podem ser utilizados como matéria prima para produção de biodiesel. Mas é importante salientar, que as propriedades físico-químicas da matéria-prima estão diretamente relacionadas com o rendimento da transesterificação e com a obtenção do produto final.

Após a obtenção do biodiesel a partir da esterificação seguida de transesterificação do óleo, foi feito a densidade e a análise de acidez. O valor obtido para a acidez e a densidade estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 valores de acidez e densidades do biodiesel obtido.

Acidez (mg KOH/g de óleo)	Densidade (g/mL)
0,36 ± 0,01	0,88 ± 0,007

De acordo com os parâmetros estabelecidos pela Resolução ANP nº 07/2008, o biodiesel deve apresentar um valor de índice de acidez (mg de KOH/g) de 0,5 no máximo. O que está de acordo com o valor encontrado para o biodiesel obtido no reator.

Outro parâmetro importante na qualidade do biodiesel é o valor da densidade, uma vez que está diretamente relacionada com a pureza do produto obtido. Fatores como reação incompleta e presença de impurezas (monoglicerídeos, diglicerídeos, triglicerídeos e glicerina) podem promover mudanças na densidade (FROEHNER, LEITHOD e JUNIOR, 2007). Além disso, a densidade do biodiesel exerce efeito sobre o desempenho do motor. Como a bomba injetora alimenta o motor com volumes constantes para cada condição de operação, a variação da densidade promove alteração da massa de combustível injetada.

Os valores de densidade encontrado para o biodiesel obtido está de acordo com os valores encontrados na literatura, que correspondem a 0,86 a 0,90 g/mL. (ALPTEKIN e CANAKCI, 2008).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

O reator projetado e construído no laboratório de pesquisas em óleos, gorduras e biodiesel da UFLA, é eficiente na produção de biodiesel utilizando óleo residual como matéria prima, viabilizando a produção de até 70 litros de biodiesel.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai Almir por me proporcionar a oportunidade de estudo, ao meu orientador Pedro Castro pelo apoio e incentivo, ao G-óleo, OLEA, UFLA, CNPq, FAPEMIG, FINEP e RBTB.

REFERÊNCIAS

ALPTEKIN, E.; CANAKC, M. **Characterization of the key fuel properties of methyl ester–diesel fuel blends.** Fuel, v. 88, p. 75–80, 2009.

ANP – Agência do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, www.anp.gov.br. Acesso em 09 de julho de 2015.

CHRISTOFF, P. **Produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura comercial. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologias).** Departamento de Tecnologias Energéticas. Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, 2006.

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A**. Biodiesel de soja - Taxa de conversão em Ésteres Etílicos, Caracterização Físico-Química e Consumo em Gerador de Energia**. Química Nova, 28(1), p.19-23, 2005.

FROEHNER, S., LEITHOLD, J., JÚNIOR, L. F. L. **Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade**. Química nova, v. 30, n. 8, p. 2016, 2007.

MITTELBACH, M. & P. TRITTHART: **Diesel fuel derived from vegetable oils, III. Emission tests using methil esters of used frying oil**. JAOCS, Vol. 65, nº7 , p. 1185-1187, 1988.

NETO, P.R C.; ROSSI, L.F.S.; ZAGONEL, G.F.; RAMOS, L.P., **Produção de biocombustível alternatvo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado**. Química Nova, 23(4), p. 531-537 , 2000.

RAMOS, L. P.; SILVA, F. R.; MANGRICH, A. S.; CORDEIRO, C. S, 2011, **Tecnologias de Produção de Biodiesel**, Rev. Virtual Quim., 2011, 3 (5), 2011.

RODRIGUES, R. A**. Biodiesel no Brasil: diversificação energética e inclusão social com sustentabilidade**. In: Ferreira, José Rincon; Cristo, Carlos Manuel Pedroso Neves. O futuro da indústria: biodiesel: coletânea de artigos. Brasília: MDIC-STI/IEL, 2006.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MÁQUINA DE PURIFICAÇÃO DE GLICERINA

GUSTAVO DE ALMEIDA ANDOLPHO[1], CAMILLA FREITAS MAIA[2], LUIS FELIPE AMORIM AMARAL[3], RAFAEL PERON CASTRO[4], PEDRO CASTRO NETO[5], ANTÔNIO CARLOS FRAGA[6]

[1] Iniciação Científica, UFLA, (35) 9167-6657, gustavo@express-rc.com.br
[2] Iniciação Científica, UFLA, camilla_fmaia@hotmail.com
[3] Iniciação Científica, UFLA, luisfelipeamaral4@gmail.com
[4] Mestrando, UFRN, peron@oleo.ufla.br
[5] Pesquisador, UFLA, oleo@ufla.br
[6] Pesquisador, UFLA, fraga@ufla.gov

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Com o aumento do número de veículos nas ruas, houve também aumento na poluição, já que são abastecidos com combustíveis fósseis. Uma forma de mitigar este problema é substituí-lo por biodiesel, porque seu potencial poluidor é baixo. No entanto quando o biodiesel é produzido existe um subproduto que pode ser reaproveitado, a glicerina. Porém para poder utilizar, a glicerina deve ser purificada, retirando todo o metanol, produto extremamente tóxico, que se encontra nela, devido a necessidade do álcool estar em excesso na síntese do biodiesel. Para purificar a glicerina foi projetada uma máquina que retira o excesso do metanol. Ela possui condensador com bomba à vácuo, reator encamizado resistênte à pressão de 690mmHg, misturador acionado por motor elétrico, sensor de temperatura, duas resistências elétricas para aquecer a camisa e capacidade para purificar 70 litros de glicerina. Ela se mostrou eficiente pois purifica grandes quantidades de glicerina em curto prazo de tempo.
PALAVRAS–CHAVE: Biocombustível, glicerina, reuso.

GLYCERIN PURIFICATION MACHINE

ABSTRACT: With the increased number of vehicles in the streets, there was also increase in the pollution, since they are supplied with fossil fuels. The form of moderating this problem is substituting it for biodiesel, because its pollutant potential is low. However when the biodiesel is produced there is byproducts that can be re-used, the glycerin. Although to be able to used, the glycerin must be purified, removing all the methanol, extremely toxic product, which is in it, due to necessity of the alcohol to be in excess in the synthesis of biodiesel. To purify the glycerin a machine that withdraws the excess of the methanol was produced. It has a condenser with vacuum pump, jacketed reactor resistant to the pressure of 690mmHg, mixer operated by electric motor, temperature sensor, two electric resistances to heat the jacket and capacity to purify 70 liters of glycerin. It showed efficient because it purifies great quantities of glycerin in short term of time.
KEYWORDS: Biofuel, glycerin, reuse.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Com o aumento considerável do número de veículos nas ruas, houve também um crescimento na taxa de poluição, já que estes são abastecidos com combustíveis fósseis, como o petróleo. Quando há queima de combustível fóssil é emitido para a atmosfera dióxido de carbono, que é um gás de efeito estufa, potencializando o efeito conhecido como aquecimento global. Uma forma para minimizar este problema é o uso de biocombustíveis (PINTO et al., 2005; SUAREZ & MENEGUETTI, 2007).

Podemos definir biocombustível como todo combustível proveniente de matéria-prima renovável e principalmente de origem vegetal. Um exemplo seria o biodiesel, ele é obtido através de óleos e gorduras a partir do processo de transesterificação utilizando alcoóis de cadeia curta (Figura 1), como o metanol, além de catalisadores ácidos ou básicos (SUAREZ et al., 2007).

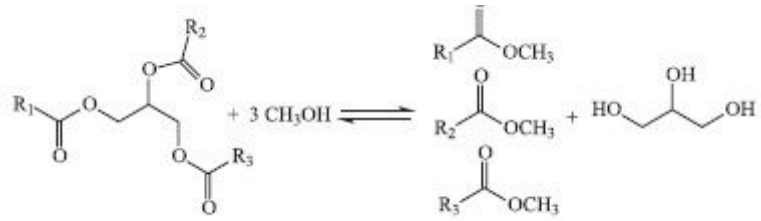


Figura 1. Transesterificação de triglicerídeos para produção de biodiesel

Durante o processo de produção do biodiesel há a formação de um subproduto, a glicerina, termo que se aplica ao produto comercial purificado (Figura 2). Existem diferentes tipos de glicerina disponíveis no mercado, que se diferem em algumas características como, a quantidade de glicerol, odor, pureza e cor. A glicerina proveniente do processo de produção do biodiesel, conhecida como glicerina loira, possui cerca de 80% de glicerol, metanol, sais dissolvidos e água (MOTA et al., 2009).

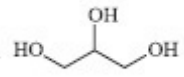


Figura 2. Glicerina

Este subproduto pode ser utilizado nos setores farmacêuticos, alimentícios e de higiene pessoal. Entretanto, para a utilização da mesma é necessário à retirada do metanol, por se tratar de um material tóxico (MOTA & MONTEIRO, 2013).

Por possuir uma cadeia mais curta (Figura 3), e maior polaridade, o metanol facilita o processo de separação entre a glicerina e os ésteres.

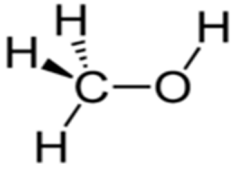


Figura 3. Metanol

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Dito isso, este trabalho teve por objetivo a projeção e avaliação de uma máquina construída para retirar o metanol encontrado na glicerina, a fim de torna-la um produto comercial purificado.

MATERIAL E MÉTODOS

A máquina projetada para purificar a glicerina possui os seguintes componentes: condensador com bomba à vácuo (modelo NOVA, motor de indução trifásico de gaiola Standard – Modelo 71), reator encamisado resistente à pressão de 690mmHg, misturador acionado por motor elétrico (modelo SITI tipo FC563-4 B14), sensor de temperatura, duas resistências elétricas que aquecem a camisa do reator, com capacidade máxima de 70 litros (Figura 4.a). A máquina conta com um painel de controle que possui os comandos de temperatura do reator e da camisa e as chaves para o acionamento do aquecedor, bomba à vácuo e agitador, além de uma chave geral e um botão de emergência (Figura 4.b).



Figura 4. *(a) Máquina purificadora de glicerina. (b) Painel de*

Para purificar a glicerina utilizando a máquina projetada é necessário seguir alguns passos. Primeiramente, liga-se o registro da água que vai para a bomba à vácuo e para a camisa do reator. Depois, no painel de controle, ligue a chave geral, acione a chave de aquecimento, ligue o agitador e ajuste a temperatura do reator e da camisa a 85ºC. Depois de tudo ligado, coloca-se a glicerina no reator através da

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

mangueira de sucção, após fechamento do sistema para que o reator não perca pressão. É de extrema importância colocar água no cano que fica localizado na lateral da máquina para que a água do sistema não vaze quando o registro do condensador for aberto, pois este serve como selo hidráulico.

Ao longo do processo é necessário sempre checar a temperatura do reator encamisado, que deve estar a 85ºC, temperatura ótima para que o processo ocorra. O sistema é grande e há grande perda de calor com o tempo. Esta checagem foi feita a cada 30 min para o processo descrito.

Ao se atingir a temperatura ideal, se faz a retirada do metanol aos poucos, fechando o registro que leva do condensador ao reservatório e abrindo o registro para esvaziar o reservatório até esvazia-lo. Assim que ele é esvaziado, é fechado o registro de saída do reservatório e aberto o registro de abastecimento do mesmo. O processo é repetido até todo o metanol seja retirado.

Para desligar a máquina, basta desligar as chaves de aquecimento, vácuo e agitação, desligar a chave geral, abrir a válvula de escape para abaixar a pressão no reator e desligar o registro de água. Por fim, basta retirar a glicerina e armazenar em recipiente adequado.

Tanto a idealização da máquina de purificação, quanto os testes de eficiência foram realizados no Núcleo de Estudos em Plantas Oleaginosas, Óleos Vegetais e Biocombustíveis (G-Óleo) no campus da Universidade Federal de Lavras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No protótipo foi realizado um teste de velocidade de purificação de uma amostra padrão de 30 litros de glicerina. A figura 5 mostra a evolução do processo de purificação ao longo do tempo, até que este esteja concluído.

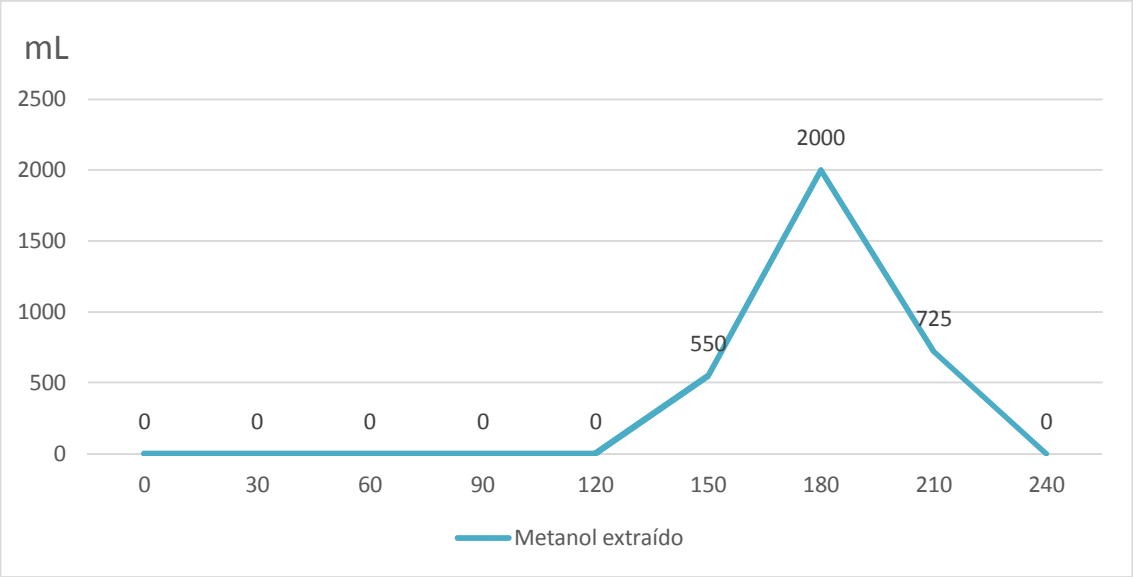


Figura 5. Quantidade de metanol extraído pelo tempo

Nos primeiros 120 minutos não houve retirada de metanol, pois o reator não havia chegado a temperatura de ebulição do mesmo (64,7ºC). A partir do minuto 150, o reator atingiu a temperatura de 69ºC, de modo que foi feita a primeira retirada com 550 mL de metanol. No minuto 180, à temperatura de 80ºC, foi retirado mais 2000 mL. Aos 210 minutos com temperatura de 82ºC foi retirado 725 mL. Por fim, aos 240 minutos, a uma temperatura de 84ºC, não houve retirada de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

metanol. Dessa forma, foi dado como encerrado o processo de purificação, com a obtenção de 3225 mL de metanol.

Todo o metanol foi extraído da glicerina em um curto espaço de tempo, extraindo cerca de 10% de metanol do volume de glicerina colocado na máquina, mostrando que a mesma foi eficiente.

CONCLUSÕES

A máquina construída obteve bom rendimento para purificação de glicerina na retirada de metanol, realizando este processo em apenas 4 horas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a UFLA, ao CNPQ, a FAPEMIG, ao FINEP, ao G-Óleo, a Olea e a RBTB.

REFERÊNCIAS

KNOTHE, G.; VAN GERPEN, J.; KRAHL, J.; RAMOS, L. P. **Manual do Biodiesel**, Edgard Blücher: São Paulo, 2006.

MOTA, C. J. A.; DA SILVA, C. X. A.; GONÇALVES, V. L. C. Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel. **Química Nova**, v.32, 2009. p.639.

MOTA, C. J. A.; MONTEIRO, R. S. Química e sustentabilidade: Novas Fronteiras em biocombustíveis. **Química Nova**, v. 36, 2013. p.1483-1490.

PINTO, A. C.; GUARIEIRO, L. N.; RESENDE, M. J. C.; RIBEIRO, N. M.; TORRES, E. A.; LOPES, W. A.; PEREIRA, P. A D.; ANDRADE, J. B. Biodiesel: An overview. **Journal of brazilian chemical society,** v.16, 2005. p.1313-1330.

SUAREZ, P. A. Z.; MENEGUETTI, S. M. P. **Química Nova,** v.30, 2007. p.2068-2071. 340p.

SUAREZ, P. A. Z.; MENEGHETTI, S. M. P.; MENEGHETTI, M. R.; WOLF, C. R. Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais poliméricos e insumos químicos: algumas aplicações da catálise na oleoquímica. **Química Nova**, v.30, 2007. p.667-676.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MÁQUINA PARA PRODUÇÃO DE SABÃO A PARTIR DE ÓLEO RESIDUAL

SINDEL LUANDA FONSECA SALES[1], CAMILA FREITAS MAIA[2], GUSTAVO DE ALMEIDA ANDOLPHO[3], DANILO DA SILVA SOUZA[4], PEDRO CASTRO NETO[5], ANTÔNIO CARLOS FRAGA[6]

[1]Iniciação científica, UFLA, (35)9962-8435, sindellunda@hotmail.com
[2]Iniciação científica, UFLA, camilla_fmaia@hotmail.com
[3]Iniciação científica, UFLA, gustavo.almeida.andolpho@gmail.com
[4]Iniciação científica, UFLA, danilosouza0495@gmail.com
[5]Pesquisador, UFLA, oleo@deg.ufla.br
[6]Pesquisador, UFLA, fraga@ufla.gov

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Embora o óleo de cozinha represente uma porcentagem ínfima do lixo, o seu impacto ambiental é muito grande no ecossistema. O óleo descartado causa mau cheiro, aumenta às dificuldades ao tratamento de esgoto e chega aos rios e ao oceano, criando uma barreira que dificulta a entrada de luz e bloqueia a oxigenação da água, comprometendo assim a base da cadeia alimentar aquática. Devido esse problema surgiu-se a necessidade de encontrar um destino para esse resíduo e a produção de sabão com essa matéria prima é uma dessas novas alternativas que vem se mostrando eficiente após pesquisas. Visto essa necessidade foi necessário projetar um novo maquinário para a produção de sabões em maior escala. Essa máquina conta com 2 tanques encamisados com capacidade de 100L cada, alimentados por um reservatório de água quente com resistência elétrica, cada tanque possui um eixo misturador acionado por um motor elétrico, com pás e um sistema de aquecimento fechado ligado há um sensor de temperatura termostático. Testes ainda estão sendo realizadas na máquina, mas sua eficiência até o momento tem sido positiva.
PALAVRAS–CHAVE: sabão residual, máquina de sabão.

MACHINE FOR PRODUCE SOAP FROM RESIDUAL OIL

ABSTRACT: Although the cooking oil represents a tiny percentage of the waste, the environmental impact is very large in the ecosystem. The oil discarded causes bad smell, increases the difficulties in sewage treatment and reaches the rivers and the ocean, creating a barrier that hinders the entry of light and blocks the oxygenation of the water, thereby undermining the basis of the aquatic food chain. Because of this problem arose the need to find a destination for this waste and the production of soap with this raw material is one of these new alternatives that has proven efficient after research. Since it is required of the projection of a machinery for the production of soap on a larger scale. This machine is designed with two jacketed tanks with 100L capacity each supplied from a hot water tank with electrical resistance, in each tank has a mixer shaft with blades actuated by a electric motor and a closed connected heating system for a thermostatic temperature sensor. Test are still being carried out on the machine, but its effectiveness so far has been positive.
KEYWORDS: residual soap, soap machine.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos provenientes de frituras tem aumentado no decorrer dos dias, consequentemente o nível de óleo residual produzido também tem se elevado. Embora o óleo de cozinha represente uma porcentagem ínfima do lixo, o seu impacto ambiental é muito grande no ecossistema [1]. O óleo descartado causa mau cheiro, aumenta às dificuldades ao tratamento de esgoto e chega aos rios e ao oceano, criando uma barreira que dificulta a entrada de luz e bloqueia a oxigenação da água, comprometendo assim a base da cadeia alimentar aquática[2]. O professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Alexandre D'Avignon, revela que a decomposição do óleo de cozinha por bactérias anaeróbicas emite grandes quantidades de metano na atmosfera [4]. O gás metano é 21 vezes mais poluente que o gás carbônico, pois retém mais radiação solar [5].

De acordo com a Oil World, a produção de óleos vegetais no Brasil é estimada em nove bilhões de litros por ano, sendo um terço desse volume destinado à produção de óleos comestíveis. Considerando o volume de óleos residuais coletados no Brasil, tem-se menos de 1% do total produzido, isto é, seis e meio milhões de litros de óleos usados [6]. Mais de 200 milhões de litros de óleos usados são descartados nos rios e lagos anualmente, danificando, assim, o meio ambiente [7]. Hoje, o óleo é o maior poluidor de águas doces e salgadas das regiões mais adensadas do Brasil [6].

Descartar óleo ou outros resíduos no meio ambiente, de acordo com a Lei Ambiental Federal n° 9605/98, é considerado crime ambiental sob pena de reclusão, desde que resulte ou possa resultar em danos à saúde humana, ou que provoque a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora[8]. Alguns países como Bélgica, Holanda, França, Espanha, Finlândia, Áustria, Alemanha, Canadá, Estados Unidos, Dinamarca, Suécia, Japão e Suíça, possuem recomendações para o descarte correto de óleos e gorduras de frituras, mas infelizmente isso não acontece no Brasil[3].

Consciente dessas ações prejudiciais ao meio ambiente teve se a necessidade de procurar por alternativas sustentáveis, e a produção de sabão utilizando o óleo residual como matéria prima é uma dessas novas alternativas que vem se mostrando eficiente após pesquisas. Devido a isso surgiu à ideia de criar uma máquina para a produção de sabão em grande escala, onde se tivesse uma maior produção em menor tempo, consequentemente reaproveitando um numero maior de óleo residual e diminuindo a poluição.

Essa maquina foi projetada no Laboratório de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras e antes de iniciar os experimentos na máquina produzida foi necessário desenvolver no laboratório de química do mesmo núcleo de estudo, receitas de sabão que fosse viável quando sua proporção aumentasse bruscamente.

MATERIAL E MÉTODOS

Como a ideia principal desse projeto é reaproveitar um resíduo e diminuir a poluição, decidiu-se fazer uma receita onde se utilizasse o menos possível de material que não fosse o óleo residual, visando não ter gastos elevados e manter o projeto como uma solução viável. Visto isso, foi retirado das receitas o sebo e o álcool, diminuindo assim o custo da produção. Foram testadas 4 receitas diferentes de sabões, são elas respectivamente:

1. 360 ml de óleo residual aquecido a 50°C
   50 ml de Lauril
   200 ml de soda 48° Be
   200 ml de água destilada

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

2. 360 ml de óleo residual aquecido a 50°C
   50 ml de Lauril
   150 ml de soda 48° Be
   200 ml de água destilada
3. 360 ml de óleo residual aquecido a 30°C
   50 ml de Lauril
   100 ml de soda 48°Be
   200 ml de água destilada
   35 ml de glicerina
4. 360 ml de óleo de residual temperatura ambiente
   50 ml de Lauril
   100 ml de soda 48°Be
   200 ml de água destilada
   35 ml de glicerina

Todas as receitas tiveram os mesmos métodos na sua realização, primeiramente em um béquer foi misturado a água, a soda, e o lauril, e depois de agitado foi adicionado ao óleo e a glicerina quando houvesse.

Esses testes foram realizados na intenção de obter a melhor receita para a produção em maior escala no novo maquinário. A máquina projetada possui 2 tanques encamisados, utilizados para a misturas das soluções com capacidade de 100 litros cada e 1 tanque de 30 litros com resistência elétrica que funciona como reservatório de água quente. Os 3 taques foram produzidos com aço inoxidável AISI304 e o restante da estrutura em aço carbono.Os tanques de solução possuem um eixo misturador com pás, acionado por um motor elétrico de 0,33cv e com redução de 40/1. Possuindo também uma bomba de água com motor de 1 cv e um quadro de comando.

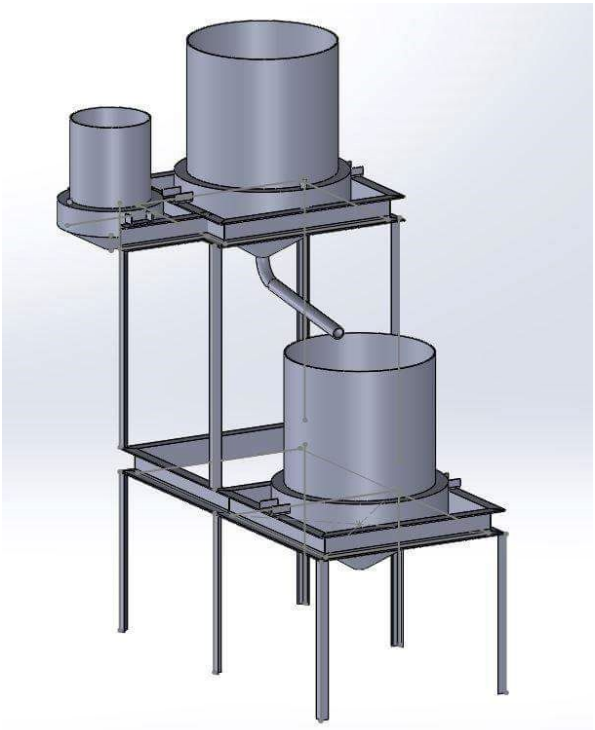


Figura 1: Primeiro esboço da máquina a ser projetada

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As receitas testadas obtiveram os seguintes resultados, nos testes 1 e 2 observou-se a formação do sabão, porém sua consistência não ficou firme e se desestruturou (esfarelou) quando manuseada. Nas receitas 3 e 4 a consistência ficou boa, o sabão ficou firme e macio, porém a receita 4 depois de um dia começo a eliminar um liquido que aparentemente seria soda e óleo, mostrando assim que não havia reagido totalmente. Através desses resultados notou-se que o teste 3 foi a mais eficiente, podendo ser produzida em maior proporção para o teste do novo maquinário.



Figura 2: Sabões produzidos para teste.

Após a conclusão de qual receita seria a mais viável, calculou-se a quantidade a ser utilizada para iniciar o teste da máquina produzida, baseando no sabão mais eficaz e no volume do maquinário. A receita utilizada foi:

48,3 L de óleos residuais 30ºC
6,71L de Lauril
13,4 L de soda 48ºBe
26,84 L de água destilada
4,7 L de glicerina

Os métodos de produção foram os mesmos realizados em laboratório.

A máquina apresentou bom desempenho nos testes, porém durante o processo de produção notou-se que o fato das pás serem centralizadas e curtas impossibilitou a mistura completa da receita, ficando sem agitação principalmente nas bordas do tanque o no fundo. Outra deficiência que necessita de reajuste é o registro de saída, que devido à mistura ser pastosa e se endurecer facilmente dificultou a retirada do produto do tanque.

As deficiências encontradas estão sendo corrigidas, porém o objetivo da máquina de ter uma

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

maior produção de sabão em um menor tempo foi concluído, e após reajuste estará apta para produzir até 100 litros de sabão proveniente de óleo residual em menos de 1 hora.



Figura 3: Máquina projetada para a produção do sabão.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

A receita 3 teve o melhor resultado devido a sua perfeita consistência, e o maquinário projetado apesar de ter sido necessário reajustes foi eficiente e satisfatório quanto ao seu grande volume de sabão produzido em um pequeno tempo.

AGRADECIMENTOS

G-ÓLEO, OLEA, RBTB, UFLA, CNPQ, FAPEMIG e FINEP.

REFERÊNCIAS

[1] ECÓLEO [Online]. Homepage: http://www.ecoleo.org.br
[2]PAUL, S.; MITTAL, G. S. Regulating the use of degraded oil/fat in deep-fat/oil food frying. Critical Review in Food Science and Nutrition, Cleveland, v. 37, n. 7, p. 635-662, 1997
[3]PARAÍSO [Online]. Programa de coleta seletiva de óleo de cozinha usado. Homepage:http://www.paraiso.mg.gov.br
[4]AMBIENTE EM FOCO[Online]. Reciclar óleo de cozinha pode contribuir para diminuir aquecimento global. Homepage: http://www.ambienteemfoco.com.br
[5]AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS[Online]. Homepage:http://www.anp.gov.br
[6]MARCONDES, C. Reciclagem do óleo. ECÓLEO - Associação Brasileira para Sensibilização, Coleta, Reaproveitamento e Reciclagem de Resíduos de Óleo Comestível. Disponível em: http://www.ecoleo.org.br/reciclagem.html
[7]GAMBOA, T. Do óleo de cozinha ao biodiesel. Ciência e Vida, Rio de Janeiro, ed. 066, dez. 2006. Disponível em: http://www.olharvital.ufrj.br/2006/index.php?id_edicao=066&codigo=2
[8]BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF, 12 fev. 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MECANIZAÇÃO DA COLHEITA EM LAVOURAS CAFEEIRAS NO MUNÍCIPIO DE CARMO DE MINAS, MG

MARCOS PAULO SANTOS LUZ[1], FELIPE MESQUITA DE MIRANDA[2], ANA CLÁUDIA ALMEIDA DA SILVA[3], CARLOS HENRIQUE CARDEAL GUIRALDELI[4], GISELLE FIGUEIREDO DE ABREU[5], GUILHERME EURÍPEDES ALVES[6]

[1] Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, 35 91921259, marcospauloluz@gmail.com
[2]Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, 35 98057636, fm.eagri@gmail.com
[3] Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, 35 91341575, anaclaudia.alsi@gmail.com
[4] Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, 35 92265190, ch_cardeal@hotmail.com
[5] Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, 35 92162035, gfigueiredoabreu@hotmail.com
[6] Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, 35 91945404, guiualves@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A fim de se avaliar o potencial de mecanização da colheita do café no município de Carmo de Minas, MG, o estudo em questão relacionou a distribuição espacial das lavouras cafeeiras e as respectivas declividades em que se encontram. O trabalho foi conduzido efetuando um levantamento da região de Carmo de Minas com o auxílio das imagens do sistema de satélites RapidEye, tornando possível a classificação da terra quanto ao diferentes usos: lavouras cafeeiras, área de mata, água, área urbana e outros usos. Posteriormente, utilizando o conjunto de softwares ArcGIS, realizou-se o mapeamento da área levando em consideração o parâmetro declividade. Em seguida, cada área produtora de café foi correlacionada com sua respectiva declividade. Os resultados revelaram a grande importância da atividade cafeeira para o município, que corresponde à cerca de 15% da área total, em detrimento das dificuldades impostas pela declividade extremamente acentuada das áreas cafeeiras (grande maioria acima de 20% de declividade), impondo restrição ao uso de colhedoras automotrizes ou de arrasto. Por fim, constatou-se a baixa aptidão da colheita mecanizada nas lavouras de Carmo de Minas, sendo uma alternativa interessante o uso de derriçadoras portáteis favorecendo o aumento da eficiência e diminuição de custos da colheita.
PALAVRAS–CHAVE: declividade, cafeicultura, mecanização.

HARVESTING MECHANIZATION IN COFFEE PLANTATIONS IN THE CARMO DE MINAS MUNICIPALITY, MG

ABSTRACT: In order to evaluate the potential of the coffee harvest mechanization in Carmo de Minas city, MG Gerais, the study in question related to spatial distribution of coffee plantations and the slopes on which they are. The work was conducted by performing a survey at Carmo de Minas region with the help of images of RapidEye satellite system, making it possible to land classification on the different uses: coffee plantations, forest area, water, urban and other uses. Subsequently, using the set of ArcGIS software, the area was mapped taking into account the slope parameter. Thus, the producing areas and the terrain slopes which are subject were correlated. The results revealed the importance of the coffee activity for the city, which corresponds to about 15% of the total area, to the detriment of the difficulties imposed by the extremely steep slopes where the crops are located (most over 20%), imposing restrictions the use of self-propelled harvesters or

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

trawling. Finally, there was the low fitness mechanical harvesting crops in Carmo de Minas, with an interesting alternative use of portable derriçadoras increasing the efficiency and reducing harvesting costs.
KEYWORDS: declivity, coffee production, mechanization**.**

INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade de grande importância e expressão econômica no Brasil. Atualmente o pais é o maior produtor e exportador mundial de café, sendo 70% da produção correspondente ao café arábica (Conab, 2015). Uma realidade enfrentada no cenário da cafeicultura atual é a questão da escassez de mão-de-obra qualificada aliada à crescente necessidade de redução custos de produção. De acordo com Kashima (1990), na etapa da colheita, que representa grande parte nos custos totais de produção, há grande necessidade de mecanização para que se alcance qualidade no produto e, principalmente, competitividade nos custos. Segundo Silva et al., 2009, entre os tipos de colheita do café, o sistema semi-mecanizado ou mecanizado apresenta grandes vantagens em relação ao convencional ou manual, tanto no que se refere ao aumento considerável da capacidade produtiva quanto à redução de custos, além de se apresentar como alternativa à escassa disponibilidade de mão-de-obra. Existem, entretanto, condições apropriadas que limitam a mecanização em diferentes níveis para cada região. Um dos principais fatores levados em consideração é a topografia do terreno. Ou seja, para processos de mecanização é recomendado declividade de até 20%, ao passo que para a colheita mecanizada, recomenda-se declividade máxima de 15%. Dessa maneira, no referido estudo buscou-se avaliar o potencial de mecanização da colheita em áreas produtoras de café do município de Carmo de Minas. Assim, estabelecendo correlações entre a distribuição geográfica das lavouras com suas declividades.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Carmo de Minas, situado na microrregião Mantiqueira de Minas, possui uma extensão territorial de 322,399km^2. Sua posição geográfica é determinada pelas coordenadas de: 22°07’21” de latitude sul e 45°07’45” de longitude oeste. Com temperatura média anual de 19,1° C e índice pluviométrico anual de 1.568,9 mm, aliados a altitudes que podem ultrapassar 1.000 metros, observa-se um elevado potencial para a produção de cafés especiais.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

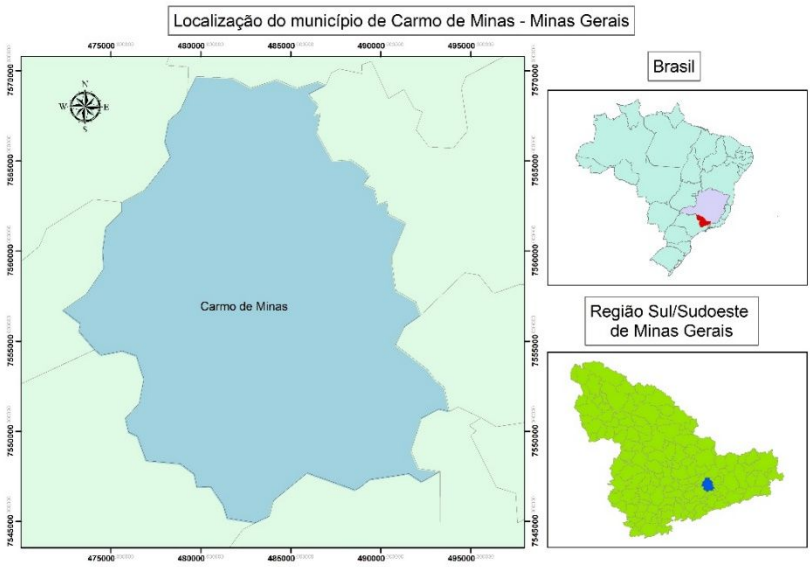


Figura 1- Localização do Município Carmo de Minas- MG

Com o auxílio de imagens de satélites do sistema alemão RapidEye, foi feito um levantamento da região de Carmo de Minas e uma posterior classificação das terras quanto ao seu uso: lavouras cafeeiras, área de mata, água, área urbana e outros usos. O RapidEye opera com 5 satélites capazes de adquirir imagens coloridas com resolução de 5 m (Souza et al., 2011). Para caracterizar a área quanto à declividade, utilizou-se um conjunto de softwares do Sistema de Informação Geográfica, o ArcGIS. Tal recurso fornece ferramentas para realização de processamento de dados geográficos e mapeamento.

De posse dos dados relacionados ao uso e declividade da terra, pôde-se estabelecer a correlação entre as áreas produtoras de café e as respectivas inclinações de terreno às quais estão sujeitas. De modo a avaliar a aptidão das lavouras a receberem colheita mecanizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento feito considerando as classes de uso da terra de Carmo de Minas leva aos dados representados na Tabela 1 e na Figura 2.

Tabela 2- Classificação da área quanto as classes de uso da terra

Classes de Uso	Área (ha)	Área (%)
Corpos d'água	58,9	0,2
Mata	6814,6	21,1
Café	4710,9	14,6
Outros Usos	20470	63,5
Área Urbana	184,5	0,6
Total	**32239,9**	**100**

Pôde-se constatar, analisando a Tabela 1, que cerca de 15% da área total do município é ocupado por lavouras cafeeiras, ressaltando a importância econômica da atividade no local.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

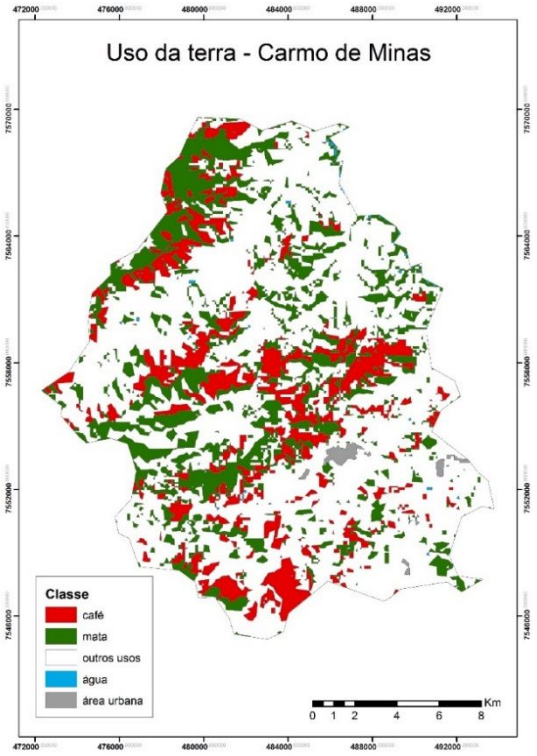


Figura 2- Classificação classe de uso da terra

Partindo para o outro ponto, que é diretamente relacionado ao potencial de mecanização da colheita, analisou-se a declividade. Os valores encontrados para tal parâmetro em Carmo de Minas estão representados na Tabela 2.

Tabela 3- Valores encontrados para declividade

Classes de Declive (%)	Área (ha)	Área (%)
0-5	4734,91	15
5-10	3630,78	11
10-15	3951,32	12
15-20	4006,73	13
>20	15910	49
Total	32239,9	100

Observa-se a partir da Tabela 2, que a região revela áreas com topografia extremamente acentuada. Porém, sabe-se que os valores acima referem-se à área total do município, ou seja, para se avaliar o potencial de mecanização da colheita das lavouras cafeeiras locais, é preciso relacionar as áreas produtoras e as declividades correspondentes à sua localização. Para tanto, utilizando os recursos do ArcGIS, foram cruzados os dados relativos às áreas de lavouras e os valores referentes à declividade. O resultado pôde ser representado na Figura 3:

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

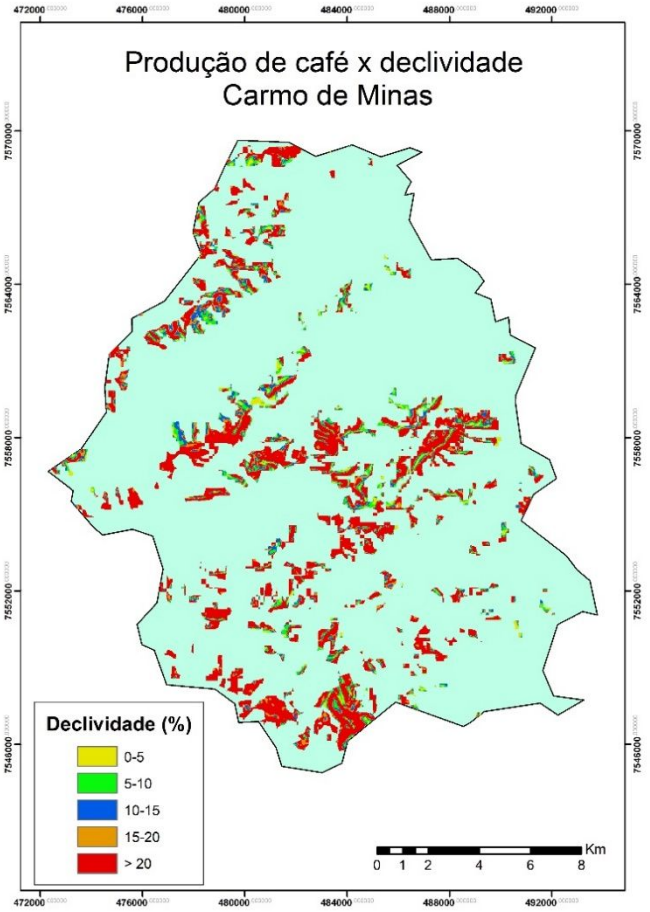


Figura 3- Lavouras de café e declividades correspondentes

Constatou-se que as áreas de lavouras cafeeiras no município estão situadas em terrenos extremamente acidentados, sendo sua grande maioria disposta em áreas com declividade acima de 20%, o que impossibilita o trabalho de colhedoras automotrizes ou de arrasto. Em menor porcentagem, algumas lavouras se encontram em áreas com declividades aptas à colheita com máquinas, porém estão distribuídas de maneira muito pulverizada, ou seja, áreas muito pequenas e distantes umas das outras, inviabilizando a utilização das colhedoras, principalmente, por questões logísticas. Diante dessa dificuldade, os produtores estão optando pela colheita semi-mecanizada, que é caracterizada pelo uso de derriçadoras costais. Com isso, viabiliza o trabalho em declividades mais acentuadas e até mesmo em lavouras mais adensadas. Além do alto rendimento da derriçadora costal, que pode realizar o serviço equivalente a 4 trabalhadores derriçando manualmente (MATIELLO et al., 2009). Essas derriçadoras apresentam elevada versatilidade podendo realizar poda, esqueletamento, e servirem como roçadeiras portáteis, a partir de uma simples adaptação (PIMENTA, 2003).

CONCLUSÕES

As áreas produtoras de café do município de Carmo de Minas se revelam pouco aptas à mecanização da colheita, sendo a utilização de colheita semi-mecanizada com derriçadoras

portáteis, um recurso extremamente eficiente e favorável dentro das limitações impostas pela topografia local.

REFERÊNCIAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Central de informações agropecuárias. Disponível em:<http://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 30 mar. 2015.

KASHIMA, T. A colheita mecanizada do café: Produtos, desempenho, e custos. In. CICLO DE ESTUDOS SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA, 4 Campinas, 1990.

MATIELLO, J.B. ; GARCIA, A.W ; ALMEIDA, S.R. e JAPIASSÚ, L.B. Melhorando a colheita do café. Engs.Agr. MAPA e Fundação Procafe, Varginha, 2009.

PIMENTA, Carlos José. Qualidade de café. Lavras: Editora UFLA, 2003. p.59 – 63. : il, 304p.

SILVA, F.M., REZENDE, F.A., ALVES, H.M.R., ALVES, M.C., MOREIRA, M.A., SILVA, A.C. Potencialidade de mecanização da região sul e sudoeste de Minas Gerais, visando a lavoura cafeeira. VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2009, Vitória - ES.

SOUZA, K. R. ; VIEIRA, T. G. C. ; ALVES, H. M. R. ; VOLPATO, M. M. L. ; ANJOS, L. A. P. ; SOUZA, C. G. ; ANDRADE, L. N. . Classificação automática de imagem do satélite rapideye para o mapeamento de áreas cafeeiras em Carmo de Minas, MG. In: VII SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2011, ARAXÁ - MG.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MÉTODO DE CLASSIFICAÇÃO NÃO SUPERVISIONADA BASEADO EM CURVAS PRINCIPAIS

ELSON CLAUDIO CORREA MORAES[1], DANTON DIEGO FERREIRA[2]

[1] Graduado, Universidade Federal de Lavras, +553599555629, elsonclaudio@gmail.com
[2] Doutor, Universidade Federal de Lavras, +553538291025, danton@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O trabalho apresenta um novo método de agrupamento e classificação de padrões baseado em Curvas Principais (CP). As curvas principais consistem numa generalização não linear da Análise de Componentes Principais (PCA) e são definidas como curvas suaves, unidimensionais, que passam, no meio de um conjunto multidimensional de dados, fornecendo uma assinatura unidimensional do mesmo. O algoritmo de extração de CP utilizado foi o k-segmentos não suave (k-seg). O método de agrupamento proposto divide a CP originalmente obtida pelo algoritmo k-seg em duas ou mais curvas, eliminando-se as interligações de maior comprimento entre os segmentos que compõe a CP. O número de interligações eliminadas é feito de acordo com os parâmetros definidos pelo usuário. Em seguida é calculada a distância dos dados às novas CPs e, posteriormente, é feita a rotulação dos dados de acordo com o critério da menor distância (quadrado da distância euclidiana) dos dados às curvas obtidas pelo método. O método foi aplicado às seguintes bases: Espiral dupla, *Half-rings*, Iris, Diabetes e *Wine*. Estas bases possuem dimensionalidade e características variadas. Os resultados foram comparados com os algoritmos *k-means* e o *Particle Swarm Optimization* (PSO).
O método obteve resultados superiores em quatro das cinco bases. Na base Diabetes o resultado foi inferior ao PSO e ao *k-means*, entretanto, a diferença entre o melhor resultado e o nosso método foi de 6,96% de erro.
PALAVRAS–CHAVE: Reconhecimento de padrões, agrupamento, K-segmentos.

METHOD UNSUPERVISED BASED ON PRINCIPAL CURVES FOR PATTERN RECOGNITION

ABSTRACT: The paper presents a new method of grouping and pattern classification based on Principal Curves (CP). The main curves consist of a nonlinear generalization of the Principal Component Analysis (PCA) and are defined as smooth curves, one-dimensional, passing, in the middle of a multidimensional dataset, providing a one-dimensional signature. The CP extraction algorithm used was not smooth k-segment (k-seg). The proposed method splits the group CP originally obtained by the k-seg algorithm in two or more curves, eliminating the greater length of interconnections between the segments that make up the CP. The number of eliminated interconnections is made according to user-defined parameters. It is then calculated distance data to the new CPs and subsequently lettering is made of the data according to the criterion of the smallest distance (squared Euclidean distance) of the data to curves obtained by the method. The method was applied to the following bases: Double Spiral, Half-rings, Iris, Diabetes and Wine. These bases have dimensionality and varied characteristics. The results were compared with the algorithms K-means and Particle Swarm optimization (PSO).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

The method achieved superior results in four of the five bases. Diabetes based on the result was below the PSO and the k-means algorithm, however, the difference between the best results and our method was 6.96% error.
KEYWORDS: Pattern recognition, clustering, K-segments.

INTRODUÇÃO

Métodos de reconhecimento de padrões têm sido usados em inúmeras áreas, dentre elas: análise, segmentação e pré-processamento de imagens, reconhecimento de faces, identificação de impressões digitais, reconhecimento de caracteres, análise de manuscritos, diagnóstico médico, reconhecimento e entendimento de voz, detecção de odores e agrupamento de dados (Theodoridis & Koutroumbas, 2009).

Em muitos dos problemas de reconhecimento de padrões não se sabe, a partir da base de dados de treinamento, a qual classe os padrões pertencem e nem o número de classes existentes. Neste tipo de problema, procura-se encontrar similaridades na base de dados e o uso de métodos de reconhecimento de padrões não supervisionados é necessário. Adicionalmente, muitos dos padrões são representados em alta dimensão, o que torna o problema de reconhecimento de padrões mais complexo.

O contexto supracitado está presente em muitos dos problemas reais e as soluções atuais não são definitivamente efetivas e requerem melhorias. Os métodos atuais de reconhecimento de padrões não supervisionado são limitados a algumas aplicações que envolvem dados com distribuições específicas. Alem disso, é uma realidade conhecida que as bases de dados podem ser de diferentes naturezas e complexidades.

O presente trabalho teve como principal objetivo explorar a capacidade de representação de dados da técnica de curvas principais (Hastie & Stuetzle, 1989) na solução de problemas de reconhecimento de padrões que requerem aprendizagem (treinamento) não supervisionada.

A técnica de curvas principais vem sendo utilizada com bastante sucesso em diversas aplicações no contexto de reconhecimento de padrões. Curva principal (CP) é uma suavização, curvilínea de dados *d*-dimensionais e foram introduzidas por Hastie e Stuetzle (1989). Trata-se de uma técnica com grande capacidade de representação de dados de alta dimensão em uma única dimensão e apresenta-se como uma opção interessante ao reconhecimento de padrões, visto que a mesma pode extrair padrões compactos de bases de dados com elevada dimensão, não requerendo, portanto, exaustivo pré-processamento. Ademais, a CP é capaz de fornecer uma descrição não linear de um conjunto de dados *d*-dimensionais em uma única dimensão.

O método proposto neste trabalho utiliza o algoritmo *K-segmentos* não suave (Verbeek, Vlassis, & Krose, 2002) para extrair a CP e se destaca em relação aos demais métodos baseados em curvas principais por sua simplicidade.

O método foi avaliado utilizando bases bidimensionais e multidimensionais, com um número variado de eventos (dados). Os algoritmos *K-means* e o *Particle Swarm Optimization* (PSO) (Esmin, Coelho, & Matwin, 2013) foram também aplicados às bases de dados para fins de comparação.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

Curvas principais

Curvas principais foram definidas por Hastie e Stuetzle (1989) como sendo curvas suaves, unidimensionais, que passam *no meio* de um conjunto de dados multidimensional, fazendo uma representação não linear e compacta do mesmo.

Uma curva unidimensional, num espaço de dimensões $\Re^d$, é um vetor $\mathbf{f}(t)$ de d funções contínuas de uma única variável t, ou seja, $\mathbf{f}(t) = \{f_1(t), \dots f_d(t)\}$. Essas funções são denominadas funções de coordenada e o parâmetro t proporciona o ordenamento ao longo da curva.

Seja $\mathbf{x}$ um vetor aleatório em $\Re^d$, possuindo densidade de probabilidade h, e momento de segunda ordem finito. Seja $\mathbf{f}$ uma curva suave parametrizada no intervalo fechado $I \subseteq \Re$, que não intercepta a si própria e de comprimento finito dentro de uma esfera de dimensões finitas em $\Re^d$. O índice de projeção é definido como:

$$t_f(\mathbf{x}) = sup_t\{t: \|\mathbf{x} - \mathbf{f}(T)\| = inf_\mu||\mathbf{x} - \mathbf{f}(\mu)||\} \qquad (1)$$

em que $\mathbf{x}$ é um evento arbitrário pertencente a $\mathbf{X}$ e μ é uma variável auxiliar definida em $\Re$. O índice de projeção $t_f(\mathbf{x})$ é o valor de t para o qual a curva principal $\mathbf{f}(t)$ está mais próxima de $\mathbf{x}$. Se houver mais de um valor possível, o maior deles é selecionado.

Diversos algoritmos foram propostos para extrair curvas principais. Este trabalho utiliza o algoritmo de Verbeek et al (2001), conhecido por k-segmentos não suave (k-seg), que além de ser robusto e ter convergência garantida, é menos susceptível a mínimos locais. O mesmo constrói a curva adicionando segmentos através da adição de um segmento a cada passo de interação a partir de um segmento inicial até que ocorra a convergência.

Método proposto

O método de agrupamento de dados proposto nesse trabalho utiliza a CP extraída pelo algoritmo k-seg para encontrar os agrupamentos. Após a extração da CP, ela é particionada em duas ou mais curvas, de acordo com o número de agrupamentos definido pelo usuário. Para isso, a interligação ou as interligações, de maior comprimento, entre os segmentos da CP são identificadas automaticamente e eliminadas. Como resultado, duas ou mais curvas principais passam a representar o conjunto de dados, de tal forma que os eventos que apresentarem a menor distância à mesma curva principal pertencerão ao mesmo agrupamento.

As etapas do método proposto para encontrar os agrupamentos em um conjunto de dados qualquer são:

1. Passo 1: Construção da curva principal de acordo com o algoritmo k-seg;
2. Passo 2: Cálculo do comprimento das interligações entre os segmentos da curva principal. O comprimento das interligações é obtido utilizando o quadrado da distância euclidiana entre os vértices das interligações;
3. Passo 3: Divisão da curva principal em duas ou mais, dependendo do número de agrupamentos definido pelo usuário. Isso é feito eliminando a interligação de maior comprimento, no caso de dois agrupamentos, e eliminando as interligações de maior comprimento, no caso de mais de dois agrupamentos. A inspeção das distâncias entre os segmentos da CP pode dar uma ideia de quantos agrupamentos existem no banco de dados;

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

4. Passo 4: Rotulação dos dados. A distância dos dados às novas curvas principais é calculada. Os eventos que obtiverem a menor distância à mesma curva principal são rotulados como pertencentes ao mesmo agrupamento. No caso do evento estiver à mesma distância de duas ou mais curvas principais, este será rotulado como pertencente ao agrupamento que possuir o maior número de dados.

Base de dados

As bases de dados utilizadas para avaliar o método proposto foram obtidas no *UCI Machine Learning Repository* (Lichman & Bache, 2013). Este repositório foi escolhido por disponibilizar bases de dados muito utilizadas pela comunidade científica para a análise empírica de algoritmos de aprendizado e devido às bases de dados serem compostas por dados de dimensão variada, dados reais e simulados, envolvendo problemas clássicos de agrupamento e classificação.

Foram utilizados cinco conjuntos de dados da UCI, duas bases de dados sintéticas, *Espiral Dupla* e *Half Rings* e três bases reais, *Iris*, *Diabetes* e *Wine*.

A Tabela 1 resume em detalhes as bases de dados utilizadas.

Tabela 1: Descrição da base de dados

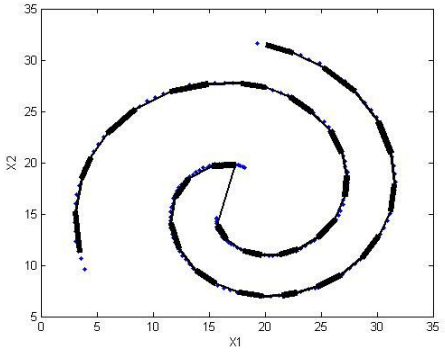
Dados	Nº de atributos	Nº de classes	Nº total de dados
Espiral Dupla	2	2	206
Half Rings	2	2	373
Iris	4	3	150
Diabetes	8	2	768
Wine	14	3	178

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões estão divididos por bases de dados nesta seção.

Espiral dupla

A base de dados modelada pela curva principal é mostrada na Figura 2.



I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Figura 2 - Curva principal original construída sobre um conjunto de dados em duas dimensões

A Figura 3 mostra as distâncias entre os vértices das interligações da curva principal mostrada na Figura 2. Pode-se concluir que existem apenas dois agrupamentos, uma vez que apenas um segmento de interligação muito longo em relação aos outros segmentos foi encontrado.

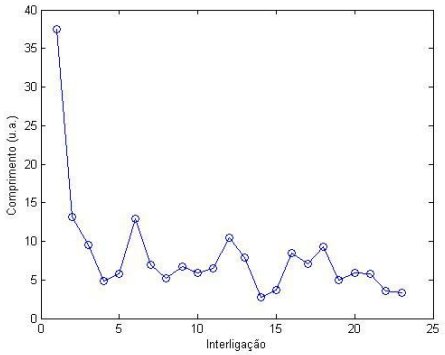
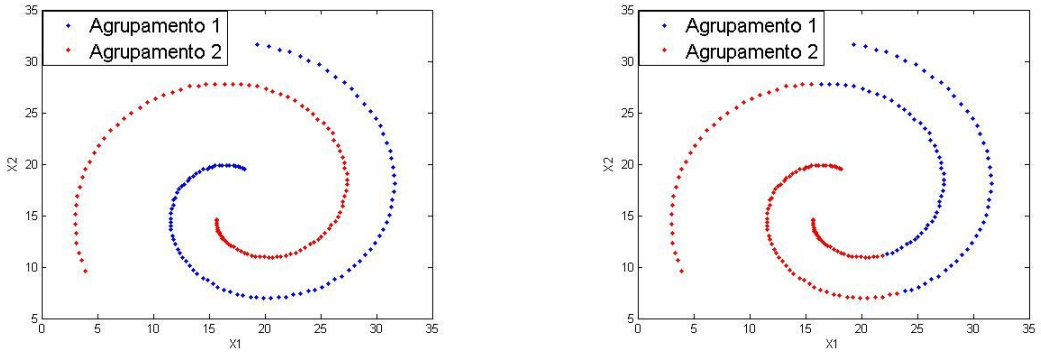


Figura 3 - Distâncias entre os vértices das interligações

Os agrupamentos obtidos pelo método são mostrados na Figura 4(a). Observe que o método obteve 100% de acerto para esta base de dados. A Figura 4(b) apresenta os agrupamentos obtidos pelo algoritmo *k-means* com um acerto de 51,13% .



(a) (b)

Figura 4 - Agrupamento obtido pelo: (a) Método proposto; (b) K-means

Half Rings

A base de dados modelada pela curva principal é ilustrada na Figura 5.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

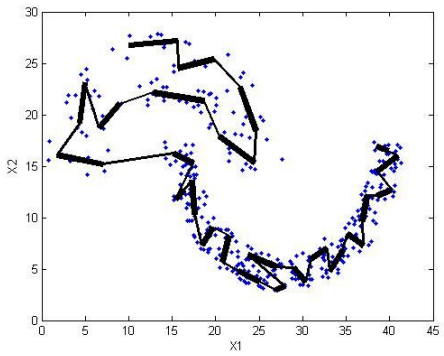


Figura 5– Curva principal original construída sobre um conjunto de dados em duas dimensões

A Figura 6 mostra as distâncias entre os vértices das interligações da curva principal mostrada na Figura 5. Pode-se concluir a presença de apenas dois agrupamentos, uma vez que apenas um segmento de interligação muito longo em relação aos outros segmentos foi encontrado.

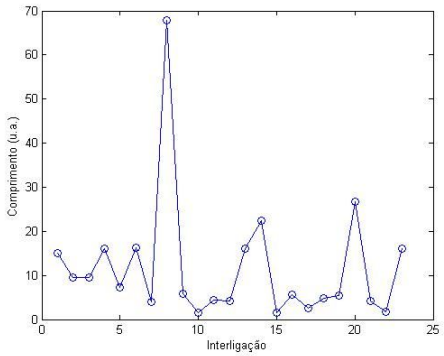
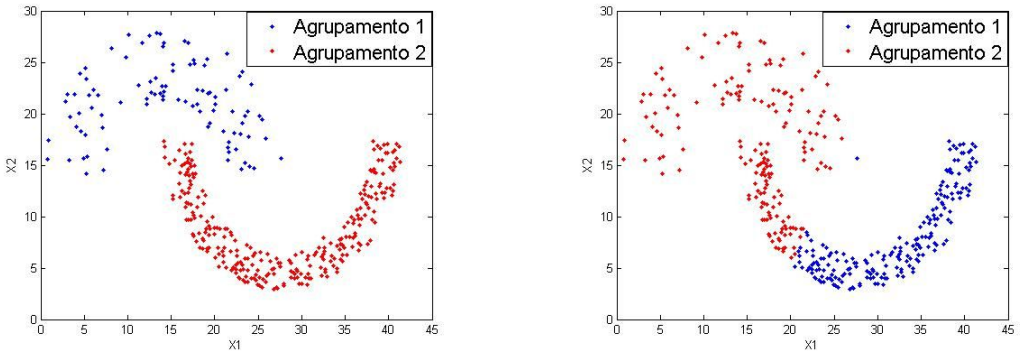


Figura 6– Exemplo de agrupamento gerado pelo método proposto

Os agrupamentos obtidos pelo método proposto são mostrados na Figura 7(a), em que um acerto na classificação dos dados de 100% foi alcançado. A Figura 7(b) apresenta o resultado do agrupamento de dados alcançado pelo algoritmo *k-means*, que obteve uma taxa de acerto de 52.85%.



(a) (b)

Figura 7 - Agrupamento obtido pelo: (a) Método proposto; (b) K-means

A seguir são apresentados os resultados referentes às bases de dados reais: *Iris*, *Diabetes* e *Wine*.

Observa-se na Tabela 2 que os resultados obtidos pelo método proposto foram superiores para as bases Wine e Iris em comparação com os métodos k-means e PSO.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Para a base Diabetes o método proposto obteve um resultado um pouco inferior ao PSO e semelhante ao k-means. Cumpre ressaltar que os resultados mostrados referentes ao algoritmo PSO foram extraídos de Coelho (2014).

Tabela 2: resultado do metodo proposto em comparação com o k-means e o PSO em termos de taxa de erro (%)

Base de dados	k-means	PSO	Método proposto
Iris	10,66	4,00	**1.33**
Diabetes	33,98	31,25	33,98
Wine	29,77	26,97	**7,85**

CONCLUSÕES

O trabalho apresentou um novo método de agrupamento baseado em curvas principais. Tendo em vista os bons resultados obtidos com bases bi-dimensionais e multidimensionais, conclui-se que essa técnica é uma ferramenta com grande potencial a ser aplicado na área de reconhecimento de padrões.

Como vantagens, vale ressaltar que o método proposto mantém os segmentos originalmente construídos pelo algoritmo k-seg, não alterando, portanto, a forma de representação da curva principal construída pelo algoritmo, além de ser bastante simples em comparação com outros métodos de agrupamento que também utilizam curvas principais (Banfield e Raftery(1992); Chang e Chosh(1998); Cleju, Fränti, e Wu,(2005); e Liu et al (2013); Stanford e Raftery(2000)).

REFERÊNCIAS

Banfield, D., & Raftery, A. E. (1992). Ice Floe Identification in Satellite Images Using Mathematical Morphology and Clustering About Principal Curves. *Journal of the American Statistical Association*, *87*(417), 7–16.

Chang, K., & Ghosh, J. (1998). Principal curves for nonlinear feature extraction and classification, 120–129.

Cleju, I., Fränti, P., & Wu, X. (2005). Clustering Based on Principal Curve. In H. Kalviainen, J. Parkkinen, & A. Kaarna (Eds.), *Image Analysis SE - 88* (Vol. 3540). Springer Berlin Heidelberg. http://doi.org/10.1007/11499145_88

Coelho, R. A. (2014). Algoritmo de enxame de part{í}culas ensemble para clusteriza{ç}{ã}o de dados.

Esmin, A. a a, Coelho, R. a., & Matwin, S. (2013). A review on particle swarm optimization algorithm and its variants to clustering high-dimensional data. *Artificial Intelligence Review*, *2014*, 1–23. http://doi.org/10.1007/s10462-013-9400-4

Hastie, T., & Stuetzle, W. (1989). Principal Curves. *Journal of the American Statistical Association*, *84*(406), 502–516.

Lichman, M., & Bache, K. (2013). {UCI} Machine Learning Repository. *University of California, Irvine, School of Information and Computer Sciences*, 2013. Retrieved from http://archive.ics.uci.edu/ml

Liu, X., Lu, F., Zhang, H., & Qiu, P. (2013). Intersection delay estimation from floating car data via principal curves: a case study on Beijing's road network. *Frontiers of Earth Science*, *7*(2), 206–216. Retrieved from http://link.springer.com/10.1007/s11707-012-0350-y

Stanford, D. C., & Raftery, A. E. (2000). Finding Curvilinear Features in Spatial Point Patterns : Principal Curve Clustering with Noise. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, *22*(6), 601–609.

Theodoridis, S., & Koutroumbas, K. (2009). Pattern Recognition. *IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL NETWORKS*, *19*(2), 376. http://doi.org/10.1016/B978-1-59749-272-0.50001-3

Verbeek, J. J., Vlassis, N., & Krose, B. (2002). A k -segments algorithm for finding principal curves. *Pattern Recognition Letters*, *23*(8), 1009–1017.

Banfield, D., & Raftery, A. E. (1992). Ice Floe Identification in Satellite Images Using Mathematical Morphology and Clustering About Principal Curves. *Journal of the American Statistical Association*, *87*(417), 7–16.

Chang, K., & Ghosh, J. (1998). Principal curves for nonlinear feature extraction and classification, 120–129.

Cleju, I., Fränti, P., & Wu, X. (2005). Clustering Based on Principal Curve. In H. Kalviainen, J. Parkkinen, & A. Kaarna (Eds.), *Image Analysis SE - 88* (Vol. 3540). Springer Berlin Heidelberg. http://doi.org/10.1007/11499145_88

Coelho, R. A. (2014). Algoritmo de enxame de part{í}culas ensemble para clusteriza{ç}{ã}o de dados.

Esmin, A. a a, Coelho, R. a., & Matwin, S. (2013). A review on particle swarm optimization algorithm and its variants to clustering high-dimensional data. *Artificial Intelligence Review*, *2014*, 1–23. http://doi.org/10.1007/s10462-013-9400-4

Hastie, T., & Stuetzle, W. (1989). Principal Curves. *Journal of the American Statistical Association*, *84*(406), 502–516.

Lichman, M., & Bache, K. (2013). {UCI} Machine Learning Repository. *University of California, Irvine, School of Information and Computer Sciences*, 2013. Retrieved from http://archive.ics.uci.edu/ml

Liu, X., Lu, F., Zhang, H., & Qiu, P. (2013). Intersection delay estimation from floating car data via principal curves: a case study on Beijing's road network. *Frontiers of Earth Science*, *7*(2), 206–216. Retrieved from http://link.springer.com/10.1007/s11707-012-0350-y

Stanford, D. C., & Raftery, A. E. (2000). Finding Curvilinear Features in Spatial Point Patterns : Principal Curve Clustering with Noise. *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, *22*(6), 601–609.

Theodoridis, S., & Koutroumbas, K. (2009). Pattern Recognition. *IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL NETWORKS*, *19*(2), 376. http://doi.org/10.1016/B978-1-59749-272-0.50001-3

Verbeek, J. J., Vlassis, N., & Krose, B. (2002). A k -segments algorithm for finding principal curves. *Pattern Recognition Letters*, *23*(8), 1009–1017.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MÉTODO DE COMPACTAÇÃO DE DISTÚRBIOS DE QUALIDADE DE ENERGIA EM REDES INTELIGENTES

MATEUS VIEIRA DA ASSUNÇÃO[1], DANTON DIEGO FERREIRA[2]

[1] Universidade Federal de Lavras, (35)88115063, mvassuncao@engautomacao.ufla.br
[2] Doutor, Universidade Federal de Lavras, (35)38291025, danton@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: No monitoramento da Qualidade de Energia Elétrica (QEE), arquivos de dados de grande extensão são gerados. Para reduzir o volume de dados armazenados, um método de compactação de distúrbios de QEE é proposto. O método consiste em segmentar (N=1.024 amostras) o sinal de tensão das três fases do sistema e construir uma matriz (3xN). Essa matriz é apresentada ao algoritmo de Análise de Componentes Principais (PCA), que retorna três componentes ortogonais entre si. Como o ruído e o distúrbio presentes nos sinais elétricos são descorrelacionados do componente fundamental (60 Hz), o PCA os isola no terceiro componente. Então, um limiar é utilizado para eliminar as amostras do ruído, armazenando apenas amostras referentes ao distúrbio. Este limiar é ajustado automaticamente usando morfologia matemática. A matriz construída gera um arquivo de 24.576 bytes. Sinais elétricos contendo um distúrbio trifásico de transitório oscilatório resultante do chaveamento de banco de capacitores foram usados para teste. Após a compactação, são armazenados dois vetores com 1.024 amostras, uma matriz resultante da compactação do terceiro componente com 512 valores e a matriz de transformação ortogonal do PCA com 9 valores, totalizando 16.968 bytes a serem armazenados, o que leva a uma razão de compactação de 30,96%. O método proposto apresentou uma boa taxa de compressão comparada a outros métodos da literatura e tem a vantagem de ser simples, uma vez que requer operações matemáticas básicas com vetores e matrizes.
PALAVRAS–CHAVE: Compactação, Redes Inteligentes, Análise de Componentes Principais.

COMPRESSION METHOD OF POWER QUALITY DISTURBANCE IN SMART GRIDS

ABSTRACT: A large data files are generated during Power Quality (PQ) monitoring process. To reduce the amount of data to be stored, a PQ disturbance compression method is proposed. It consists in segmenting (N=1,024 samples) the three-phase voltage signal and builds a matrix (3xN) with them. This matrix is presented to the Principal Component Analysis (PCA) algorithm, which provides three components that are orthogonal to each other. The PCA algorithm gives an estimation of the noise and disturbance in the third component, because they are not correlated with the fundamental component (60 Hz), which appears in the first two components. A threshold is used on the third component to vanish the samples of noise, storing then only the samples of disturbance. This threshold is automatically fit using a mathematical morphology technique. The constructed matrix generates a data file of 24,576 bytes. Electrical signals containing a three-phase disturbance of oscillatory transient caused by capacitor bank switching were used. After the compression, the resulted data are: two vectors with 1,024 samples, a matrix with 512 values representing the stored samples of the third component and the PCA orthogonal transformation matrix with 9 values, totaling 16,968 bytes to be stored, which leads to a compression rate of 30.96%. The proposed

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

method presented a good compression rate compared to other methods of the literature and it has the advantage of being simple, since it requires basic mathematical operations with vectors and matrices.
KEYWORDS: Compression, Smart Grids, Principal Component Analysis.

INTRODUÇÃO

Com o aumento das cargas elétricas não lineares com potências cada vez mais elevadas e a inserção de novas fontes de energia levando à geração descentralizada, cresce a demanda de uma rede elétrica mais flexível, confiável, segura, ecológica, eficiente, adaptativa, inteligente e observável em todos os níveis de tensão [1]. Este tipo de rede é atualmente referida como rede inteligente, ou Smart Grid [1].

Uma das tarefas importantes em Smart Grids é o monitoramento da Qualidade de Energia Elétrica (QEE) [2], que consiste em detectar e classificar os distúrbios que acometem os sinais de tensão e corrente bem como levantar os índices de QEE. No monitoramento da QEE, arquivos de dados de grande extensão são gerados. A fim de reduzir o volume de dados a serem armazenados, alguns métodos de compactação de sinais utilizando técnicas de processamento de sinais foram propostos. [3], [4] e [5], utilizam a transformada wavelet como ferramenta principal para compressão. Em [3] os dados são decompostos em sinais de baixa e alta frequência pela transformada wavelet e um limiar determina as informações necessárias e desnecessárias para análise. A limitação deste método é a escolha do limiar, que é dependente do tipo de distúrbio que acomete o sinal analisado. No trabalho apresentado em [4], as propriedades esparsas da transformada wavelet são exploradas a fim de ampliar as taxas de compressão. Ribeiro et. al. [5] apresenta novas propostas de métodos adaptativos de compressão utilizando a transformada wavelet.

Neste trabalho, a técnica de Análise de Componentes Principais (PCA) [6] é empregada para a compactação de distúrbios de QEE em sistemas trifásicos. O PCA, também conhecido como transformada de Karhunen-Loève (KLT) discreta, é um método de processamento estatístico de sinais que realiza uma transformação ortogonal num conjunto de observações de variáveis. O resultado é um novo conjunto de variáveis linearmente descorrelacionadas, chamadas de componentes principais.

MATERIAL E MÉTODOS

O método proposto consiste em quatro etapas. Na primeira etapa, um segmento de sinal de tensão de cada fase do sistema elétrico monitorado ($\mathbf{v}[n]$, $n = 1, ..., N$ amostras discretas no tempo) é recortado de forma sincronizada e agrupado constituindo o vetor de observações:

$$\mathbf{x}[n] = \left[v_a[n], v_b[n], v_c[n]\right]^T \tag{1}$$

Na segunda etapa, o vetor de observação é apresentado ao algoritmo PCA, que realiza uma transformação linear ortogonal, definida por:

$$\mathbf{y}[n] = \mathbf{W}\mathbf{x}[n], \tag{2}$$

em que $\mathbf{y}[n] = [y_1[n], y_2[n], y_3[n]]^T$ é o vetor de componentes principais, organizado de forma decrescente, ou seja, da máxima energia (componente $\mathbf{y_1}[n]$) à mínima ($\mathbf{y_3}[n]$), e $\mathbf{W}$ é a matriz de transformação ortogonal ou matriz de descorrelação.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Os métodos de compactação que utilizam PCA, normalmente, descartam os componentes de menor energia. O método proposto neste trabalho mantém todos os componentes principais e descarta apenas as amostras irrelevantes (ruídos) do terceiro componente, visto que o mesmo carrega informações importantes acerta dos distúrbios e, portanto, estas são mantidas. Nesta etapa, um limiar é definido automaticamente usando as operações de dilatação e erosão de morfologia matemática de forma simplificada, como proposto em [7]. Todos os valores abaixo do limiar, na terceira componente principal, são descartados no armazenamento dos dados e substituídos por zero para a reconstrução das observações, obtidos pela operação $\mathbf{x}[n]=\mathbf{W}^{-1}\mathbf{y}[n]$.

Os dados a serem armazenados são as duas primeiras componentes, a matriz de descorrelação $\mathbf{W}$ e uma matriz contendo as informações úteis do terceiro componente. Essa matriz ($2\text{x}K$) deve conter duas linhas, a primeira correspondendo aos valores não nulos do terceiro componente (K valores) e a segunda linha contendo as posições das amostras correspondentes aos valores da primeira linha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a avaliação do método proposto, é apresentada a compactação de sinais de tensão trifásicos simulados (frequência de amostram de 15.360 Hz e SNR de 40dB) corrompidos por transitório oscilatório. A Figura 1 mostra os sinais a serem compactados. Observa-se um distúrbio de transitório oscilatório nas três fases do sistema elétrico.

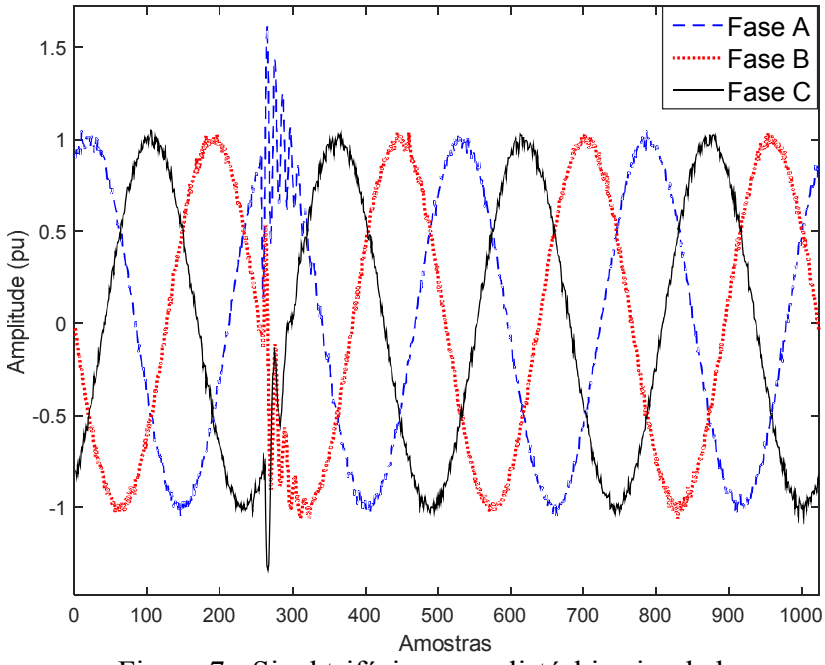


Figura 7 - Sinal trifásico com distúrbio simulado

O vetor de observações $\mathbf{x}[n]$ foi construído para N = 1024 amostras de acordo com (1) e apresentado ao algoritmo PCA. A Figura 2 mostra os componentes principais obtidos pelo PCA. Observa-se que o terceiro componente apresenta apenas ruído e uma parcela do distúrbio transitório oscilatório.

Com o intuito de eliminar apenas o ruído presente no terceiro componente principal (Figura 2), um limiar foi definido usando morfologia matemática, de forma que as amostras com valores menores do que esse limiar (referentes a ruídos) sejam descartadas e as demais amostras (referentes

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ao transitório) sejam armazenadas. O resultado da aplicação deste limiar é mostrado na Figura 3. A Figura 4 mostra os sinais de tensão trifásicos reconstruídos após a compactação realizada.

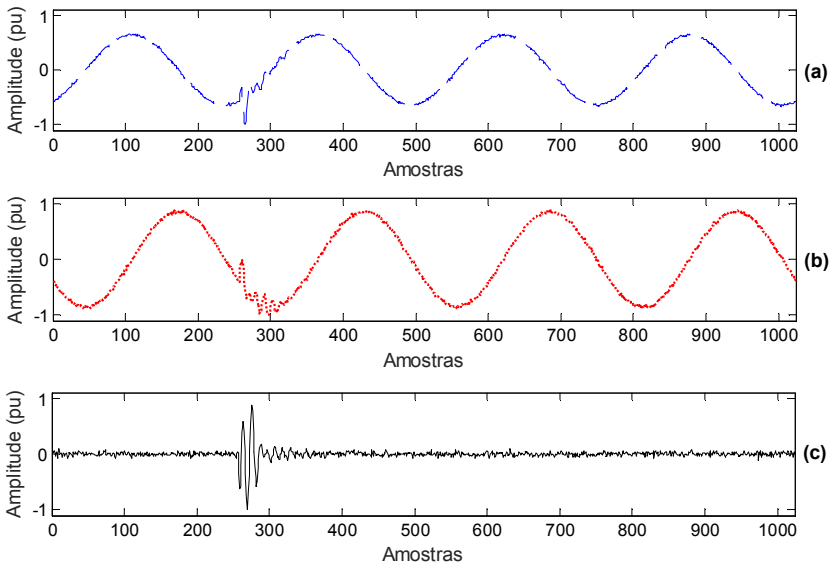


Figura 2 - Componentes principais: (a)primeiro componente; (b)segundo componente; e (c)terceiro componente

O vetor de sinais originais **x**[*n*] é constituído de 3 linhas de dados com 1024 valores cada, contabilizando um arquivo de tamanho 24.576 bytes. Os sinais armazenados formam dois vetores com 1024 valores, uma matriz resultante da compactação do terceiro componente com 512 valores e a matriz de descorrelação com 9 valores, totalizando 16.968 bytes a serem armazenados, o que leva a uma razão de compactação de 30,96%.

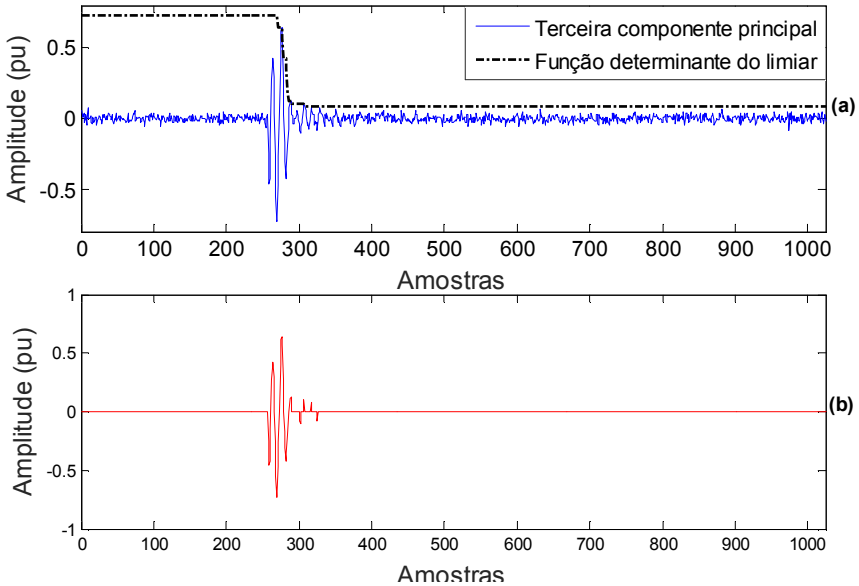


Figura 3 - Terceiro componente principal: (a) antes de aplicar o limiar e; (b) após aplicar o limiar

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

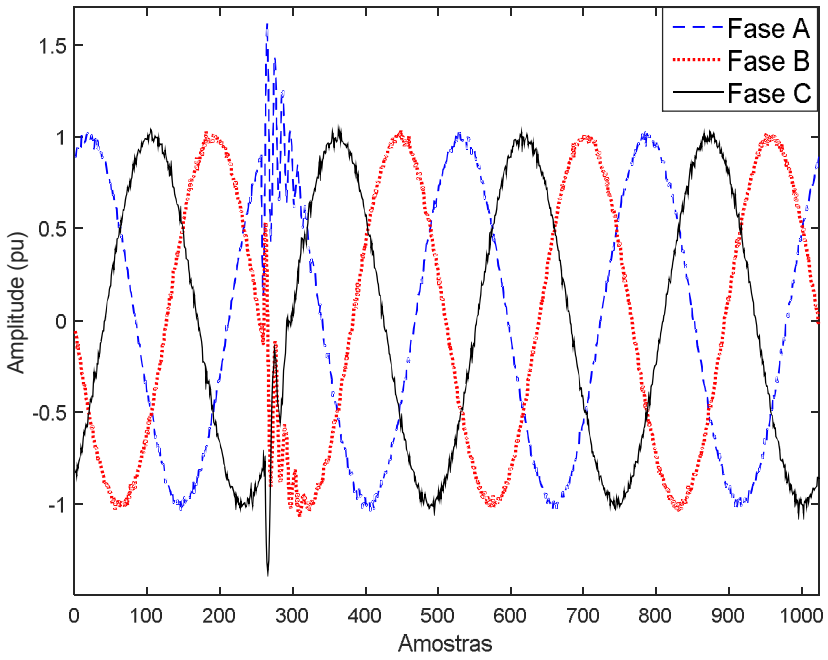


Figura 4 - Sinais de tensão trifásicos com distúrbio reconstruídos

A fim de ampliar a análise, apresenta-se ao método proposto outro conjunto de sinais de tensão trifásicos simulados (frequência de amostram de 15.360 Hz e SNR de 30dB) corrompidos por afundamento de tensão, também conhecido como *sag*. Esse tipo distúrbio foi escolhido por ser um dos mais recorrente no sistema elétrico. A Figura 5 mostra os sinais a serem compactados, provenientes de vetor de sinais originais $\mathbf{x}[n]$ constituído de 3 linhas de dados com 1.024 valores cada, contabilizando um arquivo de tamanho 24.576 bytes.

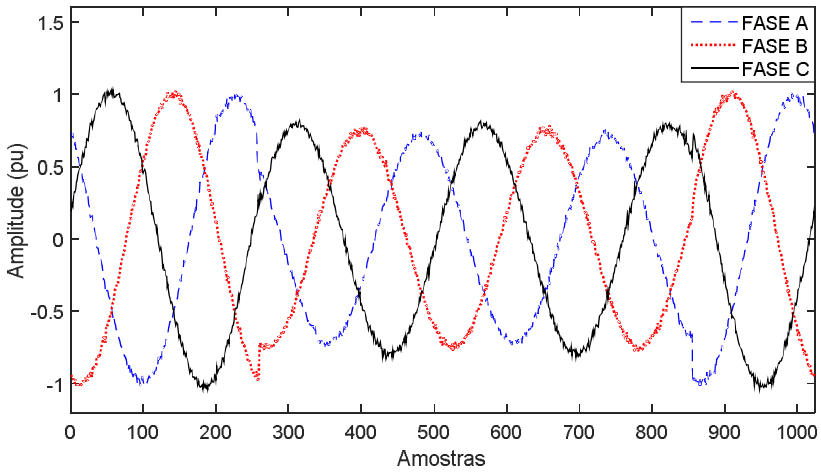


*Figura **5** - Sinal trifásico com afundamento simulado*

Aplicando as etapas descritas no item anterior, observam-se na Figura 6 as componentes principais provenientes da aplicação do PCA e na Figura 7 o resultado da aplicação do limiar na terceira componente. É importante observar que no terceiro componente principal o distúrbio é mais rápido em comparação com o caso do transitório oscilatório e isso irá resultar em uma compactação

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

um pouco maior em relação ao outro teste, pois o limiar irá excluir uma maior quantidade de dados referente a ruídos.

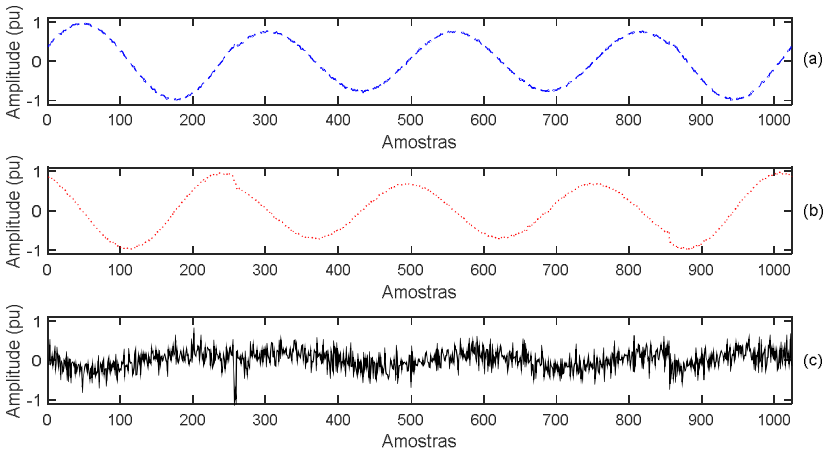


Figura 6 - Componentes principais (afundamento): (a)primeiro componente; (b)segundo componente; e (c)terceiro componente

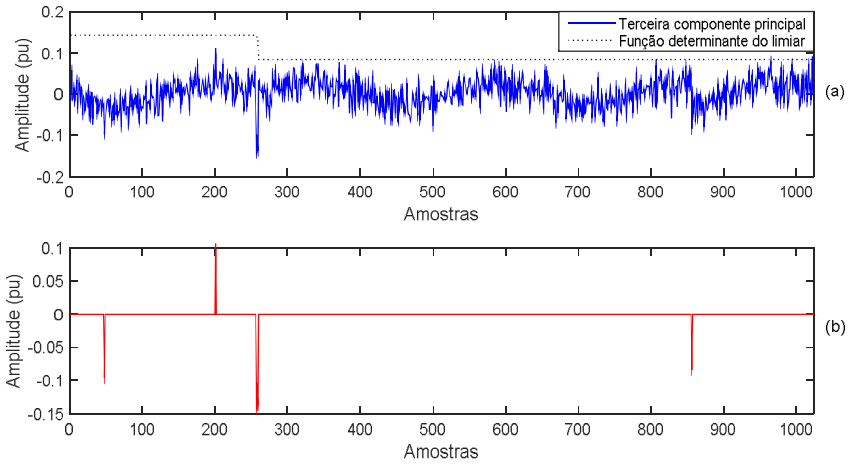


Figura 7 - Terceiro componente principal (afundamento): (a) antes de aplicar o limiar e; (b) após aplicar o limiar

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

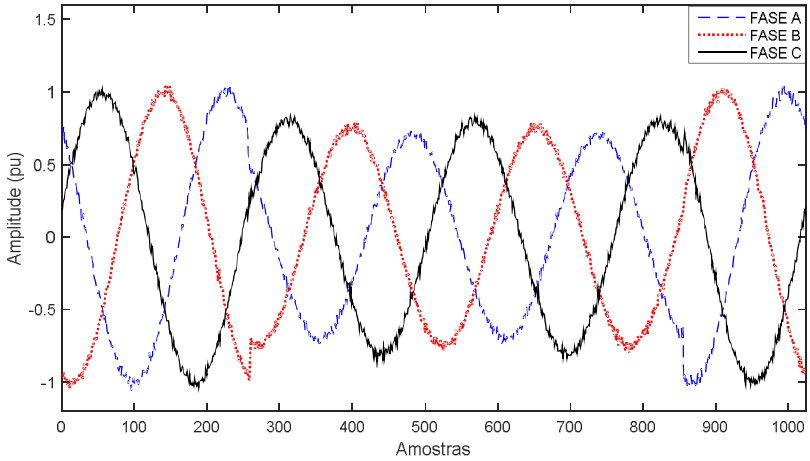


Figura 8 - Sinais de tensão trifásicos com afundamento reconstruídos

Na Figura 8 está o sinal reconstruído com uma razão de compactação de 32,52%. Para esse resultado foi necessário o armazenamento de dois vetores com 1.024 valores, uma matriz resultante da compactação com 16 valores e a matriz de descorrelação com 9 valores, totalizando 16.968 bytes.

CONCLUSÕES

O método de compactação proposto apresentou uma boa taxa de compressão para dois tipos de distúrbios, transitórios oscilatórios e afundamentos, e tem a vantagem de ser simples, uma vez que requer operações matemáticas básicas com vetores e matrizes. Além disso, o método é capaz de ajustar o limiar para o tipo de distúrbio, automaticamente, usando as operações de morfologia matemática.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem os apoios concedidos pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) (TEC – APQ-01512-13) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (476681/2013-8).

REFERÊNCIAS

[1] M. P. Tcheou, L. Lovisolo, M. V. Ribeiro, E. A. B. da Silva, M. A. M. Rodrigues, J. M. T. Romano, P. S. R. Diniz, “The Compression of Electric Signal Waveforms for Smart Grids: State of the Art and Future Trends”, *IEEE Transactions on smart grids*, v. 5, pp. 291–302, Janeiro 2014.

[2] P. F. Ribeiro, C. A. Duque, P. M. Silveira, A. S. Cerqueira, *Power Systems Signal Processing for Smart Grids.* 1. ed. Chuchester United Kingdon: Jhon Siley & Sons LTD, 2013. 417p.

[3] S. Santoso, E. J. Powers, W. M. Grady, "Power Quality Disturbance Data Compression using Wavelet Transfom Methods", *IEEE Transaction on Power Delivery*, v. 12, pp. 1250–1257, Julho 1997.

[4] M. V. Ribeiro, J. M. T. Romano, C. A. Duque, "An Improved Method for Signal Processing and Compression in Power Quality Evaluation", *IEEE Transaction on Power Delivery*, v. 19, pp. 464–471, Abril 2004.

[5] M. V. Ribeiro, S. H. Park, J. M. T. Romano, S. K. Mitra,"A Novel MDL-based Compression Method for Power Quality Applications", *IEEE Transaction on Power Delivery*, v. 22, pp. 27–36, Janeiro 2007.

[6] I. T. Jolliffe, *Principal Component Analysis*. 2. ed. Springer-Verlag, New York, 2002.

[7] T. Radil, P. M. Ramos, F. M. Janeiro, A. C. Serra, "PQ Monitoring Systems for Real-Time Detection and Classification of Disturbances in a Single-Phase Power System", *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, v. 57, pp. 1725–1733, Junho 2008.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MÉTODO DE EXECUÇÃO DE OBRAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO

JAQUELINE TEIXEIRA BOUSADO[1], DANIEL CAMPOS FERRARI NOÉ[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO NETO[4]

[1] Graduanda em Engenharia Civil, Fundação Presidente Antônio Carlos, jaquelinetbousado@hotmail.com
[2] Bacharel em Engenharia Civil, Fundação Presidente Antônio Carlos
[3] Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, israeliasbik@gmail.com
[4] Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamatoneto@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O trabalho tem como objetivo demonstrar o processo construtivo de obras de alvenaria estrutural com blocos de concreto e ressaltar vantagens e desvantagens em comparação a outras metodologias construtivas. Este modelo de construção não utiliza elementos estruturais (pilares e vigas) como na alvenaria convencional, o que faz com que as paredes funcionem como elementos estruturais e de vedação. Para que isso ocorra, os materiais utilizados devem seguir características e normas para garantir a eficiência e segurança do processo construtivo. Identificou-se detalhes nos blocos estruturais de concreto, seus modelos de famílias e seu modo correto de armazenagem, especificando propriedades das argamassas e seus traços. Os projetos de alvenaria estrutural detalharam os modelos de blocos escolhidos pelo projetista, determinam a modulação (posicionamento das primeiras fiadas dos blocos) e também o projeto de elevação das paredes que permitem passar os tubos elétricos e hidráulicos, evitando corte nos blocos, o que não é permitido, uma vez que diminuiriam expressivamente a resistência da parede estrutural. Chegando aos procedimentos de execução, estes representam a marcação da obra, as elevações dos blocos, até a conferência de prumo e nível para garantir uma obra econômica, rápida e segura. Apesar de limitações arquitetônicas e reformas não previstas o método estudado garante uma economia considerável, motivada pela rapidez de execução, economia de material e mão de obra.
PALAVRAS–CHAVE: alvenaria estrutural, sistema construtivo, blocos de concreto.

METHOD OF EXECUTION IN STRUCTURAL MANSORY CONSTRUCTION WITH CONCRETE BLOCKS

ABSTRACT: The object of this research is to show the constructive process of structural masonry constructions with concrete blocks and to highlight advantages and disadvantages in comparison with others constructive methods. This model of construction does not use structural elements (pillars and beams) as the traditional masonry, what makes the walls work as structural elements of sealing. For this to happen, the used materials have to follow standards and characteristics to guarantee the efficiency and security in the constructive process. It was identified details in the structural concrete blocks, its models of families and its correct way of storage, specifying the properties of mortar and its traits. The projects of structural masonry details the models chosen by the draftsman, determine modulation (positioning of the first rows of blocks) and also the project of elevation of the walls that allows the passage of electrical and hydraulic tubes, avoiding cuts on the blocks, what it is not allowed, once they diminish meaningly, the resistance of the structural wall. Coming to the execution procedures, these represent the marking of the construction, from the

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

elevation of the blocks until the conference of plumb and level to guarantee an economic construction, fast and safe. Despite architectural limitations and not expected reforms, the studied method guarantees a substantial economy, motivated by the speed of execution, economy of the material and workmanship.
KEYWORDS: **s**tructural masonry, constructive system, concrete blocks.

INTRODUÇÃO

A alvenaria estrutural, analisando de uma maneira prática, é a forma de empilhar blocos utilizando ou não material ligante entre eles, de modo a proteger um ambiente interno, semelhante ao feito nas pirâmides, coliseu de Roma, muralhas da China, castelos medievais e até mesmo em casas mais simples utilizando tijolos maciços de barro. Esses são exemplos que se destacam pelo processo construtivo, simplicidade, segurança e os materiais utilizados (SÁNCHEZ, 2013).

Segundo Tauil (2010) a alvenaria é o conjunto de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso. Ele ressalta que a formação de um conjunto coeso serve para vedar espaços, resistir a cargas, promover segurança, resistir a impactos, a ação do fogo, isolar e proteger acusticamente os ambientes, contribuir para a manutenção do conforto térmico, além de impedir a entrada de vento e chuva no interior dos ambientes. A alvenaria de blocos de concreto, quando tratada de forma adequada, proporciona vantagens significativas no processo de racionalização da construção quando comparada a outros processos mais tradicionais.

Tendo em vista a praticidade de sua execução e simplicidade, alguns detalhes devem ser observados, pois a má execução pode levar a problemas sérios, desde trincas e rachaduras a ruína da edificação. Paredes desalinhadas, fora do esquadro e fora do prumo significam um risco considerável, o qual deve ser evitado ao máximo, pois em alvenaria estrutural não se utilizam pilares e vigas, as paredes têm função estrutural, e para que funcionem perfeitamente, as forças devem ser distribuídas de forma a se dissiparem uniformemente por todas as paredes até a fundação (TAUIL, 2010).

Com as aplicações de inúmeras tecnologias na construção civil para suprir a falta de mão de obra e com a crescente necessidade de obras rápidas, econômicas, ecologicamente corretas e com o mínimo de desperdício possível, a alvenaria estrutural ganha cada vez mais espaço na moderna construção civil e vence antigos preconceitos do método construtivo.

Diante do exposto o presente trabalho tem como objetivo demonstrar o processo construtivo de obras de alvenaria estrutural com blocos de concreto ressaltando vantagens e desvantagens em comparação a outras metodologias construtivas.

REFERENCIAL TEÓRICO

Histórico

A alvenaria é um sistema construtivo muito antigo e tradicional, e tem sido utilizado desde o início da atividade humana para execução de estruturas para os mais variados fins.

O ponto de partida da "moderna alvenaria estrutural" começou com o professor Paul Haller na Suíça, devido a falta de concreto e aço proporcionados pela demanda na Segunda Guerra Mundial surgiu a necessidade de se estudar e desenvolver parâmetros mais detalhados para assegurar viabilidade na construção de obras de maior porte (SÁNCHEZ, 2013).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

No Brasil a alvenaria estrutural surgiu anteriormente a 1960 com o conhecimento empírico, uma técnica considerada como uma "alvenaria resistente", pois não havia normas e regulamentos com os critérios de segurança no dimensionamento. Nessa época, as obras quase não passavam de quatro pavimentos e eram construídas com simples critérios de execução baseadas na experiência do construtor (SÁNCHEZ, 2013).

O aumento da construção em alvenaria estrutural sem uma normalização adequada ocasionou o surgimento de diversas patologias nas obras, especialmente no fator durabilidade.

Em 1984 surge a primeira norma brasileira que trata dos blocos vazados de concreto, fornecendo parâmetros para escolha dos materiais, detalhes de execução e projetos.

Definições

A alvenaria estrutural consiste na estrutura da edificação. Dessa forma, recomenda-se a execução de um projeto detalhado, compatível com os produtos normatizados e a utilização de mão de obra qualificada. Na alvenaria estrutural, não se utilizam pilares e vigas, pois são as paredes que compõem a estrutura da edificação e distribuem as cargas, uniformemente, ao longo das fundações. Dessa forma, deve se levar em consideração a análise das armações e grauteamento dos blocos, para reforço nas paredes quando houver necessidade.

Materiais constituintes

As paredes em alvenaria estrutural são compostas basicamente pela união de diferentes materiais, como bloco, argamassa, graute e aço, se necessário.

Blocos de concreto

Elemento estrutural utilizado em grande quantidade, os blocos de concreto para alvenaria estrutural fazem parte do caminho crítico da estruturação de uma obra. Por dispensar a concretagem de elementos estruturais, os projetos de alvenaria estrutural precisam ser bem detalhados e modulados, representando claramente os blocos e especificando os modelos a serem utilizados, para que assim não ocorra recortes nos blocos, o que implica grande perda da capacidade estrutural.

"Os blocos de concreto são unidades estruturais vazadas, vibrocompactadas a seco, os materiais que constituem são: areia, pedra, cimento, água e aditivos" (SÁNCHEZ, 2013, p. 76). O processo de fabricação e cura ainda deve assegurar a obtenção de um bloco de concreto suficientemente compacto, homogêneo e que mantenha suas propriedades de resistência.

O projetista no momento do dimensionamento deve definir qual a capacidade de resistência do bloco a ser utilizado na confecção do projeto e na obra, para isso deve escolher uma família de blocos, seguindo um padrão normatizado de dimensões e resistência.

Os modelos de bloco são: bloco inteiro, meio-bloco, blocos compensadores, blocos canaleta, bloco elétrico e bloco J. As famílias mais usadas de blocos estruturais de concreto são as de blocos 14x19 e 19x39.

A estocagem dos blocos no canteiro de obra deve ser planejada antecipadamente obedecendo às prescrições da Norma Brasileira (NBR) 6136 Associação Brasileira de Normas Tecnicas (ABNT), 2014. Segundo Mariane (2014), o ideal é que seja colocado em paletes, e seja levado do caminhão direto para o local de aplicação. Caso este transporte direto não seja possível, os blocos devem ser armazenados em uma rota planejada, facilitando a sua distribuição na obra e a salvo das intempéries. A altura das pilhas dos blocos não deve ultrapassar nove camadas e para evitar perda da qualidade e da resistência, deve ser manuseado cuidadosamente, evitando empilhamento incorreto.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Argamassa

Além das unidades de blocos é importante destacar o comportamento da argamassa de assentamento, pois é por meio desta que se garantem a solidez necessária nas paredes estruturais e a vedação das juntas. Segundo Sánchez (2013), a função principal da argamassa é transmitir todas as ações verticais e horizontais atuantes, de forma a unir as unidades de blocos. Além desta função ela também é utilizada para absorver algumas deformações e compensar irregularidades causadas pela variação das dimensões dos blocos.

Normalmente, compostas pela união de cimento, cal, areia e água suficiente para produzir uma mistura plástica e com boa trabalhabilidade, proporcionando ligamento das unidades e uma boa vedação das juntas para evitar a entrada de ar e água.

Para a definição da argamassa de assentamento, segundo o anexo D da NBR 15.961-1 (ABNT, 2011), devem ser feitos ensaios com antecedência, utilizando-se preferencialmente os materiais dos mesmos fornecedores selecionados para obra. Os requisitos necessários estabelecidos no projeto estrutural são realizados através de ensaios de compressão.

Segundo a NBR 15.961-2 (ABNT, 2011, p. 5), durante o uso, a argamassa poderá ter sua consistência alterada adicionando água, por no máximo duas vezes, evitando perda de suas propriedades plásticas e de resistência. Em locais de clima quente e ventos fortes, é recomendado cobrir o recipiente da argamassa. No momento do assentamento dos blocos de concreto na alvenaria estrutural, a argamassa deve cobrir todo o prisma do bloco, proporcionando dissipação uniforme das cargas da estrutura.

Graute

O graute é um microconcreto com fluidez suficiente para preencher os vazios dos blocos nos locais especificados no projeto de estrutura, de forma a unir as armaduras à alvenaria, preenchendo completamente as cavidades dos blocos onde se encontram. Assim, aumentando a resistência à compressão das paredes e consequentemente, aumentando sua capacidade de carga.

Composto dos mesmos materiais usados nos concretos convencionais, pedras, areia, cimento e água (BOTELHO, 2013). O graute é utilizado para reforço estrutural em todas as zonas de maior concentração de esforço e acúmulo de tensões. Segundo a NBR 15.961-1 (ABNT, 2011, p. 9), para a alvenaria estrutural armada, a resistência à compressão característica do graute deve ter valor mínimo de 15 Mpa.

O graute é lançado quando a parede está no meio pé-direito e depois quando está toda erguida, podendo ser utilizadas até três camadas de lançamento de graute dependendo da fluidez do material. Os vibradores não são muito comuns para o lançamento do graute, contudo, pode ser utilizado sem maiores danos. Uma prática mais comum é vibração manual das barras de aço que passam pelo bloco onde será colocado o graute.

O graute deve ser dosado para que atinja as características físicas e mecânicas necessárias para o bom desempenho estrutural da parede.

Armadura

Apesar de não utilizar elementos estruturais a alvenaria estrutural utiliza artifícios para aumentar a resistência de pontos específicos e para suportar cargas de obras de maior porte utilizando ferragens em pontos estratégicos. Como ressalta Tauil (2010) a alvenaria estrutural é dividida em três tipos diferentes:

- Alvenaria estrutural não armada: Tipo de alvenaria em que simplesmente, o elemento de alvenaria é necessário para resistir aos esforços, não utiliza ferragem e nem graute para

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

reforço estrutural, utilizando ferragem apenas para uso construtivo em vergas de portas e vergas e contravergas de janelas e para evitar futuras patologias como trincas e fissuras.

- Alvenaria estrutural armada: Sistema que emprega o uso de ferragem e grauteamento para reforço estrutural em algumas regiões, devido à exigência estrutural. Utilizando armaduras passivas dentro dos vazios dos blocos, preenchidos com graute e total preenchimento das juntas verticais.
- Alvenaria estrutural protendida: Sistema reforçado com barras de aço ativas (tracionadas), que submete a alvenaria a esforços de compressão. Pouco utilizado, pois o custo dos materiais e mão de obra especializada é muito alto.

Prisma

Segundo Parsekian (2011) a união de bloco, argamassa e graute, quando necessário, leva-se o nome de prisma, e este terá seu comportamento e resistência analisada quando realizados testes de compressão. Nesse caso o procedimento consiste no rompimento de 12 prismas utilizando os blocos e a argamassa que será utilizada na obra, para obtenção da real resistência que será utilizada na edificação. Feito o ensaio utiliza-se o menor valor para ser usado como base da resistência característica de compressão da alvenaria.

Parâmetros de projeto

De acordo com Sánchez (2013), na construção de edificações de múltiplos pavimentos o princípio é sempre direcionado para que as paredes do andar superior sejam construídas apoiadas nas paredes do andar inferior, buscando configuração do tipo "parede sobre parede". É importante salientar que isso não significa inflexibilidade arquitetônica do método de alvenaria estrutural para a edificação, uma vez que as paredes possam sim ser removidas, desde que não exerça função estrutural. Isso deve ser definido na fase de projeto arquitetônico, juntamente com o engenheiro que irá calcular a estrutura, a fim de que haja conciliação da arquitetura da edificação com os limites possíveis no lançamento da estrutura.

Modulações

Em alvenaria estrutural o projeto de modulação é onde estão disponíveis as fiadas de blocos com as suas localizações e família, as quais são fundamentais para toda a parte de execução estrutural. Elas também contêm desenho das prumadas de água fria e esgoto, as plantas dos locais a serem preenchidos com graute, as plantas dos locais onde serão colocados as armaduras dentre outros detalhes necessários no momento da execução.

A grande dificuldade de um projetista é adequar o projeto arquitetônico à modulação, pois as modulações dependem da família de blocos utilizada, levando em consideração suas dimensões.

A modulação é responsável por grande parte da economia obtida na alvenaria estrutural, uma vez que o projeto detalha as alvenarias, gerando plantas da primeira e segunda fiada de blocos, visando à implantação de todas as informações que possam ser necessárias para a execução do edifício, evitando-se os improvisos no canteiro de obras e retrabalhos, que geram desperdícios e elevação nos custos. Segundo Sánchez (2013), nas elevações devem constar o posicionamento de cada bloco, a existência de pontos hidráulicos e elétricos, vergas, contravergas e armaduras.

Amarrações das paredes

Os encontros de parede e suas amarrações são fundamentais no sistema construtivo de alvenaria estrutural, pois essa amarração garantirá rigidez da edificação. Segundo Sanchez (2013), a diversificação de famílias de blocos estruturais de concreto provoca uma variedade de amarrações

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

de paredes que variam conforme a família utilizada no projeto. Basicamente as amarrações são apresentadas como os encontros em "T", "L" e "Cruz". Para a correta modulação da parede é necessário o uso de blocos que se adéquem ao projeto e às normas de segurança da alvenaria estrutural. Segundo Ramalho e Corrêa (2003), a amarração pode ser efetuada basicamente como direta que é definida pela sobreposição dos blocos de uma parede na outra a cada duas fiadas e amarração indireta, onde não ocorre a sobreposição dos blocos das paredes feita por meio de colocação de armaduras nas juntas de argamassa.

Escopo do projeto

Definir o escopo do projeto significa definir o propósito do trabalho. É fundamental ouvir o cliente, suas metas, necessidades e expectativas. Previamente, ao inicio do projeto de edificação, questões sobre finalidade, dimensões desejadas, previsão de verba e meta de utilização devem ser respondidas para que o desenvolvimento do projeto não sofra perda de tempo e retrabalho desnecessários. Como retrata Tauil (2010), o escopo do projeto descreve as premissas de um conjunto de atividades que necessitam de avaliação e controle durante a fase de projeto. De acordo com Falcão (2014), uma obra com acompanhamento do projeto terá menos variação de custo que uma obra sem projeto bem elaborado.

Ainda faz parte do escopo do projeto detalhes técnicos do terreno, topografia, declividades, formação geológica, ruas e avenidas próximas, servidão, acessos e informações legais que envolvem o terreno e a edificação como: estudo de zoneamento da localização do lote, estudo da taxa de ocupação possível, aproveitamento do terreno e recuos de entorno.

Processo executivo

Para execução de obras em alvenaria estrutural com blocos de concreto a equipe deve ser constituída de pedreiros e serventes, segundo Tauil (2010), carpinteiros e armadores serão contratados em menor número, uma vez que não serão executados vigas e pilares nesse sistema construtivo e que as barras de aço, quando necessárias, são lançadas nos vazados dos blocos de concreto e preenchidos com graute pelos próprios pedreiros, formando pequenos pilares e não exigindo montagem de formas.

Primeira fiada

Para começar a primeira fiada de blocos, deve-se primeiro marcar a obra transferindo os eixos de referência do projeto para o canteiro de obras. É muito importante ter uma boa marcação para evitar possíveis erros que possam aparecer mais adiante na execução, gerando a necessidade de demolir, acarretando aumento no custo e desperdiçando material. Depois de transferido o alinhamento das paredes e conferido os esquadros é então marcado os pontos onde serão chumbadas as ferragens que posteriormente receberam grauteamento.

Além da marcação, deve-se esticar uma linha dupla para que o executor possa ser orientado tanto no alinhamento quanto no prumo da primeira fiada, partindo dos cantos da obra.

Para a execução da primeira fiada de blocos a superfície onde será colocada a argamassa deve ser limpa e umedecida. Feito isso, aplica-se a argamassa de assentamento, admitindo-se uma espessura de 1 a 2 cm para o nivelamento adequado dos blocos (SÁNCHEZ, 2013).

Elevação

Após executada a primeira fiada, começa o processo de elevação das paredes até meia altura, para que possa ser executado o grauteamento de canaletas usadas como contra verga de janelas e para preenchimento dos vazios dos blocos. Para a execução bem feita de uma parede estrutural

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

devem-se considerar alguns pontos: garantir posicionamento e bitola correta das ferragens da armação dentro dos vazios dos blocos de concreto onde será realizado grauteamento; antes do grauteamento dos furos dos blocos e das canaletas elas devem estar limpas e os furos devem estar em contato visual com o fundo; dar continuidade nas ferragens de para-raio até a próxima laje; nos pontos de amarração indiretos assegurar que estão sendo colocadas as ferragens para travamento das paredes; conferir as juntas tanto verticais como horizontais; garantir alinhamento, nivelamento e prumo de todas as fiadas de blocos; verificar se a passagem de tubos elétricos dentro dos blocos estão corretas e seguindo o projeto elétrico e assentamento de blocos elétricos; assegurar que foram deixadas as passagens para tubulação hidráulica, para evitar perfurações de paredes que têm função estrutural.

Verga, contraverga e cintas de travamento

A fim de garantir uma obra de alvenaria estrutural segura e estável, soluções são propostas para travar a obra como um todo e manter a obra sem patologias. Para reduzir o risco de surgirem fissuras nas paredes é necessário melhorar a distribuição das cargas. Isso é obtido com o uso das chamadas vergas (na parte de cima) e contravergas (na parte de baixo).

Enquanto as cintas são pequenas vigas montadas dentro de blocos canaleta que percorrem por cima de todas as paredes da obra e que têm função de travar a obra como um todo, devendo, como recurso de segurança e estabilidade, ser executada em quaisquer estruturas de alvenaria estrutural com blocos de concreto.

A contraverga é utilizada apenas para vãos de janela, assentando os blocos canaleta com argamassa, conferindo o alinhamento com a régua, dispondo vergalhões de aço diâmetro especificado no projeto e aplicando concreto no interior do bloco. Já as vergas são indicadas para portas e janelas. Para sua execução é necessária uma escora de madeira com a mesma altura do vão apoiada na contraverga ou no piso. Segundo Busian (2013), com a colher de pedreiro, aplica-se a argamassa sobre o escoramento, colocam-se os blocos tipo canaleta e repete o processo da contraverga. O tempo de cura é de até dez dias.

As cintas podem ser executadas junto com a concretagem da laje, devendo estar em uma diferença de nível com a laje, para que funcione como uma viga, sua armação deve estar prevista no projeto e deve ser armada junto com a laje.

Por isso, elementos como de fundação e lajes não estão sendo detalhados neste estudo, pois podem ser executados normalmente, como em obras com processo executivo convencional.

Vantagens e desvantagens da tecnologia

O fundamental motivo da utilização da alvenaria estrutural com blocos de concreto é o custo, que pode ser reduzido em até 30% quando comparado a estruturas convencionais. A economia é percebida principalmente em edificações de até quatro pavimentos, enquanto diminui a economia em edificações de mais pavimentos e com o uso mesclado de alvenaria estrutural e concreto armado.

A economia se dá por meio de fatores exclusivos desse método executivo, que consegue reduzir o custo com formas de madeira para pilares e vigas que não são utilizadas, menor tempo de execução e menor mão de obra, diminuição no custo de aço e com mão de obra de armadores para os pilares e vigas que nesse caso não são necessários e redução significativa no revestimento, além de ser uma obra mais limpa.

Deve-se considerar que o projeto arquitetônico em obras de alvenaria estrutural tende a ser elaborado com limitações de balanço nas sacadas, no tamanho dos vãos e devem ter sua elaboração unificada com o projeto arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico e de incêndio.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Deve-se tentar sempre utilizar matérias primas encontradas no mercado da região, observando parâmetros de qualidade para a escolha dos materiais, pois eles devem atender as normas estabelecidas e para que consiga uma obra com satisfatória segurança. Deve-se também obter mão de obra qualificada, sem faltar um acompanhamento constante, para evitar erros que possam gerar problemas e perda de desempenho econômico e estrutural da edificação.

E por fim, a restrição em casos de reformas, pois por terem função estrutural, as paredes não podem ser removidas sem serem substituídas por outro elemento que exerça a mesma função de estabilidade da estrutura.

CONCLUSÕES

A partir do que foi analisado, pode-se perceber que a qualidade do projeto e seus detalhes evitam a tomada de decisões no canteiro de obra, o que pode acarretar atrasos, desperdício, falta de segurança da edificação, implicando baixo desempenho econômico e estrutural. Levando em consideração que o tipo de obra que será executada influencia na porcentagem de economia, este método tem maior custo benefício, o que é melhor para obras de até quatro pavimentos.

Mesmo com as limitações apresentadas no estudo, quando comparado a outros métodos de execução as vantagens da alvenaria estrutural com blocos de concreto obtêm resultados satisfatórios, principalmente na economia, proveniente da rápida execução, redução do uso de formas e da mão de obra de carpintaria, menor área de aplicação de revestimento nas paredes internas por uso de blocos estruturais de concreto e por evitar que se quebrem os blocos para passagem de tubos e mangueiras elétricas, o que além de menos desperdício, evita gastos de materiais para encher esses buracos feitos nas paredes, os quais são executados em outros métodos executivos.

Assim, esse método construtivo por ser seguro, executado de forma rápida e simples e ainda com custos acessíveis, continuará sendo aprimorado e evoluído para que continue atendendo as demandas atuais e futuras da construção civil.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6.136,** Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisitos. Rio de Janeiro, 2014. 10p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.961-1,** Alvenaria Estrutural - Blocos de Concreto - Projeto. Rio de Janeiro, 2011. 41p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.961-2,** Alvenaria Estrutural - Blocos de Concreto - Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2011. 41p.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo.** 7. ed. São Paulo: Blucher, 2013. 518 p. v. 1.

BUSIAN, F. Planejamento. **PINI - Equipe de obra**. Disponível em: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/61/artigo291329-1.aspx>. Acesso em: 29 out. 2014.

FALCÃO, S. Soluções de projeto. **PINI - Construção mercado**, São Paulo, 158, p. 38-41, março. 2014.

MARIANE, A. Blocos estruturais de concreto. PINI - Construção mercado, São Paulo, 158, p. 84-85, setembro. 2014.

PARSEKIAN, G. A. A Nova Norma Brasileira de Projeto e Execução de Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto. **PINI - Téchne**, São Paulo, 168, p. 71-78, março. 2011.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2003. 169 p.

SÁNCHEZ, Emil. **Nova normalização brasileira para a alvenaria estrutural**. Rio de Janeiro: Interciência, 2013. 401 p.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini, 2010. 183 p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

AVALIAÇÃO DA EXATIDÃO E DA PRECISÃO DE MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DE IMAGEM LANDSAT 8 NA IDENTIFICAÇÃO DO USO DO SOLO

STHÉFANY A SANTOS [1], CHRISTIANY M SARMIENTO[2], MIRLÉIA A CARVALHO[3], AMANDA P A GOMES[4], GUILHERME M LOPES[5], WILSON M FARIA [6]

[1]Eng. Agrícola, Graduanda, UFLA, Lavras-MG, Fone (35) 3826-1516, sthefanyairane@engagricola.ufla.br
[2] Geográfa, Doutoranda, UFLA, Lavras_MG, chrislavras@yahoo.com.br
[3]Eng. Agrícola, Prof. Titular, UFLA, Lavras-MG, mirleia@deg.ufla.br
[4]Eng. Agrícola, Graduanda, UFLA, Lavras-MG, 201310932@engagricola.ufla.br
[5]Eng. Agrícola, Graduando, UFLA, Lavras-MG, gmlopes25@gmail.com
[6]Eng. Agrícola, Graduando, UFLA, Lavras-MG, contatowmf@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Sensores de alta resolução temporal e média resolução espacial tem sido utilizados no monitoramento da vegetação em escala regional e global. Vários algoritmos de classificação de imagens são apresentados na literatura, no entanto variam quanto à precisão dos resultados, sendo necessário analisá-los para diferentes áreas e culturas em estudo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a precisão de dois algoritmos de classificação utilizados para mapeamento do uso e ocupação do solo. Este trabalho foi conduzido em uma área de 240 ha, sob o cultivo predominante de café e serigueira no município de Nepomuceno-MG. Foram utilizadas as bandas 4-3-2 do satélite Landsat 8/OLI-TIRS para o dia 1/2/2014. Os dados de campo foram levantados através de visitas técnicas de campo e entrevista com o administrador da fazenda Para a classificação utilizou-se os algoritmos K-nearest neighbor e Maximum Likelihood. Analisou-se a acurácia dos mapeamentos comparando-se os resultados obtidos com o mapa gerado a partir da classificação visual da imagem da área (mapa de referência). Através da análise, concluiu-se que o algoritmo Maximum Likelihood foi o melhor método para o mapeamento de uso e ocupação do solo da área em estudo, com índice kappa de 0,88 e exatidão global de 88,14%.
PALAVRAS-CHAVE :Sensoriamento Remoto, Maximum Likelihood, K-Nearest Neighbor

EVALUATION OF THE ACCURACY AND IMAGE CLASSIFICATION METHODS OF PRECISION LANDSAT 8 IN LAND USE OF IDENTIFICATION

ABSTRACT: Sensors of temporal high-resolution and medium spatial resolution has been used in monitoring of the vegetation in regional and global measure. Various images classifications algorithms are presented in the literature, but vary as to precision of the result, so is necessary analyse for different areas and cultures in the study. The objective this work was calculate the precision of two algorithms of classification used for the mapping of land use and occupation. This work was conducted in an area of 240 ha under the prevailing cultivation of coffee and rubber in the municipality of Nepomuceno -MG. The combinations of Landsat 8 were tested RGB 432 bands of 1/2/2014,a visit to the field with a GPS device for data collection was made. For the classification, used the algorithms K-nearest neighbor and Maximum Likelihood. Examined the accuracy of the maps comparing the results obtained with the map generated from the visual image classification of the area(reference map). Through the analysis, concluded that algorithms Maximum Likelihood had the best method for the mapping of land use, with index kappa of 0,88 and overall accuracy of 88,14%.
KEYWORDS:Remote Sensing, Maximum Likelihood, K-Nearest Neighbor

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos líderes mundiais na produção e exportação de produtos agrícolas (BRASIL, 2014). O acesso preciso e confiável à informação agrícola tem se tornado cada dia mais importante para os processos de tomada de decisão no âmbito nacional e internacional. Dentre as técnicas aptas à análise da produção agrícola, o sensoriamento remoto é uma das que possuem grande potencial de aplicação, pois representam um avanço significativo no levantamento de dados, no monitoramento e no planejamento agrícola.

O uso de dados orbitais e sub-orbitais viabiliza as análises do espaço em caráter multitemporal a partir do registro da interação entre a radiação eletromagnética e os diferentes tipos de cobertura (SOMMER E SALDANHA, 2012). Para MACHADO et al. (2010), a imagem orbital é uma ferramenta valiosa para fins de mapeamento em razão de sua característica multiespectral e multitemporal, por abranger uma grande área, pela possibilidade visual e digital e ao baixo custo quando comparado aos métodos tradicionais. Dentre as principais informações obtidas, RUDORFF (2002) destaca: estimativa de área plantada, produção agrícola, vigor vegetativo das culturas.

Para (LOPES et al. 2010), a dinâmica do uso do solo é fator indispensável para análise dos processos agrícolas, para tal, produtos de sensoriamento remoto são os que melhor apresentam informações intrinsecamente espacializadas com frequente atualização sobre diversos usos possuindo, maior confiabilidade e precisão das informações geradas). O avanço na tecnologia de sensores remotos e sistemas computacionais permitiu a integração entre a análise de imagens orbitais e sistemas de informações geográficas, e facilitou o levantamento de informações sobre o uso e ocupação da terra (MCBRATNEY et al., 2003). Desde o lançamento do primeiro Landsat, na década de 70, vários métodos de mapeamento em que há a caracterização de áreas cultivadas têm sido desenvolvidos. Trabalhos desenvolvidos por MOREIRA et al. (2010), FERNANDES et al. (2012), SARMIENTO et al. (2014), SILVA et al. (2009), TRABAQUINI et al. (2011) ilustram o potencial da aplicação do sensoriamento remoto no planejamento e desenvolvimento do setor.

O mapeamento é realizado por meio da classificação de imagens orbitais, que podem ser feitas através de análise visual ou automática, utilizando classificadores pixel a pixel ou baseado em objetos. Segundo SARMIENTO et al. (2014), a classificação pode ser supervisionada, uma das mais utilizadas em sensoriamento remoto, ou não supervisionada. Na classificação de áreas agrícolas, o algoritmo Máxima Verossimilhança - MaxVer, técnica supervisionada pixel a pixel, tem sido aplicado com frequência em imagens de média resolução espacial, como as do satélite Landsat (MOREIRA et al., 2010, ORTEGA-HUERTA et al., 2012,TRABAQUINI et al., 2011). Alguns trabalhos ressaltam que na classificação do uso e ocupação do solo, os tradicionais algoritmos pixel a pixel, como o MaxVer, possuem eficiência reduzida por causa da ocorrência do aspecto granulado nessas imagens e nesse caso, os métodos baseado em objetos ou regiões (como o algoritmo K - Nearest Neighbor – KNN) tem sido indicados pois consideram não apenas a informação espectral, mas também a espacial e a de textura (CAMPOS et al., 2013).

Apesar da importância destes e de outros trabalhos realizados, principalmente no Brasil, ainda são necessárias pesquisas que permitam que o sensoriamento remoto seja utilizado de maneira efetiva no mapeamento e consequente monitoramento de cultivos agrícolas. Nesse contexto, o principal objetivo do presente estudo foi realizar a comparação entre algoritmos classificadores supervisionados, utilizando análise de imagens orientada a objetos e análise de imagem pixel a pixel, na discriminação do uso e ocupação da terra.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

A área em estudo localiza-se no município de Nepomuceno, MG, em uma área de 240 hectares, entre as coordenadas geográficas 21°16'22,177" e 21°18'16,625" S e 45°9'59,557" e 45°12'43,838" W. A área se destina ao cultivo comercial com predominância do café e da seringueira.

Foi utilizada uma cena do satélite Landsat 8, sensor OLI- TIRS, orbita ponto 218/75, com resolução espacial de 30 m nas bandas multiespectrais e 15 m nas bandas pancromática para o dia 01/02/2014. As bandas 4 (vermelho), 3 (verde), 2 (azul) e 8 (pancromática) deste satélite de média resolução espacial, foram fusionadas com a banda pancromática com a intenção de se obter uma melhor resolução espacial.

Inicialmente foi realizada uma visita técnica a campo para a coleta de pontos amostrais de referências e informações sobre as culturas. Os dados foram obtidos através do conhecimento do administrador da fazenda e os pontos amostrais foram coletados com um aparelho de GPS®.

Foi realizado um pré-processamento e classificação da imagem fusionada utilizando as bandas (4,3,2,). Para discriminação do uso e ocupação da terra, consideraram-se as seguintes classes: heveicultura, solo exposto, pastagem, mata e cafeicultura.

Houve a comparação entre dois métodos classificadores supervisionados: i) análise de imagem orientada a objetos utilizando o algoritmo k nearest neighbor (KNN); e ii) análise de imagem pixel a pixel utilizando o algoritmo maximum likelihood (MaxVer).

Para a análise orientada a objeto, houve a necessidade de realizar, anterior a classificação, o processo de segmentação. A classificação com o algoritmo KNN, possui a função de separar cada atributo selecionado para a amostragem em uma dimensão. Já o algoritmo MaxVer considera a ponderação das distâncias entre médias e valores das classes e o pixel, utilizando parâmetros estatísticos, isto é, considera a distribuição de probabilidade normal para cada classe (HUANG; DAVIS; TOWNSHEND, 2002).

Foram coletadas amostras aleatórias, sendo considerados 100 pixels para cada uso identificado na área de estudo e a análise estatística foi feita através das imagens classificadas com dados oriundos do mapa de referência. A exatidão das classificações foi avaliada a partir da matriz de confusão, tendo como resultado as análises estatísticas; i) índice kappa; ii) exatidão global; iii) acurácia do usuário e iv) acurácia do produtor.

Na avaliação da precisão de classificações utilizou-se o índice Kappa (k) proposto por LANDIS e KOCH (1977), pois considera toda a matriz de confusão no seu cálculo inclusive os elementos de fora da diagonal principal, os quais representam as discordâncias na classificação. O k foi calculado de acordo com a equação (1):

$$k = \frac{N\sum X_{ii} - \sum X_{i+}X_{+i}}{N^2 - \sum X_{i+}X_{+i}} \qquad (1)$$

em que: **k** = Índice *Kappa* de concordância; **N** = número de observações (verdades de campo); $\mathbf{X_{ii}}$ = observações na linha *i* e coluna *i* (diagonal principal); $\mathbf{X_{i+}}$ = total marginal da linha *i*; $\mathbf{X_{+i}}$ = total marginal da coluna *i*.

A exatidão global, que corresponde aos resultados em porcentagem de acertos, foi obtida dividindo o somatório dos pixels classificados corretamente contidos na diagonal principal pelo número total de pixels, de acordo com a equação (2). Como valor limite adotou-se o limiar de confiabilidade proposto por JENSEN (1996), qual seja 85% como sendo o mínimo para mapas de uso do solo.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

$$\text{Exatidão Global} = \frac{\text{somatório dos valores da diagonal principal}}{\text{número total de pixels}} \quad (2)$$

A acurácia do usuário refere-se aos erros de comissão, ou seja, a delimitação excessiva de determinada classe a partir da probabilidade que um pixel classificado na imagem tem de representar essa classe no campo. Por outro lado, a acurácia do produtor se refere aos erros de omissão, sendo a probabilidade de um pixel de referência ser corretamente classificado. A omissão se refere a uma imperfeita definição de determinada classe.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram geradas imagens classificadas pelo algoritmo máxima verossimilhança e pelo algoritmo k-nearest neighbor (Figura1).

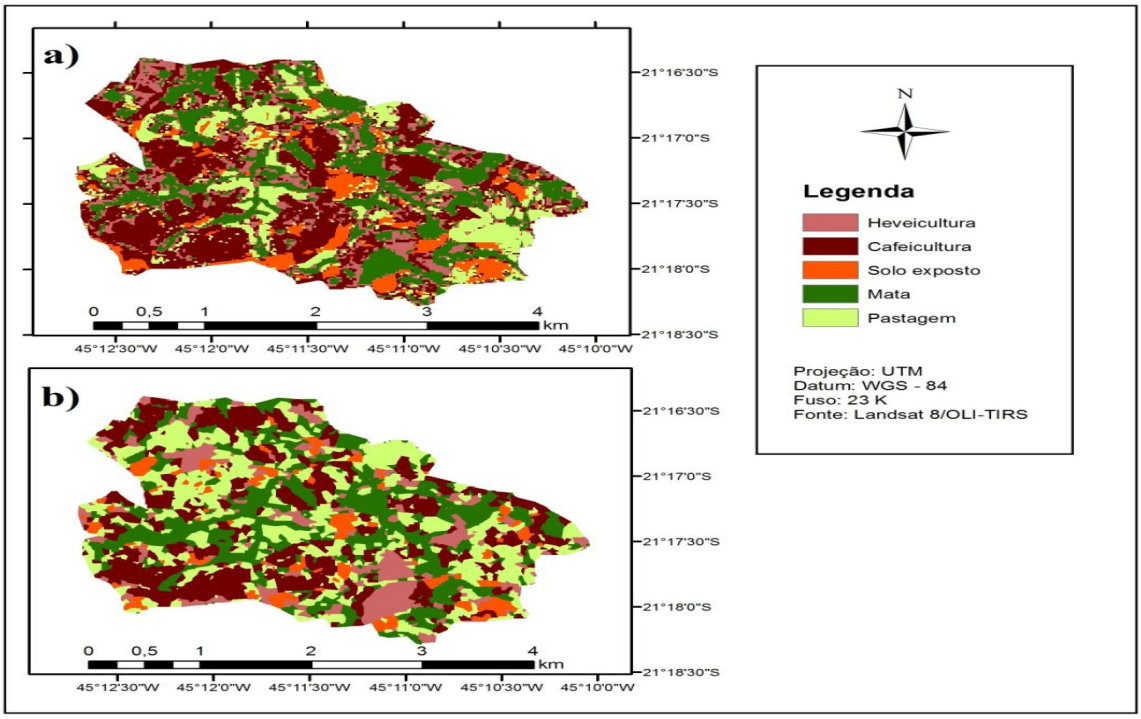


Figura 1: Resultado da classificação utilizando os métodos: a) análise de imagem pixel a pixel utilizando o algoritmo máxima verossimilhança, b) análise de imagem orientada a objetos utilizando k- nearest neighbor.

Considerando a Figura 1a observa-se a ocorrência do aspecto granulado, conhecido como efeito "sal e pimenta". Para o índice kappa e para a exatidão global obteve-se 0,81 e 88,14%, respectivamente, mostrando que a qualidade da classificação é excelente e confiável.

A Tabela 1 apresenta a matriz de confusão da análise de imagem pixel a pixel utilizando o algoritmo máxima verossimilhança.

Tabela 1: Matriz de confusão da análise de imagem pixel a pixel para a classificação utilizando o algoritmo máxima verossimilhança

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Classificação	Dados de referência (%)				
	Cafeicultura	Mata	Heveicultura	Pastagem	Solo exposto
Cafeicultura	94,52	1,26	0	0,78	2,93
Mata	0	91,89	81,58	0	0
Heveicultura	5,48	5,41	18,42	0	0
Pastagem	0	1,44	0	96,8	2,09
Solo exposto	0	0	0	2,34	94,98
Total	100	100	100	100	100

Pela Tabela 1 observa-se que houve confusões espectrais entre todas as classes. No entanto, de maneira significativa a heveicultura foi confundida com mata em 81,58%.

A Tabela 2 descreve os valores (em porcentagem) da acurácia do produtor e acurácia do usuário para a classificação utilizando o algoritmo máxima verossimilhança.

Tabela 2**:** Acurácia do produtor e acurácia do usuáriopara a classificação utilizando o algoritmo máxima verossimilhança

Classe	Acurácia do Produtor (%)	Acurácia do Usuário (%)
Cafeicultura	94,52	82,14
Mata	91,89	89,16
Heveicultura	18,42	29,17
Pastagem	96,88	90,51
Solo exposto	94,98	98,7

De acordo com a Tabela 2, todos os usos apresentaram acurácia do produtor e acurácia do usuário satisfatórias, exceto a heveicultura. De acordo com a acurácia do produtor a heveicultura,de acordo com os dados de referência, apresenta 18,42% de probabilidade de ter sido classificado corretamente. Em relação à acurácia do usuário, foi observado que 29,17% do uso classificado como heveicultura representa a mesma categoria em campo.

Para a análise de imagem orientada objeto (Figura 1a) Para o índice kappa e para a exatidão global obteve-se 0,76 e 84,03%, respectivamente, mostrando que a qualidade da classificação é muito boa e não confiável.

A Tabela 3 apresenta a matriz de confusão da análise de imagem orientada a objetos para a classificação utilizando o algoritmo k- nearest neighbor.

Tabela 3: Matriz de confusão da análise de imagem orientada a objetos para a classificação utilizando o algoritmo k- nearest neighbor

Classificação	Dados de referência (%)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

	Cafeicultura	Mata	Heveicultura	Pastagem	Solo exposto
Cafeicultura	94,52	6,67	0	11,72	5,02
Mata	1,37	88,11	6,58	1,56	0,42
Heveicultura	1,37	2,52	90,79	5,47	13,39
Pastagem	2,74	2,7	2,63	76,56	7,95
Solo exposto	0	0	0	4,69	73,22
Total	100	100	100	100	100

Pela Tabela 3 observa-se que as classes resultantes dos dados de referência em relação às classes da análise de imagem orientada a objetos obtiveram mais de 70% de acertos. As confusões entre classes, com valores superiores a 6% foram: mata com cafeicultura, heveicultura com mata, pastagem com cafeicultura, solo exposto com pastagem e solo exposto com heveicultura, o que é explicado pela confusão espectral entre os alvos mencionados.

A Tabela 4 apresenta a acurácia do produtor e acurácia do usuário para a classificação utilizando o algoritmo k- nearest neighbor.

Tabela 4: Acurácia do produtor e acurácia do usuário para a classificação utilizando o algoritmo k-nearest neighbor

Classe	Acurácia do Produtor (%)	Acurácia do Usuário (%)
Cafeicultura	94,52	51,88
Mata	88,11	98,19
Heveicultura	90,79	56,1
Pastagem	76,56	72,06
Solo exposto	73,22	96,69

Com base na Tabela 4, observa-se que as classes obtiveram resultados positivos na análise do produtor. No entanto, de acordo com a acurácia do usuário as classes heveicultura e cafeicultura representaram a mesma categoria em campo em 56,10% e 51,88%, respectivamente.

CONCLUSÕES

Concluiu-se que de acordo com o índice kappa e a exatidão global a classificação resultante do método pixel a pixel mostrou-se mais eficiente que a classificação resultante da análise de imagem orientada a objetos para discriminar as classes heveicultura, cafeicultura, solo exposto, pastagem e mata.

Visualmente a classificação resultante do método pixel a pixel mostrou-se menos eficiente que a classificação resultante da análise de imagem orientada a objetos para discriminar as classes heveicultura.

De acordo com a de acurácia do produtor e a acurácia do usuário os resultados obtidos pela classificação resultante da análise de imagem orientada a objetos foram melhores que os resultados obtidos pela classificação resultante do método pixel a pixel.o algoritmo Maximum Likelihood foi o melhor método para o mapeamento de uso e ocupação do solo da área em estudo, com índice kappa de 0,88 e exatidão global de 88,14%.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, A. R. et al. Classificação orientada à objeto para mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Rio Acima, MG: por crescimento de regiões e por extração de objetos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...**São José dos Campos: INPE, 2013. p. 8035-8042.

CARVALHO, L. ***Mapping and monitoring forest remnts: a multi-scale analysis of spatio-temporal data.*** *2001.140p. (IBSN 90-5808-545-7). Thesis – WageningenUniversiteit, Wagenigen, 2001.*

COSTA, T. C. e C da. ***Avaliação de estratégias para classificação de imagens orbitais em mapeamento de usoe cobertura da terra.*** *1999. 109p. (UFV-621.3678). Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – UniversidadeFederal de Viçosa, Viçosa, 1999.*

FERNANDES, R. F.; NUNES, G. M.; SILVA, T. S. F. Classificação orientada a objetos aplicada na caracterização da cobertura da terra no Araguiaia. **PesquisaAgropecuáriaBrasileira**, Brasília, v. 47, n. 9, p. 1251-1260, set. 2012.

HUANG, C.; DAVIS, L. S.; TOWNSHEND, J. R. G. An assessment of support vector machines for land cover classification. **International Journal of Remote Sensing**, Maryland, v. 23, n. 4, p. 725-749, 2002.

JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1996. 51 p.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, Washington, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

LOPES, F.; MIELNICZUK, J.; OLIVEIRA, E. S.; TORNQUIST, C. G. Evolução do uso do solo em uma área piloto da região de Vacaria, RS. ***Rev. bras. Eng. agríc. ambient.*** 2010, vol.14, n.10, p. 1038-1044.

MACHADO, M. L. et al. Mapeamento de áreas cafeeiras (*Coffeaarabica* L.) da Zona da Mata mineira usando sensoriamento remoto. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 113-122, maio 2010.

McBRATNEY, A.B.; MENDONÇA SANTOS, M.L.; MINASNY, B. ***On digital soil mapping. Geoderma****, v.117, p.3-52, 2003.*

MOREIRA, M. A. et al. Geotecnologias para mapear lavouras de café nos estados de Minas Gerais e São Paulo. **RevistaEngenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 6, p. 1123-1135, dez. 2010.

ORTEGA-HUERTA, M. A. et al. Mapping coffee plantations with Landsat imagery: an example from El Salvador. **International Journal of Remote Sensing,** La Libertad, v. 33, n. 1, p. 220-242, Jan. 2012.

RUDORFF, Bernardo Friedrich Theodor; MOREIRA, Maurício Alves. **SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À AGRICULTURA.** São José dos Campos: Inpe, 2002. 20 p.

SARMIENTO, C. M. et al. **Comparação de classificadores supervisionados na discriminação de áreas cafeeiras em Campos Gerais - Minas Gerais. Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 546-557, outubro 2014.

SILVA, W. F. et al. Discrimination of agricultural crops in a tropical semi-arid region of Brazil based on L-band polarimetric airborne SAR data, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume 64, Issue 5, September 2009, Pages 458-463.

SOMMER, J.; SALDANHA, D. Análise temporal do uso e cobertura dos solos no município de São Jose dos Ausentes, Rio Grande do Sul, Brasil (Temporal analysisof use andland cover in themunicipalityof São José dos Ausentes, Rio Grande do Sul, Brazil).**Revista Brasileira de Geografia Física**, América do Norte, 2012.

TRABAQUINI, K. et al. Caracterização de lavouras cafeeiras, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, no município de Umuarama, PR. **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v. 35, n. 1, p. 35-44, fev. 2011.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MODELAGEM DE UM MÍSSIL BALÍSTICO PARA APLICAÇÃO DE UM CONTROLADOR RSLQR

Brandão, A. C. V. de S.[1], Grundling, H.[2]

[1] Graduanda do Curso de Engenharia de Controle e Automação, UFSM, (47)9212-1991, anna.cvasconcellos@gmail.com
[2] Prof. Dr., UFSM, ghilton03@gmail.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A trajetória de um míssil depende de dois parâmetros principais: da aceleração proporcionada e de um ângulo de inclinação vertical que o nariz do projétil exerce em relação ao eixo transversal do modelo. À este ângulo, dá-se o nome de Atitude ou *Pitch*. Através do equacionamento do sistema linear invariante no tempo, este trabalho visa analisar a dinâmica deste ângulo, desenvolvendo e analisando uma lei de controle para um servo-regulador linear quadrático robusto (*Robust Servo Linear Quadratic Regulator* – RSLQR), empregando um controlador proporcional integral, que atenda robustez, estabilidade e performance. Tendo em vista a existência de projetos de controladores para projéteis guiados, este trabalho teve como propósito: (i) a modelagem da dinâmica de um míssil balístico; (ii) desenvolver um servo-controlador LQR aplicado à condução do míssil e, (iii) projetar e simular tal controlador em MATLAB®, onde a programação aplicada será embasada em técnicas obtidas durante o bacharelado em Engenharia de Controle e Automação. Assim, neste trabalho, apresentam-se as equações desenvolvidas pelo estudo do movimento direcionado pelo ângulo do projétil, bem como a seleção de um controlador para o sistema, com características de tempo de acomodação, tempo de subida e sobre-sinal percentual adequados. Este trabalho terá como referência dados utilizados em projetos da empresa *The Boeing Company*.
PALAVRAS–CHAVE: Míssil Balístico. Variáveis de Estado. Servomecanismo. RSLQR.

BALISTIC MISSILE MODELING FOR RSLQR CONTROLLER APPLICATION

ABSTRACT: A ballistic missile trajectory depends on two main parameters: the acceleration and a vertical inclination angle, which is related to the nose of the missile and the transversal axis of the model. This angle is named pitch. Through the equations of the linear time invariant system, this paper objectives the dynamics analysis of this angle, designing and analyzing a control law to a Robust Servo Linear Quadratic Regulator (RSLQR), using a proportional integrator controller, which satisfies stability, performance and robustness. Acknowledging the existence of controller projects, this paper aims at: (i) modeling a ballistic missile dynamics; (ii) designing a servo-controller LQR applied to a missile guidance and, (iii) projecting and simulating the autopilot in MATLAB®, employing programming techniques acquired during the Control and Automation Engineering Baccalaureate. Therefore, in this paper it will be presented the equations for the angle directed motion and the controller selection for the system. Which will show adequate settling time, rising time and percent overshoot. It is still relevant to emphasize that this paper is based on data from The Boeing Company.
KEYWORDS: Ballistic Missile. State Variables. Servomechanism. RSLQR.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Os mísseis balísticos foram desenvolvidos pela Alemanha Nazista, durante a Segunda Guerra Mundial, tendo por objetivo levar uma ou mais ogivas a um certo alvo. São lançados de plataformas fixas ou móveis tais como aviões, navios de superfície e submarinos. São projéteis que seguem uma trajetória previamente determinada, a qual não pode ser significativamente alterada após a queima de combustível, ficando sujeita às leis da física. A maioria dos mísseis balísticos avançados tem um sistema de propulsão composto de cápsulas em andares e de um motor-foguete que permite o momentâneo ajuste de trajetória.

A trajetória do projétil depende de dois parâmetros principais: da aceleração (A_Z) imposta e de um ângulo de inclinação vertical que o nariz do míssil exerce em relação ao eixo transversal do modelo. À este ângulo, dá-se o nome de Atitude "θ" (Pitch) [1]. Analisando a dinâmica linear deste ângulo, propõe-se um servo-controlador linear quadrático (LQR) [5] para um determinado modelo de míssil que satisfaça robustez, estabilidade e performance. A lei de controle será proposta a partir do estudo de tópicos de teoria de Controle Moderno, a partir da qual, planeia-se a análise dos critérios de desempenho em MATLAB®. Pretende-se, ainda, avaliar diferentes servo-controladores para seleção do mais adequado aos quesitos de projeto.

MATERIAL E MÉTODOS

O modelo de um míssil pode ser simplificado de forma que a trajetória do mesmo dependa de sua aceleração e de sua velocidade. A velocidade está diretamente ligada a dois ângulos: ângulo de ataque "α" (angle of attack – AOA) e ângulo de trajetória (γ). A soma destes origina o ângulo de altitude "θ" (pitch), enquanto que a taxa de variação deste ângulo constitui a variável "q", mostradas pelas equações (1) e (2), respectivamente.

$$\theta = \alpha + \gamma \qquad (1)$$

$$q = \dot{\alpha} + \dot{\gamma} \qquad (2)$$

Assim, fazendo analogia entre a dinâmica do modelo do míssil com uma planta típica de controle, dada em (3), pode-se escrever o sistema de equações mostrado em (4), onde as variáveis de estado "x" são o ângulo de ataque "α" e a variação do ângulo de altitude "q". As variáveis de saída são constituídas pela aceleração total do projétil (A_Z) e pela variação do ângulo de altitude "q". A ação que controla o míssil balístico é dada pelo ângulo do elevador "δ_e".

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx + Du \end{cases} \qquad (3)$$

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} \dot{\alpha} \\ \dot{q} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1.3046 & 1 \\ 47.7109 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha \\ q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.2142 \\ -104.8346 \end{bmatrix} \delta_e \\ \begin{bmatrix} A_Z \\ q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1.3046 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha \\ q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -0.2142 \\ 0 \end{bmatrix} \delta_e \end{cases} \qquad (4)$$

A Figura apresenta o esquemático do modelo, aonde as variáveis referidas anteriormente e outros parâmetros do modelo estão apresentadas:

- Ângulos de interesse (α, γ, θ, δ_e);
- Pontos inerciais: centro de gravidade "CG" e unidade de medida inercial "IMU";

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

- Variáveis do plano de referência (x_b, x_I, z_b, z_I), aonde o sub-índice "b" indica corpo e o sub-índice "I" indica inercial;
- Vetor velocidade $\vec{V}$.

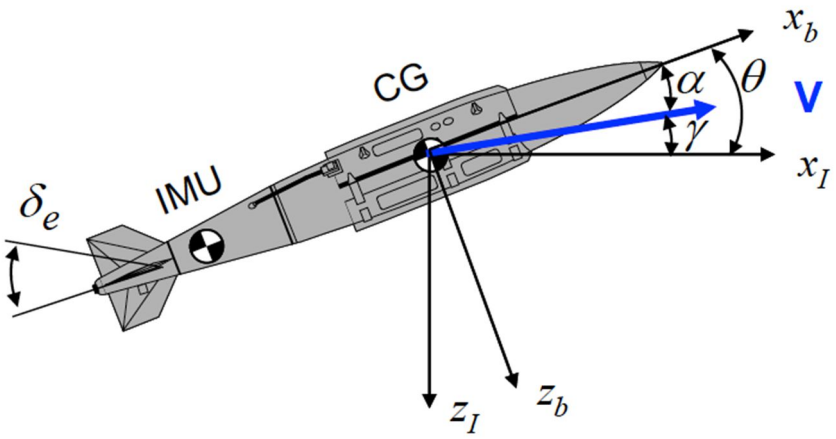


Figura 1: Esquemático do míssil balístico evidenciando as variáveis envolvidas

Deseja-se um controlador simples para o sistema que consiga (i) seguir uma referência de comando do ângulo de ataque "α_{ref}"; (ii) demonstrar robustez; (iii) apresentar estabilidade e, (iv) apresentar desempenho satisfatório. Propõe-se, desta maneira, o sistema apresentado na Figura , onde o controlador será do tipo proporcional integrador "PI", o ganho para estabilidade será denotado por "K" e a planta está representada por "G".

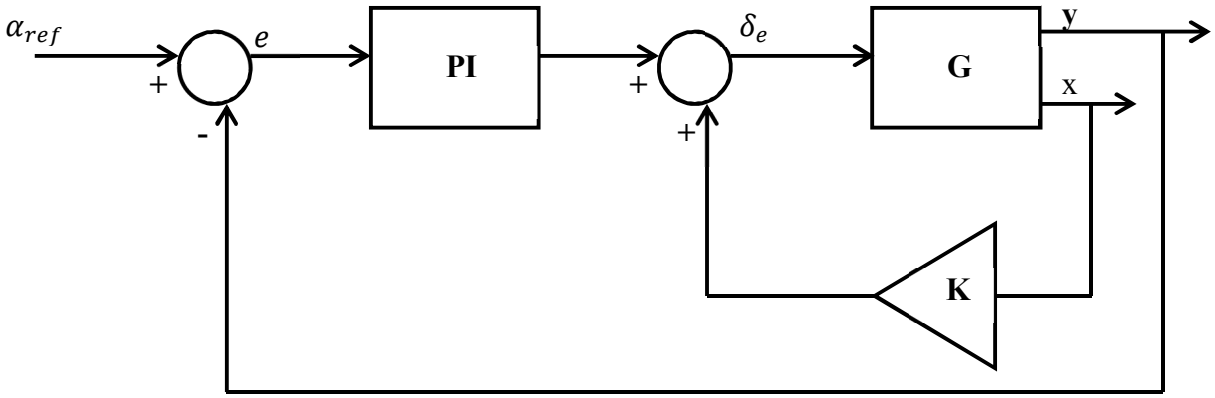


Figura 2: Diagrama de Blocos do Controlador RSLQR aplicado à planta

Para que o controlador e o ganho de estabilidade deste sistema sejam desenvolvidos de forma a satisfazer os critérios de desempenho, repetiremos um algoritmo composto de seis etapas, abaixo apresentadas, até que todas as condições sejam satisfeitas. À este algoritmo, chamaremos RSLQR [3].

1. Por meio da inserção de integradores, pode-se aumentar um sistema para melhor rastrear a referência, inicialmente constante, a fim de anular quaisquer erros em estados permanente e rejeitar distúrbios. À este sistema, dar-se-á o nome de Modelo Servo-mecanismo e pretende-se aliá-lo à teoria de Controle Ótimo. Este modelo e suas novas matrizes estão representados pelas equações (5), (6) e (7). Desta maneira, (i) e (ii) estão satisfeitos;

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

$$\dot{\omega} = \bar{A}\omega + \bar{B}\mu \quad (5)$$

$$\bar{A} = \begin{bmatrix} 0 & C \\ 0 & A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1.3046 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1.3046 & 1 \\ 0 & 0 & 47.7109 & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\bar{B} = \begin{bmatrix} D \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.2142 \\ 0 \\ -0.2142 \\ -104.8346 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$\omega = [e \quad \dot{\alpha} \quad \dot{q}]^T$$

2. Aplicar-se-á a teoria de controle ótimo, equação (8), definindo "Q" e "R" como matrizes positivas simétricas. Deste modo o par $(\overline{A}, \overline{B})$ encontrará estabilidade e o par $(\overline{A}, Q^{1/2})$ será detectável [2], permitindo que a condição (iii) seja satisfeita.

$$J = \int_0^\infty (\omega^T Q \omega + \mu^T R \mu) d\tau \quad (8)$$

3. Aplica-se a equação de Riccati, (9), prosseguindo com o LQR.

$$P\bar{A} + \overline{A^T}P - P\bar{B}R^{-1}\overline{B^T}P + Q = 0 \quad (9)$$

4. Utiliza-se a lei de controle (10). Aonde "KC" é o um ganho.

$$\mu = -R^{-1}\overline{B^T}Pz = -K_C\omega \quad (10)$$

5. Simular o sistema em malha fechada e avaliar performance no domínio do tempo;
6. Avaliar a função de transferência no domínio da frequência para performance, finalizando a condição (iv).

Em um primeiro momento, o levantamento de bibliografia assim como seu entendimento são esperados. Em um segundo momento, utilizar-se-á o software MatLab® para simular o algoritmo descrito acima. Desta maneira, gráficos no domínio do tempo e de Bode serão gerados para checar as características de resposta transitória, tais como rise time, setling time, percent overshoot, entre outras – certificando-se da performance do sistema [5].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi criado, em MATLAB®, um código, onde a matriz de ganhos "K_C" foi retornada para cada valor de "Q" alterado e o novo controlador proporcional é avaliado. Este parâmetro foi diferencial para que permitisse ao sistema o seguimento do ângulo de ataque, apresentando um *rise time* e *settling time* apropriados, estes valores estão relacionados na Tabela . Como o projeto trata-se de um míssil deve-se considerar que a resposta deve ser o mais rápida possível.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1: Critérios de Desempenho do Sistema para Diferentes valores de "Q"

Q	*Rise time*	*Settling Time*	*Overshoot*
0.001	22.55	40.43	0
0.01	7.13	12.96	0
0.1	2.29	4.24	0
1	0.81	1.42	0
10	0.39	0.87	2.12
100	0.24	0.59	3.39
1000	0.16	0.26	1.91

Objetiva-se eliminar grandes percentagens de overshoot e valores extremamente elevados da matriz de ganho para que amplificação de ruído e flexibilização da dinâmica da planta não aconteçam. Logo, os controladores que seguem pertinentes às restrições descritas anteriormente são os controladores que apresentam "Q" como 10 e 100. Em vista do tempo de resposta do segundo, conforme a Figura , o mesmo foi escolhido.

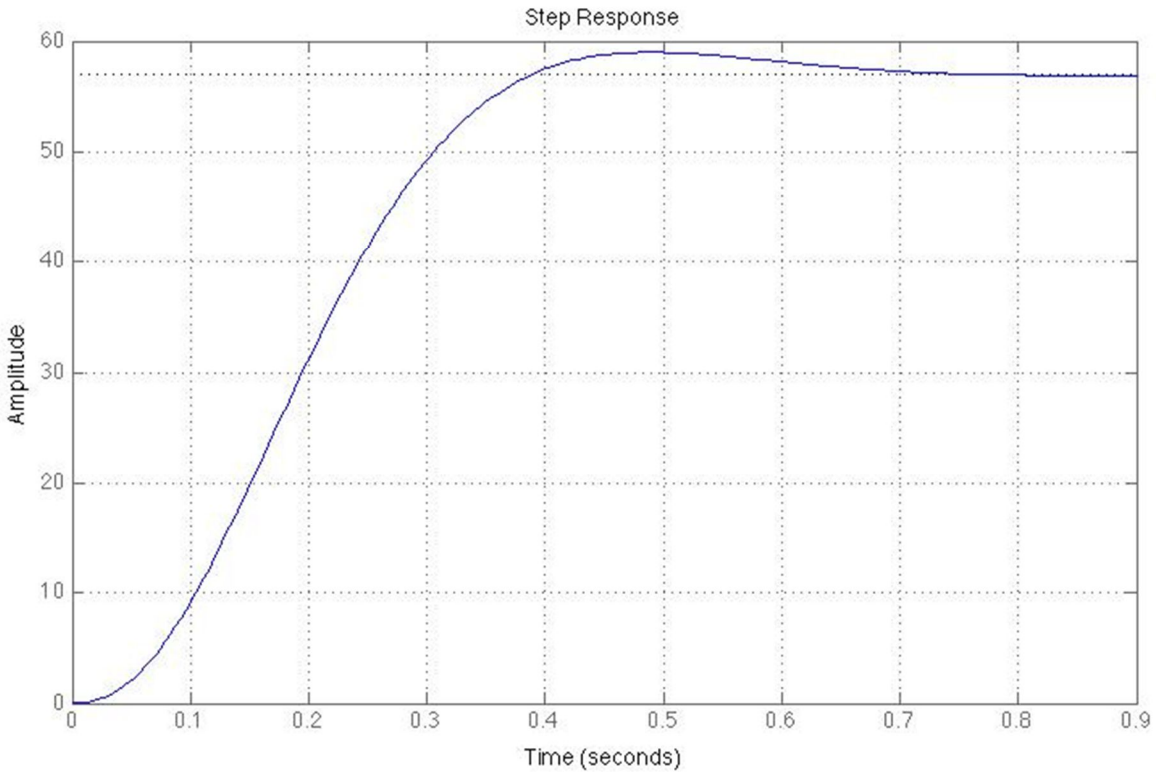


Figura 3: Controlador PI para Q=100

Estendendo a análise do regulador RSLQR para o domínio da frequência, traçam-se os diagramas de Nyquist e Bode, conforme apresentado nas figuras 4 e 5, respectivamente. Os parâmetros de análise para tais gráficos, explicitam a estabilidade do sistema: margem de ganho em 8.8022 dB, margem de fase infinita e frequência de ganho de margem em 20.197 rad/s.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

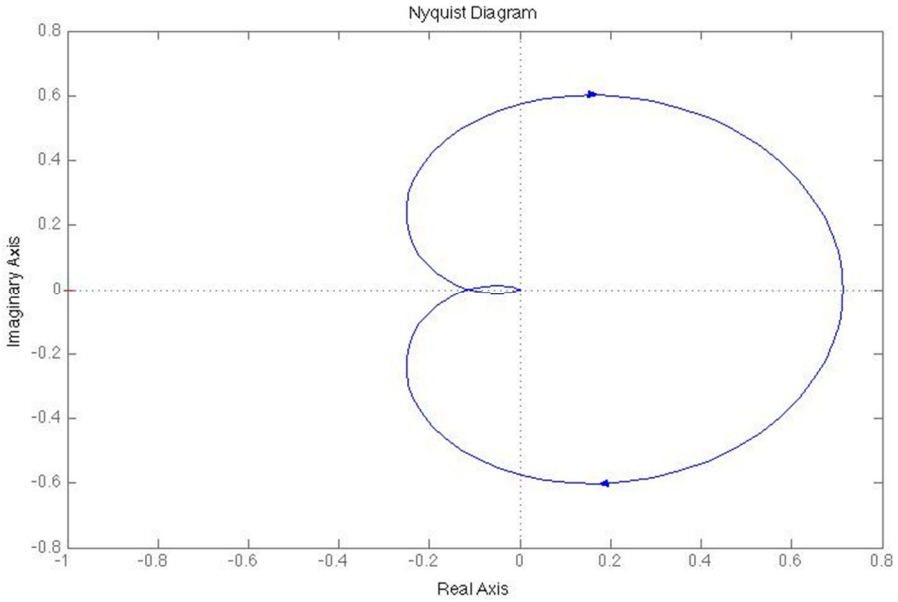


Figura 4: Diagrama de Nyquist do sistema para Q=100

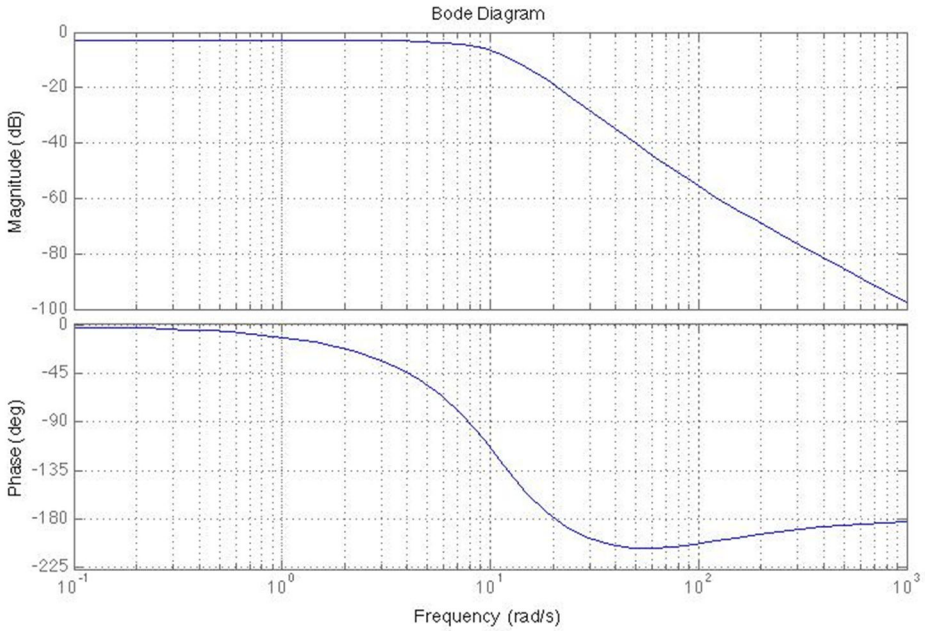


Figura 5: Diagrama de Bode do sistema para Q=100

CONCLUSÕES

O presente trabalho tinha por objetivo principal o projeto de uma lei de controle para o controle automático de um míssil que fosse robusto, estável e que atendesse aos critérios de desempenho desejados para as variáveis do sistema. Para tanto, buscou-se, a partir de um estudo específico de aerodinâmica de aeronaves e mísseis, desenvolver as equações que regem o

movimento dos mesmos, buscando em diferentes literaturas, notações e considerações semelhantes ao problema proposto, e, ainda, verossímil em consideração às forças atuantes no movimento de uma aeronave ou ao míssil. Assim, iniciou-se pelo estudo da segunda Lei de Newton e definição de momento, utilizando-se de rotação de eixos, definição de matrizes de movimento, regras de derivação e manipulações matemáticas, chegando-se às seis equações descritivas do movimento. Contudo, devido a complexidade e número de variáveis envolvidas, foi necessário a consideração de particularidades de vôo, como condição de equilíbrio em plano simétrico, apresentando estabilidade e trajetória retilínea para, apenas então, ampliar os conjuntos de equações para a descrição plena do movimento do projétil. Possibilitando, assim, a modelagem do sistema.

Determinou-se que para a planta em questão, um servo-regulador linear quadrático robusto, RSLQR, atenderia os quesitos de desempenho. Desta forma, o sistema foi simulado em MATLAB®, confirmando esta premissa. O regulador proposto apresentou margens de ganho e estabilidade aceitáveis para aplicações aeroespaciais: *rise time* e *settling time* suficientemente rápidos, conforme valores expostos nesta monografia; percentual de *overshoot* adequado, não alterando demasiadamente o ângulo de ataque, o que resultaria em problemas à planta; e, matriz de ganho com valores que não amplifiquem ruídos dos sensores.

Na conclusão deve-se evitar tópicos, confeccionando um texto contínuo, apenas separado por parágrafos.

REFERÊNCIAS

[1] BLAKELOCK, J.H., **Automatic Control of Aircraft and Missiles.** 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc, USA, 1991.

[2] BROGAN, W.L., **Modern Control Theory.** 3rd ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, 1990.

[3] CRAIG, J. J., **Introduction to Robotics – Mechanics and Control.** 3rd ed. Pearson, Indian, 2008.

[4] DUKE, E.L; ANTONIEWICZ, RF; KRAMBEER, K.D., **Derivation and Definition of a Linear Aircraft Model.** NASA Reference Publication 2107, 1988.

[5] LAVRETSKY, E.; WISE, K.A., **Robust and Adaptive Control with Aerospace Applications.** Springer, [Nova Iorque], 2013.

[6] MCLEAN, D., **Automatic Flight Control Systems.** 1rst ed. Prentice Hall International, UK, 1990.

[7] MAGRAB, E. B. et al., **An Engineers Guide to MATLAB.** 3rd ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, 2010.

[8] NASA. **Aircraft Rotations – Body Axes.** Disponível em < http://www.grc.nasa.gov >. Acesso em 2 jul. 2015.

[9] NASA. **Rocket Rotations – Body Axis.** Disponível em < http://exploration.grc.nasa.gov/education >. Acesso em 2 jul. 2015.

[10] NORMAN, S. N., **Control Systems Engineering.** 6th ed. Wiley. 2010.

[11] OGATA, K., **Modern Control Engineering.** 5th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, 2009.

[12] **Partes da aeronave.** Disponível em: http://www.monolitonimbus.com.br/partes-da-aeronave. Acesso em 1 jul. 2015.

[13] PIMENTA, D.; WILLIMAR, F; SOUZA, H., Giroscópio, UFERSA. Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgUXYAK/giroscopio-apresentacao>. Acesso em 3 jul. 2015.

[14] SIOURIS, G. M., **Missile Guidance and Control Systems.** 1st ed. Springer, USA, 2003.

[15] ScienceOnline. **Gyroscope.** Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=cquvA_IpEsA#t=216>. Acesso em 3 jul. 2015.

[16] WAEL, M. A.; QUAN, Q., **Hybrid Robust Control for Balistis Missile Longitudinal Autopilot**, Chinese Jounal of Aeronautics, China, 2011.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MODELAGEM DE UMA HASTE EMPREGADA EM COLHEDORAS DE CAFÉ PELO MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

Nara Silveira Velloso[1], Zenil Ricardo Cunha Rodrigues de Oliveira[2], Fábio Lúcio Santos[3]

[1]Estudante Mestrado, Departamento de Engenharia Agrícola – DEA, Universidade Federal de Viçosa – UFV, (37)9936-6695, naravelloso@yahoo.com.br.
[2]Estudante Mestrado, Departamento de Engenharia Agrícola – DEA, Universidade Federal de Viçosa – UFV, (31)8887-0587, zenilricardo@gmail.com.
[3] Professor, Departamento de Engenharia – DEG, Universidade Federal de Lavras – UFLA, (31)9325-7931, fabio.santos@deg.ufla.br.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Para aumentar a eficiência na colheita de café faz-se necessário a utilização de colhedoras que efetuam a derriça dos grãos a partir de hastes vibratórias feitas de fibra de vidro. Um problema comum na utilização desse tipo de colhedoras são as constantes quebras das hastes, o que demanda custo e tempo na operação. Uma forma viável de avaliar o desempenho das hastes é modelando-as computacionalmente e analisando seu comportamento. Objetivou-se neste trabalho simular e analisar o comportamento de uma haste quando submetida a esforços estáticos e determinar seus modos de vibração às primeiras frequências naturais do sistema, utilizando um modelo tridimensional solucionado por meio do MEF. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Projetos de Máquinas e Visão Artificial (PROVISAGRO) do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Utilizou-se o programa ANSYS versão 14.5 para a criação de um modelo estrutural de viga engastada e realização das análises estática e modal. Concluiu-se que, o uso do programa ANSYS e do modelo de viga possibilitaram desenvolver as análises para descrever o comportamento da haste. A análise estática nos permitiu concluir que os pontos passíveis de ruptura se concentram no engaste das hastes com os cilindros. Quanto maior a frequência de operação das hastes da colhedora, maiores deflexões ocorrerão. A concentração de tensão na haste não depende apenas da sua vibração, mas da sua interação com a planta.
PALAVRAS–CHAVE: Elementos finitos, modelagem, colhedora café.

MODELING OF A ROD EMPLOYED IN COFFEE HARVESTER MACHINES STEMS USING FINITE ELEMENT METHOD

ABSTRACT:To increase the efficiency of the harvesting of coffee it is necessary to use harvester effecting the grain seed dropping the vibratory rods made from glass fiber. A common problem in the use of such harvesters are the constant breaches of the stems, which requires cost and time in operation. A viable way to evaluate the performance of the stems is computationally modeling them and analyzing their behavior. The aim of this work to simulate and analyze the behavior of a rod when subjected to static forces and determine their modes of vibration to the first natural frequency of the system, using a three-dimensional model solved by the MEF. The study was conducted in Machinery and Artificial Sight Projects Laboratory (PROVISAGRO) of the Department of Agricultural Engineering, Federal University of Viçosa. We used the ANSYS program, version 14.5 for building a structural model of cantilever beam and conducting static or modal analysis. In

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

conclusion, the use of ANSYS software and the beam model made it possible to develop analyzes to describe the stem behavior. Static analysis allowed us to conclude that the subject of break points focus on the setting of the rods with the cylinders. The higher the operating frequency of the stems of the harvester, larger deflections occur. The concentration of tension on the rod depends not only on vibration, but its interaction with the plant.
KEYWORDS: Finite element, modeling, combine coffee.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café. A produção da cultura no país tem influenciado diretamente no *Produto Interno Bruto* (PIB) e na geração de empregos. O estado de Minas Gerais é o maior produtor, em torno de 50% do total produzido no país. Em relação à colheita de café, tem-se avançado muito, visando uma colheita mais eficiente das lavouras. Algumas áreas de aclive acentuado, onde não é possível a trafegabilidade das máquinas, ainda utilizam a colheita manual. Entretanto, na maior parte das lavouras, a colheita ocorre de forma mecanizada, utilizando máquinas portáteis ou colhedoras.

As colhedoras de café, sejam automotrizes ou tracionadas, usam o princípio de vibrações mecânicas para fazer a derriça do fruto. Para esta operação a colhedora é dotada de hastes vibratórias, que quando interagem com a cultura desprendem os frutos das plantas, e estes são coletados por um conjunto de pás retráteis, que fecham o espaço sob a saia do cafeeiro.

As colhedoras podem operar, ao mesmo tempo, dos dois lados da planta ou, somente de um lado. Geralmente, as hastes vibratórias que desempenham a derriça são fabricadas a partir de um material compósito a base de fibra de vidro, que lhe confere baixo peso e alta rigidez. Um problema comum na utilização desse tipo de material são as constantes quebras das hastes. Essas quebras são responsáveis por várias paradas na operação de colheita para manutenção e troca, o que demanda custos e tempo na operação, prejudicando as demais atividades que dependem da colheita, como por exemplo, a secagem e o armazenamento dos grãos.

Melhorias significativas podem ser feitas no projeto das hastes a partir do estudo do comportamento dessas quando submetidas a esforços advindos da interação máquina-planta, detectando-se, principalmente, pontos de acúmulo de tensões onde as hastes estarão mais propícias a rupturas.

A utilização de ferramentas computacionais para modelagens e simulações tem sido uma boa alternativa para realização de análises, já que são capazes de fornecer resultados precisos e em tempo hábil.

No caso da colhedora de café, a frequência de operação, bem como a velocidade de avanço da máquina, podem ser modificados a fim de selecionar com qual estádio de maturação do fruto tem-se interesse em colher (Silva, 2013). Contudo, a colheita do café é uma operação que depende de uma gama de fatores, que fazem com que seu estudo e avaliação não sejam tão triviais. No entanto, a partir do uso de ferramentas matemáticas é possível compreender as variações e os comportamentos de determinados problemas físicos. A técnica numérica de elementos finitos, comumente usada, resulta em análises e simulações com grande grau de confiabilidade, o que viabiliza sua aplicação à solução de modelos matemáticos de sistemas físicos (Santos et al., 2015).

Segundo Segerlind (1984), a técnica ou método dos elementos finitos (MEF) é um procedimento numérico para obter a solução de equações que regem alguns problemas encontrados em variadas áreas da engenharia.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A larga utilização do MEF deve-se ao fato de poder ser aplicado, além dos problemas clássicos da mecânica estrutural elástico-linear, também para problemas tais como sólidos, mecânicas dos fluidos, eletromagnetismo, transferência de calor, campo elétrico, acústica dentre outros (Caporrino, 2007). Além disso, pode-se afirmar também que o MEF é muito utilizado face à analogia física direta que se estabelece, com seu emprego, entre o sistema físico real e o modelo.

Vários tipos de análises podem ser feitas usando o MEF, devendo observar primeiramente o tipo de geometria que rege o problema, o tipo de material e os carregamentos aos quais a estrutura será submetida.

A partir das condições de contorno aplicadas ao modelo pode-se tratar os esforços como "lentos" ou estáticos, desprezando as forças de inércia, e fazer uma análise estática para o problema (Queiroz, 2010). Em condição dinâmica, sempre que a frequência de excitação externa coincidir com a natural de uma máquina ou estrutura, ocorrerá um fenômeno conhecido como ressonância, que pode resultar em falhas de estruturas e equipamentos (Coutinho, 2013).

Partindo de uma estrutura em forma de viga, a existência de modos de vibrações, ocorre associado às frequências naturais do sistema (Winck, 2012). Desta forma, o conhecimento das principais frequências é de fundamental importância para o controle de vibração de uma estrutura, uma vez que respostas significativas ocorrerão quando a frequência excitada for próxima das frequências naturais da viga.

Estas análises podem determinar qual o parâmetro estrutural que precisa ser modificado para que a estrutura seja funcionalmente melhorada. A partir do exposto, objetivou-se neste trabalho simular e analisar o comportamento de uma haste quando submetida a esforços estáticos e determinar seus modos de vibração às primeiras frequências naturais do sistema, utilizando um modelo tridimensional solucionado por meio do MEF.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Projetos de Máquinas e Visão Artificial (PROVISAGRO) do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Utilizou-se o programa ANSYS versão 14.5 para a criação de um modelo estrutural e, posteriores análises.

O modelo utilizado para a realização do projeto foi o de uma viga sólida tridimensional, de seção circular com diâmetro de 1,3 cm e comprimento de 50 cm, engastada em uma das suas extremidades e livre na outra (Figura 1). O desenvolvimento do modelo foi feito empregando o elemento tetraedro de 10 nós (SOLID 187).

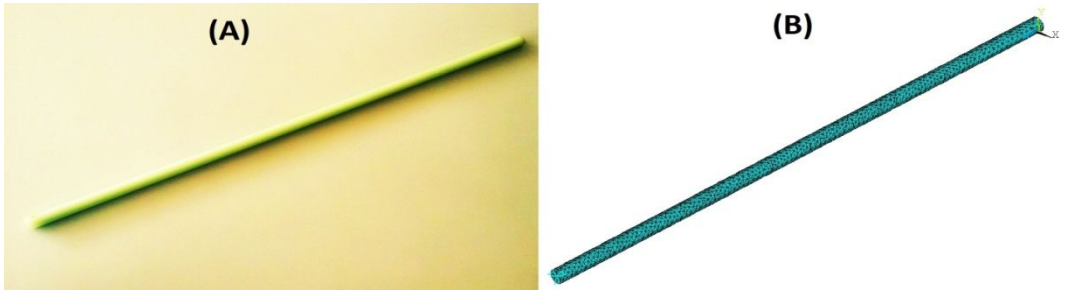


Figura 1: Haste usada na colhedora de café (A) e modelo usado na execução do projeto (B).

As propriedades físicas e, elásticas do material foram incorporadas ao programa para que

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

fossem feitas as simulações do modelo (Tabela 1).

Tabela 1 – Propriedades físicas e elásticas do compósito de fibra de vidro.

Propriedades	**Valor**
Coeficiente de Poison	0,33
Densidade	1630 kg/m^3
Módulo de elasticidade	27700 MPa

Fonte: Angrizani (2011).

O refinamento da malha usado foi escolhido mediante a uma pré-simulação, onde se extraiu os 6 primeiros modos de vibração e frequências naturais da viga. Os refinamentos resultaram em uma geometria discretizada composta por 60271, 8279 e 3463 nós, respectivamente.

Optou-se pela utilização de um refinamento intermediário, uma vez que não foram observadas significativas alterações nos resultados em relação à malha mais refinada, porém com uma convergência de dados mais rápida. Assim, pode-sefoi possível obter um bom grau de confiabilidade do resultado empregando um menor custo computacional.

A partir do modelo pré-determinado, aplicou-se um carregamento distribuído (Figura 2) paralelo ao plano XZ. O valor deste carregamento foi de 9,88N/m, que conforme SILVA et al. (2010), foi o maior valor obtido em seu estudo, para a força de desprendimento de um fruto de café, para o grão cereja, em diferentes estádios de maturação e para diferentes cultivares.

Para verificação da análise e avaliação dos pontos de concentração de tensões fez-se, posteriormente, uma nova análise estática com o valor de 98,8N/m.

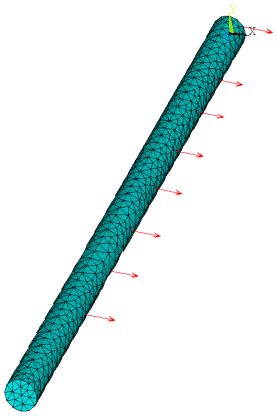


Figura 2: Modelo submetido à carregamento distribuído para análise estática.

A análise modal numérica foi feita empregando o método do subespaço, que utiliza de interações para aproximar os menores autovalores de seus autovetores de um modelo completo. Tal metodologia foi utilizada por Santos et al. (2015) em seu trabalho para avaliação do comportamento dinâmico do cafeeiro na derriça.

Foram determinados para este trabalho os 6 primeiros modos de vibração, os quais forma avaliados qualitativamente segundo o seu modo deflexão.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estática possibilitou a identificação dos pontos de máximo e mínimo acúmulo de tensões onde ocorrem tração e compressão, respectivamente. O acúmulo de tensão próximo do engastamento evidencia uma maior probabilidade de ruptura da viga (Figura 3).

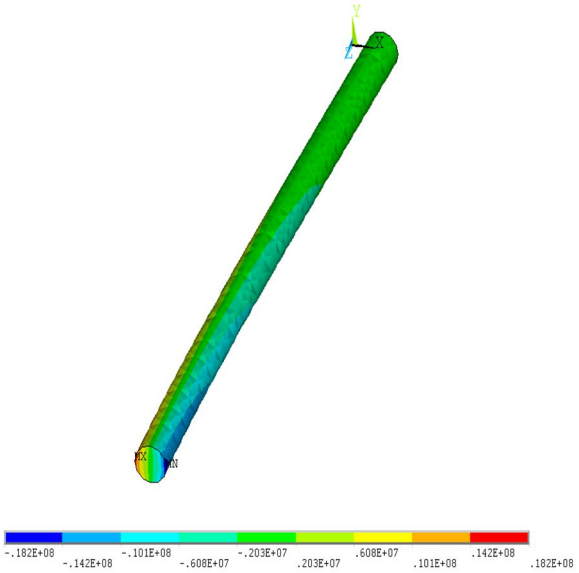


Figura 3: Distribuição de tensões na viga modelada conforme análise estática.

O mesmo resultado foi obtido ao submeter a viga a um carregamento distribuído com magnitude dez vezes maior que o primeiro (Figura 4).

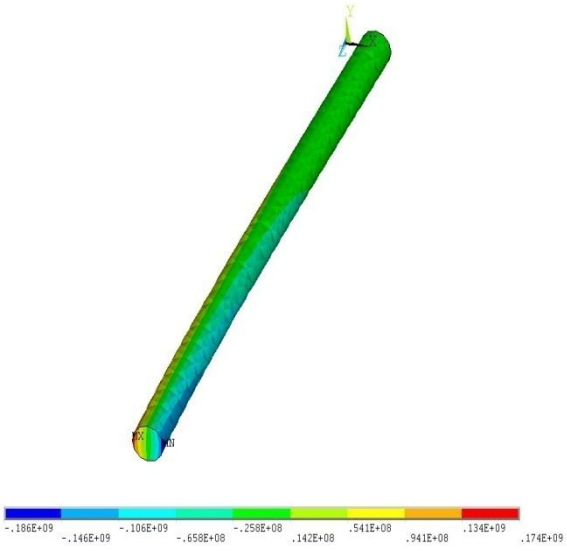


Figura 4: Distribuição de tensões na viga para um carregamento 10 vezes maior.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Na análise modal foram extraídos os 6 primeiros modos de vibração e os pontos de concentração de tensões na viga (Figura 5).

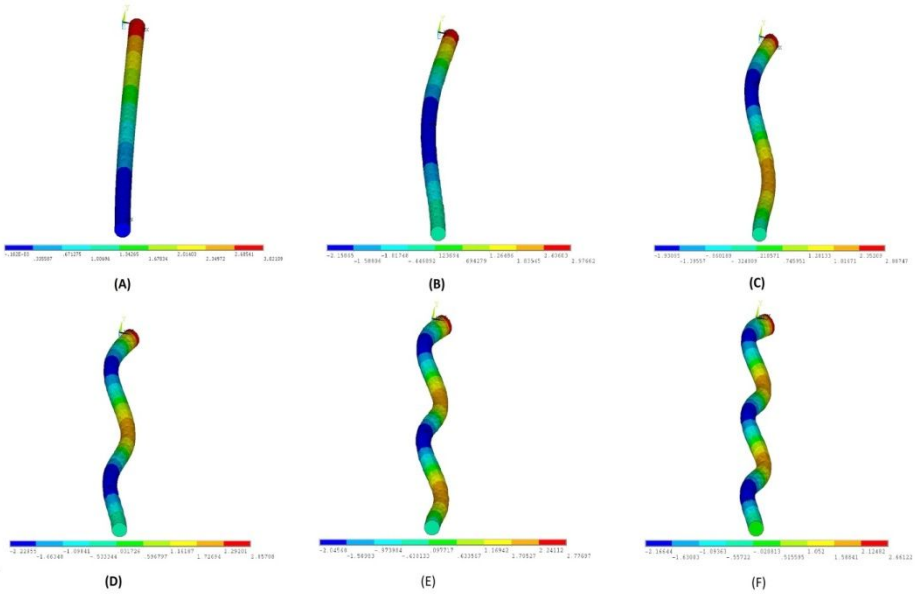


Figura 5: Pontos de acúmulo de tensões nas frequências naturais 1 (A), 2 (B), 3 (C), 4 (D), 5 (E) e 6 (F).

Quanto maior a frequência de operação das hastes da colhedora, maiores deflexões ocorrerão, resultando em possíveis pontos de concentração de tensão. Entretanto, nota-se que o primeiro modo de vibrar, que está associado com a frequência fundamental do modelo, é um modo pendular. Este modo de vibração reflete a deflexão operacional da haste durante a operação de colheita do café. Tais resultados associados aos resultados obtidos pela análise estática da haste, evidenciam o acúmulo de tensão no engaste do modelo. Adicionalmente, a eficiência na derriça do café foi constatada por Coelho (2001), que observou que a derriça aumenta conforme aumentam as frequências de vibração que excita a planta, aumentando também a energia vibracional fornecida ao fruto. Constatou também que nos frutos verdes as frequências naturais do sistema fruto-pedúnculo e fruto-pedúnculo-ramo do cafeeiro, são maiores que nos frutos cereja.

CONCLUSÕES

O uso do programa ANSYS e do modelo de viga possibilitaram desenvolver análises para descrever o comportamento das hastes da colhedora de café.

A análise estática nos permitiu concluir que os pontos passíveis de ruptura se concentram no engaste das hastes com os cilindros.

Diante dos resultados da análise modal numérica conclui-se que quanto maior a frequência de operação das hastes da colhedora, maiores deflexões ocorrerão.

A concentração de tensão na haste não depende apenas da sua vibração, mas da sua interação com a planta.

REFERÊNCIAS

Angrizani, C. C. **Compósitos laminados híbridos de curauá/vidro: análise mecânica experimental e teórica**. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre – RS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2011. 84p.

Caporrino, C. F. **Confinamento dado por lajes e vigas melhorando a resistência do pilar que as cruza**. Dissertação (Mestrado). São Paulo – SP. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2007. 124p.

Queiroz, P. C. de O. **Análise estática e dinâmica de estruturas reticuladas: ambiente de simulação em java**. Dissertação (Mestrado). João Pessoa – PB. Universidade Federal da Paraíba. 2010. 235p.

Santos, F. L.; Queiroz, D. M.; Valente, D. S. M. ; Coelho, A. L. F. . Simulation of the dynamic behavior of the coffee fruit-stem system using finite element method. **Acta Scientiarum**. v. 37, p. 11-17, 2015.

Senalp, A. Z., Kayabasi, O., Kurtaran, H. Static, dynamic and fatique behavior of newly designed stem shapes for hip prosthesis using finite element analysis. **Materials and Design** v.28, 2007, p. 1577–1583.

Sergelind, L. J. **Applied Finite Element Analysis**. Second Edition. New York, EUA. John Wiley & Sons,Inc., 1984. 427p.

Silva, F. C. de; Silva, F. M. Da; Alves, M. de C.; Barros, M. M. De; Sales, R. de S. Comportamento da Força de Desprendimento dos Frutos de Cafeeiros ao Longo do Período de Colheita. **Ciênc. Agrotec**., v. 34, mar./abr., 2010, p. 468-474, n. 2.

Silva, F. C. de; Silva, F. M. Da; Silva, A. C. Da; Barros, M. M. De; Palma, M. A. Z. Desempenho Operacional da Colheita Mecanizada e Seletiva do Café em Função da Força de Desprendimento dos Frutos. **Coffe Science**. v.8, jan/mar 2013, p. 53 – 60, n. 1.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MODELAMENTO TÉRMICO DE TRANSFORMADORES ELÉTRICOS A SECO

ISABELA OLIVEIRA ZAPAROLI [1], TERESA CRISTINA BESSA NOGUEIRA ASSUNÇÃO [2]

1 Graduação, Universidade federal de São João del Rei, (32)91683508, isabela.zaparoli@hotmail.com
2 Doutor, Universidade Federal de São João del Rei, (32) 3379 2518, bessa@ufsj.edu.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Transformadores elétricos são equipamentos de grande importância no sistema elétrico de potência, podendo ser isolados a óleo ou secos. Transformadores isolados a seco possuem vantagens como dimensão reduzida, menor peso e maior segurança. O transformador elétrico não é um corpo homogêneo e no seu interior há diferentes fontes de calor, de intensidades desiguais, daí a importância do seu modelamento térmico. Assim, o estudo do comportamento térmico é complexo, exigindo a utilização de modelos térmicos para estimar a temperatura em pontos críticos, onde medidas diretas não são possíveis, ou para determinar a distribuição de temperaturas no interior dos equipamentos elétricos. O objetivo principal deste artigo é a proposta de uma metodologia adequada, precisa e confiável para a modelagem do comportamento térmico do transformador elétrico a seco. Os parâmetros necessários para a validação da metodologia proposta foram obtidos de características construtivas e de ensaios feitos em laboratório com o transformador especialmente adquirido para este trabalho. Com simulações realizadas em um programa MatLab é possível comparar os efeitos da temperatura no ponto crítico do transformador alimentado com e sem a presença de harmônicas. Os resultados obtidos mostram que o modelo térmico proposto é satisfatório, respondendo aos efeitos de saturação magnética e as harmônicas de tensão, identificando aumento das perdas devido à saturação e ao conteúdo harmônico da fonte de alimentação.
PALAVRAS–CHAVE: Transformador a seco, modelamento térmico, distorção harmônica.

THERMAL MODELING OF ELETRIC DRY TRANSFORMERS

ABSTRACT: Electrical transformers are very important equipments in the electric power system and can be isolated oil or dry. Dry insulated transformers have advantages such as small size, lower weight and greater safety. The electrical transformer is not a homogeneous body and in it there are different heat sources of unequal intensities, hence is important its thermal modeling. But, to study its thermal behavior is complex, requiring the use of thermal models to estimate the temperature at critical points where direct measurements are not possible, or to determine the temperature distribution within the electrical equipment. The main objective of this paper is the proposal of an appropriate methodology, accurate and reliable for modeling the thermal behavior of the dry electrical transformer. The parameters necessary for the validation of the proposed methodology were obtained from constructive characteristics and tests made in the laboratory with the transformer specially acquired for this job. In simulations on a Matlab program can be compared the effects of temperature at the critical point of the transformer supplied with and without the presence of harmonics. The results show that the proposed thermal model is satisfactory, in response to the effects of magnetic saturation and voltage harmonics, identifying increase in losses due to saturation and to the harmonic content of the power supply.
KEYWORDS: Dry transformer, thermal modelling, harmonic distortion.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

1 INTRODUÇÃO

O transformador elétrico é um dos componentes vitais dos sistemas elétricos de potência, usados para produzir casamento de impedância entre a fonte e a carga, transformar níveis tensão e isolar circuitos galvanicamente.

Os transformadores podem ser isolados a óleo ou a seco. Os isolados a óleo possuem óleo isolante entre as bobinas e entre as bobinas e o terra. Os transformadores a seco usam materiais sólidos, como por exemplo, porcelana, papel isolante, resina epóxi etc.

Os transformadores isolados a seco possuem vantagens como dimensão consideravelmente menor, são mais leves, há facilidade na instalação e requerem pouca manutenção, que são atrativos na hora da escolha do equipamento. A segurança desse equipamento é outro fator que o destaca, possibilitando a instalação em locais próximos de pessoas.

A principal falha de um transformador é no isolamento dos enrolamentos, que pode ocorrer devido à variação de tensões, tempo de operação, variações mecânicas e temperatura acima da permitida pela classe de isolação.

O estudo do aquecimento de um transformador é muito importante durante seu projeto, especificação e proteção. A temperatura no ponto mais quente de um transformador isolado a seco é considerada crítica, pois, é consequência da geração de calor e da transferência de calor não uniforme para o ambiente.

Como o transformador não é um corpo homogêneo, o seu modelamento térmico é complexo, porque não é possível conhecer e nem fazer medidas no ponto critico, ou seja, o ponto onde a temperatura é mais elevada no enrolamento.

A complexidade do modelamento depende do tipo de modelo adotado, da precisão e confiabilidade, e também da disponibilidade de informações para obtenção dos parâmetros do modelo.

2 CIRCUITO EQUIVALENTE DO TRANSFORMADOR

O modelo do circuito equivalente do transformador, por fase, é mostrado na Figura 1, em que os valores de resistências elétricas e indutâncias são referidas ao primário.

Por razões econômicas, os transformadores são construídos com dimensões tais que sempre ocorre a saturação magnética do material ferromagnético do seu núcleo, quando este opera próximo das condições nominais. A ocorrência da saturação magnética tira o caráter linear que se poderia dar ao modelo dinâmico do transformador, tornando o seu modelamento matemático muito mais complexo.

A influência da saturação do circuito magnético é bem complicada, por ser um parâmetro não linear. A saturação representa um importante papel no resultado e não pode ser ignorada em algumas situações, como por exemplo, no cálculo da tensão e corrente harmônica, no chaveamento do transformador a vazio.

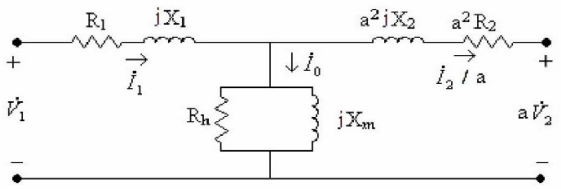


Figura 1. Circuito Equivalente do Transformador.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Então, devido às correntes elétricas não senoidais e as perdas de energia (devido à histerese magnética e as correntes de Foucault), a magnetização do núcleo do transformador deve ser considerada, ou seja, devem ser representadas as reais condições de magnetização, inclusive a saturação magnética.

3 MODELO TÉRMICO CLÁSSICO

Os estudos teóricos são baseados em modelos térmicos de primeira ordem, proposto por Ghareh and Sepahi [3], e mostrado na Figura 2.

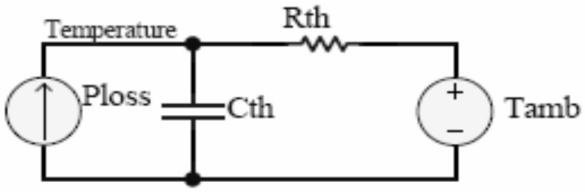


Figura 2. Circuito térmico equivalente do transformador.

O circuito sendo de primeira ordem é representado por uma equação diferencial, permitindo avaliar o comportamento da elevação térmica do enrolamento em relação a temperatura ambiente, como em (1).

$$P = C_{th}\frac{d\Delta\Theta_E}{dt} + \frac{\Delta\Theta_E}{R_{th}} \quad (1)$$

De (1):

$$\Delta\Theta_E = P.R_{th}(1\text{-}e^{-\frac{\Delta t}{R_{th}C_{th}}}) + \Delta\Theta_0\ (e^{-\frac{\Delta t}{R_{th}C_{th}}}) \quad (2)$$

Sendo: P = Perdas totais [W]; R_{th} = Resistência térmica equivalente [Ω]; C_{th} = Capacitância térmica equivalente [F]; $\Delta_{\Theta E}$ = elevação da temperatura do enrolamento em relação ao ambiente [ºC]; $\Delta\Theta_0$ = elevação da temperatura inicial em relação ao ambiente [ºC].

4 PARÂMETROS DO MODELO TÉRMICO

Considerando que, as condições de ventilação são constantes, e admitindo que, os enrolamentos do transformador sejam um corpo homogêneo, tem-se para as condições nominais de temperatura que:

$$Tn = \frac{mc}{Bn} \quad (3)$$

Sendo: Tn = Constante térmica de aquecimento [J/ºk]; m = Massa de cobre do enrolamento [g]; c = Calor específico do cobre [J/kg°C]; Bn = Fator de dissipação de calor para as condições nominais de ventilação.

Sabe-se que, se não houvesse dissipação de calor, o enrolamento do transformador atingiria sua temperatura máxima com um tempo igual a sua constante térmica.
Então, em um processo adiabático, tem-se:

$$Tn = \frac{mc\ \Theta_m}{Pcc} \quad (4)$$

Sendo: Pcc = Perdas Joule (nominais) nos enrolamentos do transformador [W]; Θ_m = Sobreelevação nominal da temperatura média do enrolamento conforme a classe de isolamento [ºC].

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Para o cálculo da sobreelevação média da temperatura nos enrolamentos, em função do tempo e da carga, mantendo as condições de ventilação constantes e igual à nominal, basta recorrer á teoria do aquecimento de um corpo homogêneo.
Neste caso, a constante de tempo térmica é determinada experimentalmente através de um ensaio de elevação de temperatura.
A constante térmica (T_n) pode ser calculada por (5).

$$Tn = \frac{t}{\ln(\frac{\Theta m - \Theta_0}{\Theta m - \Theta})} \quad (5)$$

Portanto, variando a carga, implica na variação das perdas nos enrolamentos, e por consequência, na temperatura máxima das bobinas. Assim sendo, o coeficiente nominal de transmissão de calor (B_n) é calculado por (6):

$$B_n = \frac{P_{cc}}{\Theta_m} \quad (6)$$

A variação da carga será expressa por (7).

$$f_c = \frac{S_c}{S_n} \quad (7)$$

Sendo: Sc = Carregamento aplicado [%]; S_n = Carregamento nominal[%].
Resolvendo (2), resulta:

$$\Delta\Theta_E = \frac{f_c * P_{cc}}{Bn}(1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau}}) + \Delta\Theta_0 * e^{-\frac{\Delta t}{\tau}} \quad (8)$$

Sendo: P_{cc} = Perdas no cobre dos enrolamentos do primário e secundário [W]; f_c = fator de carga [%]; $\Delta\Theta_E$= sobreelevação média da temperatura do enrolamento [ºC]; Δt = variação do tempo [s]; t = tempo [s].

5 FATOR K

As componentes harmônicas no sistema elétrico são derivadas dos componentes não lineares. Essas componentes podem ser chamadas de distorções, e acarretam vários problemas como sobreaquecimento em equipamentos, sobretensão em banco de capacitores, atuação indevida de relés, entre outros.
Os transformadores são afetados de duas formas pelas harmônicas. As de corrente elevam as perdas no cobre (efeito pelicular), enquanto as de tensão elevam as perdas no ferro. Essas correntes aumentam as perdas, e consequentemente, provocam o aumento de sua temperatura do isolamento, afetando diretamente o seu tempo de vida útil.
O fator K de um transformador indica se este está apto para ser utilizado em sistemas onde as correntes harmônicas estão presentes, ou seja, o fator k indica as perdas derivadas das harmônicas (perdas adicionais) em um transformador. A minimização das perdas adicionais deve ser feita durante o projeto do transformador. Os transformadores fabricados com enrolamentos usando o fator K apresentam perdas de carga adicionais reduzidas.
O cálculo do fator K é feito por (9).

$$fatorK = \sum_{h=1}^{h=max} I_h^2(pu)h^2 \quad (9)$$

Sendo: I_h = Corrente harmônica [A]; h = Harmônica.

O valor de K é atribuído a um transformador para determinar a quanto de sobrecarga o transformador pode ser submetido sem sobreaquecimento. A soma dos harmônicos indica qual a

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

porcentagem de carga que não é linear, e assim é possível determinar qual o valor de k que deve ser atribuído ao transformador.

6 SIMULAÇÃO

Para validar e estudar o impacto da temperatura no transformador, com e sem a presença de harmônicas de tensão/corrente foi desenvolvido um programa empregando o Matlab/Simulink para simulação do modelo estudado.

Na Figura 3 é mostrada a variação da temperatura de um transformador a seco, com 80% de carregamento, 750 [W] de Perdas, alimentando uma carga linear e uma carga não linear com fator K de 1,1921.

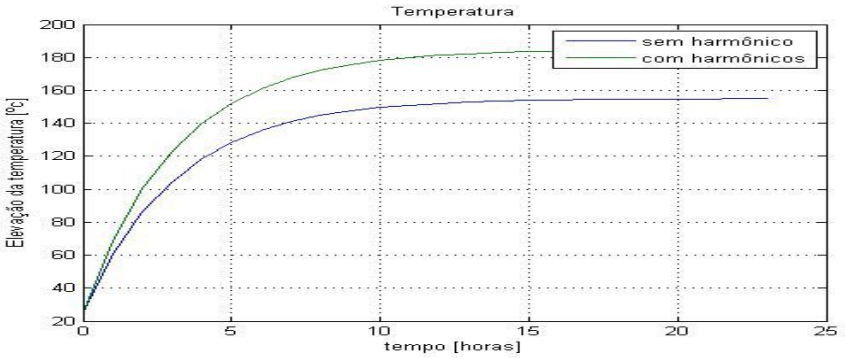


Figura 3: Curva característica de temperatura, carga não linear X carga linear.

7 MONTAGEM DA BANCADA EXPERIMENTAL

Para o levantamento de dados para o modelamento térmico do transformador a seco, foi montada uma bancada de ensaios, mostrada na Figura 4, constituída pelos seguintes equipamentos:

a) Transformador trifásico: 2,1 [kVA[; 60 [Hz]; 220/220[V[; classe de isolamento F de projeto e construção especial. Os terminais do primário e do secundário são acesíveis, e estão instalados varios termo resistores PT100 para aquisição e monitoramento da temperatura.
b) Uma placa da National Instruments; modelo DAQ NI USB 6210; 12 bits, 250 micro/s;
c) Transdutores de tensão e corrente de sensor Hall, de saída de 0 – 10V; erro menor que 1% do valor de pico e capacidade de aquisição de sinal de até 2 kHz; ligados diretamente à placa de aquisição;
d) Uma fonte de tensão chaveada de 24 [V]; 3 [W]; para a excitação dos sensores PT100;
e) Um indicador digital universal para o monitoramento visual da temperatura de operação do transformador.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

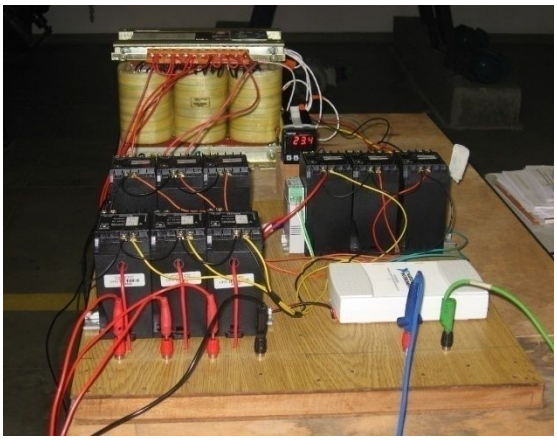


Figura 4. Bancada de ensaios do transformador.

7.1 AQUISIÇÃO DE DADOS

A aquisição de dados dos experimentos, foi feita através de uma placa de aquisição DAQ NI USB 6210, programação *LabView.* Na Figura 5, é mostrado o diagrama *LabView*, e como pode ser verificado foram adquirido três medidas de tensão (tensão fase-neutro da fonte de alimentação do transformador), três medidas de corrente e duas medidas de temperatura. Os dados adquiridos, a cada segundo, são armazenados em uma planilha Excel.

7.2 RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Usando a bancada de ensaios, alimentada por uma fonte de tensão trifásica de 220 V, 60 Hz, do Laboratório de Otimização de Sistemas Motrizes – LOSIM do DEPEL foram realizados os seguintes ensaios:

ENSAIO DE ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA

Uma carga resistiva trifásica ligada em delta foi alimentada pelo transformador ligado em delta-delta. A variação da carga foi feita através de um varivolt trifásico ligado ao secundário do transformador. Desta forma, o ensaio de elevação de temperatura foi executado com carga variável, mantendo a tensão do transformador, sob ensaio, com tensão nominal. Na Figura 6 é mostrado o carregamento do transformador durante 5 horas de operação do ensaio de elevação de temperatura.

Na Figura 7, são mostradas as temperaturas do enrolamento e do núcleo do transformador, em função do tempo de operação, para o carregamento mostrado na Figura 6. Destaca-se também, na Figura 6, a operação do transformador alimentado por um inversor e alimentando carga nominal.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

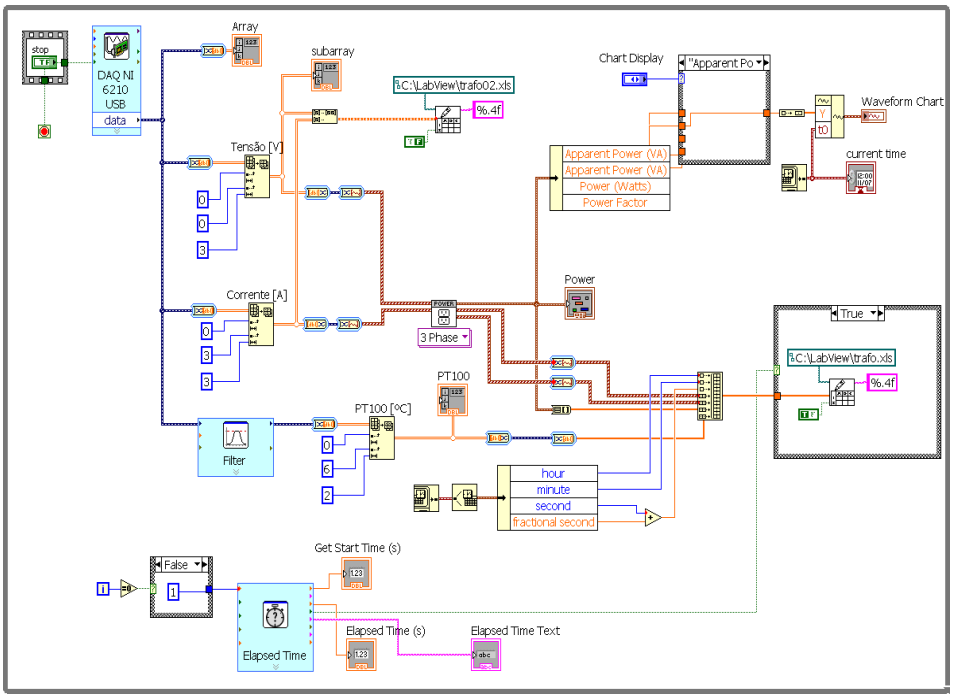


Figura 5. Diagrama LabView do programa de aquisição de dados.

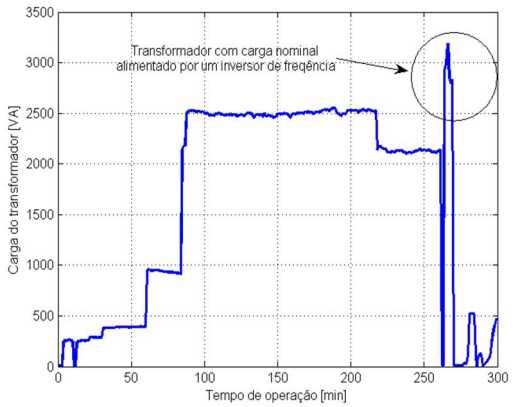


Figura 6. Carregamento do transformador no ensaio de elevação de temperatura.

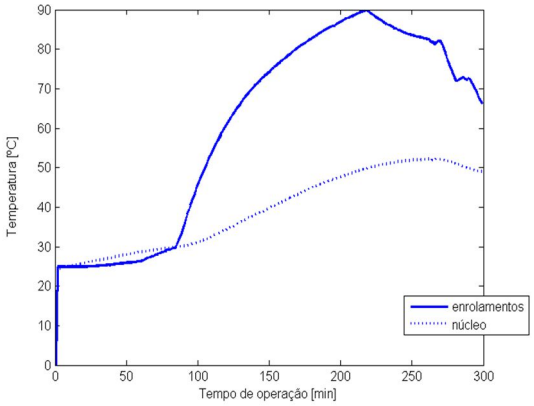


Figura 7. Temperatura do transformador no ensaio de elevação de temperatura.

ENSAIO DE CURTO CIRCUITO

O ensaio de curto circuito (cc) do transformador foi realizado com os enrolamentos na temperatura final obtida com carga nominal e com as seguintes medidas: V_{cc} = 7,2594 [V], I_{cc} = 5,6351 [A] e P_{cc} = 61,0131 [W]; que resultou em: R_{cc} = 0,6404 [Ω] e X_{cc} = 1.1177 [Ω].

ENSAIO A VAZIO E SATURAÇÃO

O ensaio a vazio (0) também foi executado na mesma temperatura dos enrolamentos do ensaio de curto circuito e, obtiveram-se as seguintes medidas: V_0 = 222,10 [V]; I_0 = 0,5844 [A]; P_0 = 7,2494 [W]; que resultou em R_m = 21,2267 [Ω]; X_m = 217,7839 [Ω].

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Este ensaio também foi realizado com tensão variável para avaliar a saturação magnética do núcleo, e seus resultados mostrados na Figura 8.

7.3 Modelo Térmico do Transformador

Como desenvolvido no item 3, a partir dos dados experimentais foi determinado o modelo térmico do transformador, como um corpo homogêneo, para determinar a temperatura dos enrolamentos. Na Figura 9, os resultados obtidos pela simulação computacional, em ambiente MatLab, do comportamento térmico do transformador são comparados com os valores medidos no ensaio de elevação de temperatura.

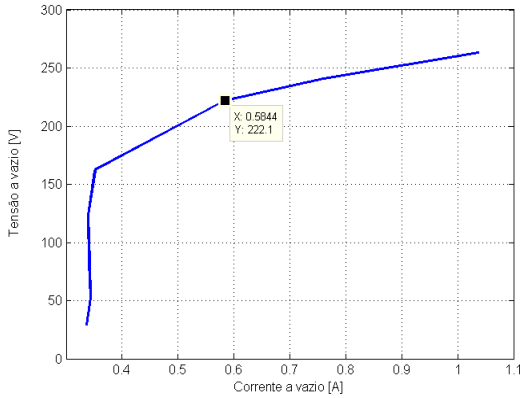


Figura 8. Ensaio de Magnetização.

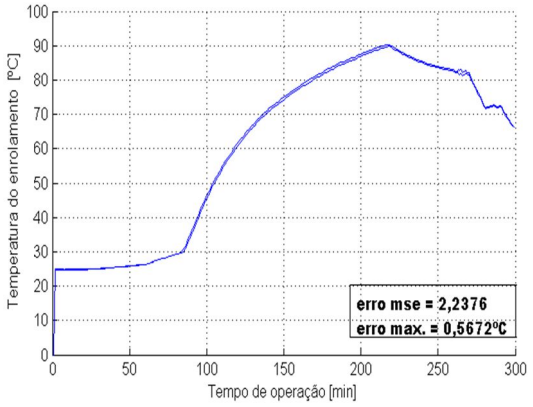


Figura 9. Resultados da Simulação do Modelo Térmico do Transformador.

8 CONCLUSÃO

O comportamento térmico do transformador foi simulado usando um modelo térmico cujos parâmetros são determinados a partir dos dados nominais e dos ensaios de curto circuito e de elevação de temperatura do transformador. Os resultados obtidos demonstram que este modelo térmico (corpo homogêneo) apresentou resultados satisfatórios e até mesmo aceitáveis, se considerarmos a relativa facilidade na obtenção dos parâmetros do modelo.

Destaca-se também que, o modelo respondeu aos efeitos da saturação magnética e ao conteúdo harmônico da fonte de tensão. Podemos concluir que, esta resposta se deve ao fato do modelo ser baseado na medida do carregamento e das perdas do transformador. Como o transformador opera, normalmente, com tensão de alimentação constante e nominal; pode-se concluir que a variação do grau de saturação do núcleo magnético é devida apenas à variação dos fluxos dispersos. Mas, os seus efeitos são indiretamente medidos pela medida das correntes elétrica dos enrolamentos.

Analogamente, observa-se que os efeitos do conteúdo harmônico de tensão e corrente de uma fonte de alimentação não senoidal foram identificados no modelo. Como demonstrado pelas medidas registradas na Figura 9, os harmônicos do inversor de frequência que alimenta o transformador com carga nominal (destaque na Figura 9) resultam em uma sobrecarga (sobrecorrente), e consequentemente, em um aumento das perdas do transformador.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Assim, pode-se concluir que o aumento das perdas devido à saturação e o conteúdo harmônico da fonte de alimentação foram identificados nos modelos desenvolvidos; mas para uma avaliação física destes efeitos se faz necessário o estudo de outros modelos matemáticos.

9 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do PIBIC/UFSJ, na concessão da bolsa de iniciação científica.

10 BIBLIOGRAFIA

[1] Camargo, J. M. (2005) Estudo do desempenho térmico de transformadores a seco alimentando cargas não - lineares.
[2] Carvalho, P.P.S.B. Study of a transformer thermal system.
[3] Ghareh, M. and Sepahi, L. (2008) Thermal Modeling of Dry Transformers and EstimatingTemperature-Rise.
[4] Gouda, O.E. (2011). A study of Factor Ower Transformer Characteristics by Modeling Simulation.
[5] Lobosco,O.S.. Dias, J.L.P. seleção e aplicação de motores elétricos. Volume I McGramw - Hill. São Paulo. 1988.
[6] Machado, J. C. (2005). Contribuição a Analise do desempenho Térmico e vida útil de transformadores alimentando cargas não lineares.
[7] Moura, M. M.(2011). Contribuição para o Estudo do fator k em transformadores a seco.
[8] ABNT – Associação Brasileira de Normas técnicas. Aplicação de cargas em transformadores de Potência – NBR 5416 Dezembro/1981.
[9] ABNT – Associação Brasileira de Normas técnicas. Transformadores de Potência a seco – NBR 10295 Maio/1988.
[10] IEEE Standard Test Code for Dry -Type Distribution and Power Transformers, ANSI/IEEE C57.12.91, 1992.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MONITORAMENTO DA PERDA DE MASSA E TEOR DE UMIDADE EM TOMATES REVESTIDOS COM PECTINA

MARIA INÁCIO DA SILVA[1], JOABIS NOBRE MARTINS[2], DYEGO DA COSTA SANTOS[3], EMANUEL NETO ALVES DE OLIVEIRA[4], JOSIVANDA PALMEIRA GOMES[5],FRANCISCO DE ASSIS CARDOSO ALMEIDA[6]

[1]Bolsista de Iniciação Cientifica CNPq, Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano Câmpus Salgueiro, e- mail: nacymarim@gmail.com, Fone: (87) 999214801;[2]Professor do IF – Sertão Pernambucano *Campus* Salgueiro, martinsjnta@gmail.com fone: (87)988460655;[3]Doutorando em Engenharia Agrícola – UFCG, e-mail: dyego.csantos@gmail.com fone:(83) 99904-5146; [4]Professor do IFRN Campus Paus dos Ferros e-mail: emanuel.oliveira16@gmail.com fone: (84) 99680-7697;[5]Professora Titular da UFCG, , josivanda@gmail.com fone:(83) 3101-1055 [6]Professor Adjunto IV da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UFCG, Campus I almeida@deag.ufcg.edu.br fone(83)3101-1287

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do uso da pectina como película em tomates. Os tomates da espécie (*Lycopersiconesculentum*Mill) foram coletados no estádio de maturação verde-maduro (75% verde e 25% maduro), sob condiçõesedafoclimáticas de 22,12 ± 2 °C e umidade relativa do ar de 84,85 ± 5%. A película foi preparada a partir da suspensão de pectina de alta metoxilação em água da marca CP Kelco em diferentes concentrações: 2, 5 e 8%, sendo que cada concentração era composta por três frutos. Para elaboração das soluções, colocaram-se 20, 50 e 80 g de pectina respectivamente em 1 L de água destilada, imergindo-se os frutos em cada tratamento. Efetuou-se o armazenamento em condições ambientais e observou-se as possíveis alterações de maturação dos tomates num intervalo de tempo (0, 2, 4, 7, 11 e 16 dias), comparando-se sempre com o controle, com temperatura e umidade relativa que variaram entre 17,3 a 27,2 °C e 64 a 99%. A perda de massa fresca foi de 5,62% no controle, 5,48% na amostra com tratamento a 2%, 5,38% com tratamento a 5% e 6,07% com tratamento a 8%, logo a película que melhor retardou a perda de massa foi à concentração de 5%. Desta forma a utilização da pectina em 5%, demonstrou-se mais eficiente, podendo ser usada paramelhor conservação dos frutos.
PALAVRAS–CHAVE: Conservação, película, tratamento

MASS LOSS OF MONITORING AND MOISTURE CONTENT OF TOMATOES WITH PECTIN COATED

ABSTRACT:This study aimed to evaluate the effect of the use of pectin as a film in tomatoes. Tomatoes species (Lycopersiconesculentum Mill) were collected in the green-ripe stage (75% green and 25% mature) under soil and climate conditions of 22.12 ± 2 ° C and relative humidity of 84.85 ± 5 %. The film was prepared from high methoxylated pectin suspended in water marks CP Kelco at different concentrations: 2, 5 and 8%, and each concentration was composed of three fruits. For the preparation of solutions, were placed 20, 50 and respectively 80 g of pectin in 1 L of distilled water, immersing the fruits in each processing. Made up storage at ambient conditions and observed the possible maturation changes of tomatoes in a time interval (0, 2, 4, 7, 11 and 16 days), comparing all with the control, temperature and humidity on the varied between 17.3 27.2 ° C and 64 to 99%. The loss of weight was 5.62% in the control, 5.48% in the sample treatment with 2%,

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

5.38% to 5% treatment and treatment with 6.07% to 8%, then the film best to delay the loss of mass concentration was 5%. Thus the use of pectin 5%, demonstrated to be more efficient and can be used to better conservation of the fruit.
KEYWORDS: Conservation, film treatment

INTRODUÇÃO

O armazenamento adequado sob condições favoráveis possibilita ao fruto a manutenção das características físico-químicas do mesmo. No geral, as frutas e hortaliças, são produtos perecíveis, pois apresentam atividade metabólica elevada, com maior intensidade após a colheita, conduzindo aos processos de deterioração. O manuseio adequado e a aplicação de tecnologias adequadas na cadeia de comercialização ajudam na manutenção da qualidade dos vegetais. A aplicação das tecnologias adequadas depende do conhecimento da estrutura, da fisiologia e das transformações metabólicas (aspectos físicos, físico-químicos, químicos e bioquímicos) que ocorrem no ciclo vital.

O tomate é uma das olerícolas mais difundidas no mundo. Além de ser uma importante *commodity* mundial, ocupa lugar de destaque na mesa do consumidor (BORGUINI, 2006). Segundo Ferreira et al. (2005) a produção anual brasileira de tomate representa 3% de toda a produção mundial, colocando o país em nono lugar em toneladas produzidas. Após a colheita, o tomate apresenta-se como um fruto altamente perecível. O fruto maduro possui vida média de prateleira de uma semana, com perdas variando entre 25 e 50%, enquanto o fruto parcialmente maduro apresenta vida útil de até duas semanas, com 20 a 40% de perdas pós-colheita.

De acordo com Tonon et al. (2006), o tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) é um dos vegetais mais consumidos no mundo, tanto na forma *in natura*, como na forma industrializada, sendo o segundo vegetal em área cultivada. O maior produtor mundial de tomate é a China, seguida dos Estados Unidos. O Brasil está entre os dez maiores produtores e a produção ocorre em praticamente todos os estados. O estado de Goiás se destaca como maior produtor no cenário nacional (IBGE, 2007).

Uma das dificuldades na conservação de tomate e a alta perecibilidade natural do fruto maduro, exigindo sua rápida comercialização apos à colheita. A colheita de tomates firmes pode aumentar o tempo de comercialização, viabilizando a produção numa região e seu consumo em outra parte mais distante. Porém, o ponto de maturação deve atender as necessidades sensoriais do mercado consumidor quanto a aparência, consistência, entre outros atributos sensoriais (BOLZAN, 2008).

Para diminuição das perdas pós-colheita uma das técnicas que pode ser utilizada e a aplicação de biofilmes comestíveis. A utilização destes biofilmes vem sendo pesquisada para uso como revestimento de frutas e hortaliças frescas, com o intuito de minimizar a perda de umidade e reduzir as taxas de respiração, alem de conferir aparência brilhante e atraente. Alem disto, os biofilmes aumentam a relação de desempenho durante a desidratação osmótica, reduzem o crescimento microbiano e retém compostos de aroma. O uso de biofilmes comestíveis com esse propósito apresenta-se como vantagem econômica, evitando a necessidade de armazenamento em atmosfera controlada, a qual implica em custos operacionais e de equipamento (BOLZAN, 2008).

Várias pesquisas têm sido desenvolvidas para avaliar a eficiência dos biofilmes no intuito de retardar o amadurecimento, proporcionando assim uma maior vida útil: Damasceno et al. (2003) avaliando o efeito da película de fécula de mandioca na conservação de tomate concluíram que a película aplicada aos frutos não reduziu significativamente a perda de massa, porém na concentração de 3%, os frutos conservaram a aparência e se tornaram-se mais atrativos; Oliveira et

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

al. (2011) utilizando-se de um biofilme de gelatina e glicerol constataram que o tratamento influenciou de forma significativa a fisiologia normal do amadurecimento do fruto. Objetivou-se no trabalho, avaliar o comportamento da maturação de tomates tratados com diferentes concentrações de películas de pectina em relação à perda de massa e teor de umidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

Os tomates da espécie (*Lycopersicon esculentum* Mill) foram coletados no estádio de maturação verde-maduro (75% verde e 25% maduro) e sob condições edafoclimáticas de 22,12 ± 2 °C e umidade relativa do ar de 84,85 ± 5% na EMPASA, situado na cidade de Campina Grande, PB. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA), pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Tratamento com pectina e armazenamento sob atmosfera controlada

Os 72 frutos foram submetidos à higienização habitual e secos. A película foi preparada a partir da suspensão de pectina de alta metoxilação em água da marca CP Kelco em diferentes concentrações: 2, 5 e 8%, sendo que cada concentração era composta por três frutos. Para elaboração das soluções, colocaram-se 20, 50 e 80 g de pectina respectivamente em 1 L de água destilada, imergindo-se os frutos em cada tratamento. Efetuou-se o armazenamento em condições ambiente dos dias 10 de agosto a 26 de agosto de 2011, com temperatura e umidade relativa que variaram entre 17,3 a 27,2 °C e 64 a 99%. Observaram-se as possíveis alterações de maturação dos tomates num intervalo de tempo (0, 2, 4, 7, 11 e 16 dias), comparando-se sempre com o controle.

Perda de massa

Fez-se, por meio da perda de água nos intervalos de dias estudados.

Umidade

Determinou-se em estufa a 105 °C por 4 h.

Análise estatística

Os resultados das variáveis perda de massa e teor de umidade foram comparados por meio de análise de variância ANOVA através de um arranjo fatorial 6 x 4 x 3 (período de armazenamento x tratamentos x repetições). As médias dos tratamentos em que ocorreram diferenças significativas foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teor de umidade

Na Tabela 1, estão apresentados os valores médios de água em porcentagem.

Tabela 1 - Valores médios de teor de água em porcentagem

Armazenamento (Dias)	Tratamentos			
	Controle	2%	5%	8%
0	$95,55^{aA}$	$95,55^{abA}$	$95,55^{aA}$	$95,55^{aA}$
2	$95,41^{aA}$	$94,99^{bcdAB}$	$95,27^{aAB}$	$94,76^{bB}$
4	$95,02^{abA}$	$94,87^{cdA}$	$95,27^{aA}$	$94,66^{abA}$
7	$94,90^{abB}$	$94,77^{aA}$	$95,19^{aB}$	$94,64^{abB}$
11	$94,81^{bB}$	$94,70^{abcA}$	$95,18^{aAB}$	$94,60^{abAB}$
16	$94,47^{aA}$	$94,68^{dB}$	$95,15^{aA}$	$94,57^{bB}$

Média geral (%) = 95,19; Coeficiente de variação (%) = 0,2542; Diferença mínima significativa para colunas = 0,5860; Diferença mínima significativa para linhas = 0,5259. Interação F1xF2 (Teste F) = **4,43. F1= Tempo de armazenamento; F2= Concentrações de pectina; **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observa-se, nos resultados contidos na Tabela 1, que ao longo do armazenamento ocorre uma diminuição do teor de água nos frutos, havendo assim diferença significativa para a quantidade de água existente nos mesmos para os diferentes tratamentos. Porém, destaca-se o tratamento de 5%, que ao longo dos dias, demonstrou-se mais eficiente, perdendo menor quantidade de água ao final do armazenamento, demonstrando-se como uma concentração ideal para aplicação nos frutos e conservação dos mesmos. Segundo estudos, em condições ambientais, a umidade do ar é menor do que a do fruto, aumentando o Déficit de Pressão de Vapor (DPV) e favorecendo a perda de água para o ambiente (KLUGE & MINAMI, 1997). Borguini (2002) registrou em seus estudos uma quantidade entre 93,73 a 94,53% de água; Raupp et al. (2007) também diagnosticaram umidade de 94,4 a 95,5% em tomate, valores similares encontrados no presente trabalho.

Os demais dias e tratamentos que não apresentaram diferença significativa, encontram-se nos dias 0, 2°, 4° e 7° dia de armazenamento no controle; 0 dia ao 16° dia da concentração de 5%, dentre outros valores que ficaram abaixo da diferença mínima significativa para linhas e/ou colunas.

Perda de massa

Encontra-se na Figura 1 a perda de massa dos frutos com respectivos tratamentos. Observou-se uma diminuição na massa dos frutos ao longo do armazenamento. A perda de massa fresca foi de 5,62% no controle; 5,48% na amostra com tratamento a 2%; 5,38% com tratamento a 5% e 6,07% com tratamento a 8%, logo a película que melhor retardou a perda de massa foi a concentração de 5%. Porém, os frutos com tratamento a 8% perderam maior quantidade que o controle (sem revestimento). Tal resultado é explicado por Wolf (2007) que relata em seus estudos que devido ao caráter higroscópico do filme que alcança valores próximos a 65% de umidade de equilíbrio em base seca, podendo assim potencializar a perda por vapor de água de sua superfície de contato; Oliveira et al. (2011) testando o efeito do revestimento de tomate com biofilme na aparência e perda de massa durante o armazenamento constataram esse aumento no fruto tratado.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Essa diminuição está vinculada diretamente à perda de água, resultando numa diminuição da massa. Damaceno et al. (2003) avaliando o efeito da película de fécula de mandioca em tomate também observaram a diminuição na massa dos frutos; Chiumarelli & Ferreira (2006) analisando a qualidade pós-colheita de tomate submetidas a diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento também observaram a perda de massa fresca em todos os tratamentos, variando de 0,36 a 5,10% em 15 dias de armazenamento; Miguel et al. (2007) analisando a qualidade de tomate observaram aumento linear na perda de massa com o avanço no período de armazenamento , o que pode ser atribuído à perda de umidade e de material de reserva pela transpiração e respiração, respectivamente. Portanto, a película de pectina reduziu a perda de massa nos tratamentos 2 e 5%, pois o valor foi menor que o diagnosticado no controle.

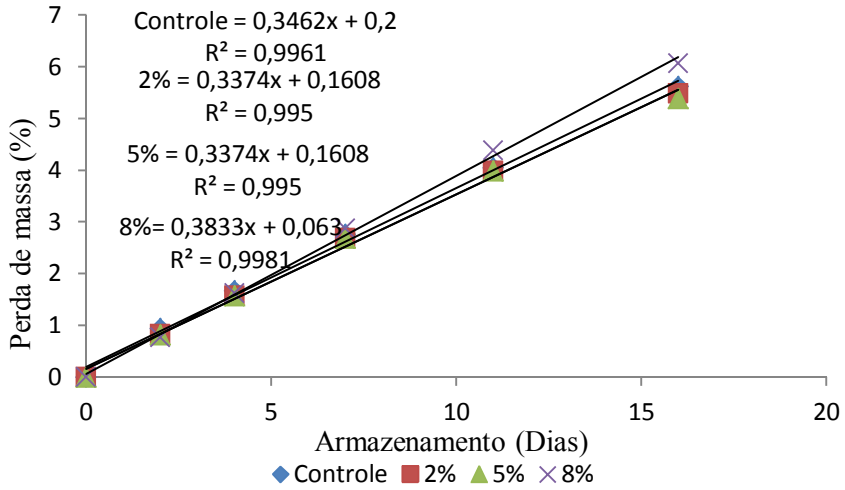


Figura 1 - Perda de massa (%) dos tomates revestidos com pectina em diferentes percentuais.

CONCLUSÕES

Ante os resultados obtidos, durante o armazenamento, a maturação dos frutos de tomate prosseguiu normalmente, porém com menor intensidade nos frutos tratados, pois a película de pectina nas diferentes concentrações manteve as características dos mesmos conservados por mais tempo, portanto, o biofilme de pectina nas diferentes concentrações, demonstrou-se eficiente nas variáveis analisadas. Os frutos do ponto de vista da maturação apresentaram-se no 7° dia de armazenagem com melhor coloração da casca (vermelho) e melhor firmeza de polpa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLZAN, R.P.; Biofilmes comestíveis para conservação pós-colheita de tomate dominador. Curitiba: Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, 2008. Dissertação (Mestrado).

BORGUINI, R.G. Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) orgânico em comparação ao convencional. Piracicaba: Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade de São Paulo, 2006. Tese (Doutorado).

BORGUINI, R.G. Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) orgânico: o conteúdo nutricional e a opinião do consumidor. Piracicaba: Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade de São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado).

CHIUMARELLI, M.; FERREIRA, M.D. Qualidade pós-colheita de tomates 'Débora' com utilização de diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.3, p. 381-385, 2006.

DAMASCENO, S.; OLIVEIRA, P.V.S.; MORO, E.; MACEDO JR, E.K.; LOPES, M.C.; VICENTINI, N.M. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.3, p.377-380, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p. Primeira edição digital.

FERREIRA, M.D.; FRANCO, A.T.O.; TAVARES, M. Técnicas de colheita para tomate de mesa. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.4, p.1018-1021, 2005.

KLUGE, R. A.; MINAMI, K. Efeito de ésteres de sacarose no armazenamento de tomates Santa Clara. **Scientia Agrícola**, v. 54, n. 1-2, p. 39-44, 1997.

OLIVEIRA, T.A.; LEITE, R.H.L.; AROUCHA, E.M.M.; FERREIRA, R.M.A. Efeito do revestimento de tomate com biofilme na aparência e perda de massa durante o armazenamento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.6, n.1, p. 230 – 234, 2011.

MIGUEL, A.C.A.; DIAS, J.R.PS.; SPOTO, M.H.F.; RIZZO-BENATO, R.T. Qualidade de tomate 'Débora' minimamente processado armazenado em dois tipos de embalagens. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 582-585, 2007.

TONON, R. V.; BORONI, A. F.; HUBINGER, M. D. Estudo da desidratação osmótica de tomate em soluções ternárias pela metodologia de superfície de resposta. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p.715-723, 2006.

RAUPP, D.S.; GABRIEL, L.S.; VEZARRO, A.F.; DAROS, P.A.; CHRESTANI, F.; GARDINGO, J.R.; BORSATO, A.V. Tomate longa vida desidratado em diferentes temperaturas de secagem. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 1, p. 33-39, 2007.

WOLF, K. L. Propriedades físico-químicas e mecânicas de biofilmes elaborados a partir de fibra e pó de colágeno. São José do Rio Preto. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual Paulista, 2007. Dissertação (Mestrado).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MUDANÇAS DA COBERTURA DA TERRA NA FLORESTA ESTADUAL ARARAS ENTRE 1996 E 2015: IMPLICAÇÕES PARA O USO SUSTENTÁVEL DE SEUS RECURSOS NATURAIS

THAÍS MUNIZ OTTONI SANTIAGO[1], NATHÁLIA SILVA DE CARVALHO[2], JOSÉ LUIZ PEREIRA DE REZENDE[3], LUIS MARCELO TAVARES DE CARVALHO

[1] Bióloga, Doutoranda em Eng. Florestal, UFLA, (35) 9138-7587, thaismottoni@gmail.com
[2] Bióloga, Mestranda em Eng. Florestal, UFLA, (35) 9116-5597, nathalia.bioufla@gmail.com
[3] Eng. Florestal, Professor do Departamento de Eng. Florestal, UFLA, (35) 8812-9876, jlprezen@dcf.ufla.br
[4] Eng. Florestal, Professor do Departamento de Eng. Florestal, UFLA, (35)91423119, passarinho@dcf.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A Floresta Estadual de Rendimento Sustentado Araras (Flota Araras) é uma Unidade de Conservação criada, em 1996, com o objetivo básico de promover o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e incentivar a pesquisa científica. Inserida no arco do desmatamento da Amazônia, os recursos dessa Unidade de Conservação estão sob alta pressão antrópica. Isso pode estar relacionado ao maior percentual desmatado em relação à sua área total entre 2012 e 2014. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi monitorar o processo de conversão da cobertura da terra desde a criação da Flota Araras, buscando identificar se a interferência antrópica tem o potencial de ameaçar os objetivos de sustentabilidade dessa Unidade de Conservação. Foram utilizadas imagens do satélite Landsat órbita/ponto 231/67, correpondentes ao produto CDR (Climate Data Record). A imagem do sensor TM foi adquirida em 04/07/1996 e a do sensor OLI em 07/06/2015. Para obter o mapa de cobertura da terra, foi realizada uma classificação baseada em objeto aplicando o algoritmo *multiresolution segmentation.* Neste processo, devido à sua melhor resolução espacial, também foi utilizada uma imagem do sensor RapidEye para a delimitação das feições. A comparação dos mapas obtidos evidenciou o desmatamento acumulado na FLOTA Araras desde a sua criação, indicando que o corte raso tem sido a principal ameaça para o uso sustentável dos recursos florestais e que a implementação de um plano de manejo é necessária para a eficácia dessa unidade de conservação.
PALAVRAS–CHAVE: Desmatamento, sistemas de informações geográficas, unidades de conservação.

LAND COVER CHANGES IN THE ARARAS STATE FOREST BETWEEN 1996 AND 2015: IMPLICATIONS FOR SUSTAINABLE USE OF NATURAL RESOURCES

ABSTRACT: The Araras State Forest of Sustained Yield (Flota Araras) is a protected area created in 1996 with the basic objective of promoting sustainable multiple use of forest resources and encouraging scientific research. This protected area is located into the Arc of Deforestation of Amazon and its resources are under high anthropogenic pressure: it was classified as the Conservation Unit with the highest percentage of deforested area between 2012 and 2014 in relationship to its total area. This work aimed to monitor the conversion process of land cover since the Flota Araras creation seeking to identify if the anthropogenic interference has the potential to threaten the sustainability objectives of this protected area. We used satellite images from Landsat path/row 231/67 correspondent to the CDR product (Climate Data Record). The image from the TM sensor was acquired on 07/04/1996 and the image from the OLI sensor on 06/07/2015. For getting

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

the land cover map, it was performed an object-based classification by applying the multiresolution segmentation algorithm. During this process, because of its better spatial resolution, an image from the RapidEye sensor was also used to delimit the features. The comparison of the maps showed the accumulated deforestation area in the Flota Araras since its establishment, indicating that the forest clearing has been the main threat to the sustainable use of forest resources and that the implementation of a management plan is required to the effectiveness of this Conservation Unit.
KEYWORDS: Deforestation, geographic information systems, conservation Units.

1. INTRODUÇÃO

Bens e serviços ambientais, por não possuírem valor de mercado e por suas características de bem público, precisam de tutela jurídica (COELHO, 2012). O Brasil possui um ordenamento jurídico sólido em matéria ambiental, coordenado pela Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), lei básica que fornece uma coerência teórica e, sobretudo, operacional às demais leis ambientais do país. A PNMA foi responsável por instituir uma nova lógica de desenvolvimento, baseada na perspectiva de meio ambiente como sistema ecológico integrado. Sob essa ótica, a utilização dos recursos naturais deve ser racional e planejada de modo a permitir a renovação dos recursos naturais e respeitar a capacidade de suporte do meio, assegurando, assim, condições à continuidade do desenvolvimento (BRASIL, 1981). A Constituição Federal recepcionou os princípios da PNMA e inseriu, nesse novo modelo de desenvolvimento, a responsabilidade intergeracional pelo meio ambiente equilibrado (BRASIL, 1988). Refletindo o anseio da nova sociedade, em tempos de surgimento de uma nova geração de direitos – o direito coletivo ao meio ambiente, que diz respeito também às futuras gerações – a Constituiçao Federal dedicou todo um capítulo à matéria ambiental e caracterizou o objetivo último da tutela jurídica dos recursos naturais brasileiros: o desenvolvimento sustentável.

Esse desenvolvimento depende da preservação, melhoria e manutenção da qualidade ambiental do país e do equilíbrio ecológico para sustentar-se. Para atender a essa finalidade, áreas representativas dos ecossistemas são preservadas e conservadas em Unidades de Conservação (UCs). Tais unidades são organizadas e operadas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) que as classifica, conforme os objetivos aos quais se destinam, em Unidades de Conservação de Proteção Integral e e Unidades de Conservação de Uso Sustentável dos Recursos Naturais (BRASIL, 2000). As primeiras se destinam à manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos, isto é, aquele que que não envolve consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais. O objetivo das UC de uso sustentável, por sua vez, é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais.

O papel das UCs torna-se especialmente importante em áreas sob alta pressão antrópica, como no arco do desmatamento da Amazônia brasileira. A criação de 485.000 km^2 de Áreas Protegidas (Unidades de Conservação e Terras Indígenas) entre 2003 e 2006 foi responsável pela redução de 37% no desmatamento nesse período (Soares-Filho et al., 2010) e contribuiu para que o país reduzisse em 38% a emissão de gases do efeito estufa entre 2005 e 2012 (SEEG-OC, 2014). Apesar dos benefícios que produzem, muitas dessas UCs encontram-se em situação crítica de desmatamento. Em geral, as UCs críticas estão localizadas na área de influência de grandes obras de infraestrutura que acabam promovendo um grande fluxo migratório para a região devido à valorização das terras do entorno e expectativa de melhores condições de vida (ARAÚJO; BARRETO; MARTINS, 2015). Entre 2012 e 2014, 10% dos 1.531.000 hectares desmatados na

região ocorreram no interiror de UCs. Cerca de 83% desse desmatamento ocorreu em apenas dois estados: Pará (46%) e Rondônia (37%) (ARAÚJO; BARRETO; MARTINS, 2015).

Rondônia está localizada no arco do desmatamento da Amazônia e destaca-se porque, devido ao seu intenso processo de ocupação territorial baseado na remoção da floresta nativa, a maior parte das florestas contínuas que ainda existem no estado estão dentro de UCs e Terras Indígenas (RIBEIRO; VERÍSSIMO; PEREIRA, 2006). Esse processo de ocupação associado ao desmatamento foi incentivado por políticas públicas governamentistas, a partir da década de 1970, que promoviam a implementação de grandes projetos de infraestrutra, o estabelecimento de assentamentos agrícolas e a garantia de créditos agrícolas subsidiados (PEDLOWSKI et al. 1997; RIBEIRO; VERÍSSIMO 2007). A maior parte das UCs de Rondônia (54%) foi criada no âmbito do Programa Planafloro, entre 1993 e 2002, que buscou compensar os impactos ambientais causados pelo Programa anterior, também financiado pelo Banco Mundial, o Polonoroeste. Esse fora implementado durante a década de 1980 com o objetivo de promover a expansão agropecuária e a infraestrutura do estado e é tido como o grande responsável pelo desmatamento do estado (RIBEIRO; VERÍSSIMO; PEREIRA, 2006). Um dos objetivos do Planafloro foi assegurar a proteção ambiental por meio de uma ampla rede de áreas protegidas ao longo do estado e a criação de UCs Estaduais foi uma condição para a efetivação do programa (MILIKAN, 1998).

As areas protegidas ocupam aproximadamente 38% da area total do estado de Rondônia. São 20 Terras Indígenas e 81 UCs que se dividem em 23 áreas de Proteção Integral e 38 áreas de Uso Sustentável (RONDONIA, 2007). Apesar do avanço significativo na criação de UCs em Rondônia, Diversos trabalhos têm alertado para as altas taxas de desmatamento no interior dessas unidades (RIBEIRO; VERÍSSIMO; PEREIRA, 2006; ARAÚJO; BARRETO; MARTINS, 2015; PIONTEKOWSKI et al., 2014; RIBEIRO; VERÍSSIMO, 2007). As principais ameaças são o avanço da pecuária, a extração ilegal de madeira e os conflitos fundiários relacionados à ocupação ilegal dessas reservas. Estudo recente de Aráujo e Barreto (2015) mostra que as UCs de Uso Sustentável responderam por 95% do desmatamento ocorrido no interior das 50 UCs que mais desmataram no estado entre 2012 e 2014. Dentre elas, destaca-se a Floresta Estadual de Rendimento Sustentável Araras (Flota Araras), que teve 25% de seu território desmatado no período analisado.

A Flota Araras foi instituída em 1996 mediante o Decreto Estadual n. 7.605, no âmbito do Programa Planafloro. Essa UC constitui uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas com o objetivo básico de promover o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas. Particulares incluídos nessa área devem ser desapropriados, permitindo-se, apenas a permanência de populações tradicionais que a habitam quando de sua criação, em conformidade com o disposto no Plano de Manejo da unidade. Assim como para as demais UCs, a legislação federal prevê que o Plano de Manejo de uma Floresta Estadual seja elaborado no prazo de cinco anos a partir da data de sua criação, contendo normas, restrições para o uso, ações a serem desenvolvidas e diretrizes para o manejo dos recursos naturais da UC e de seu entorno (BRASIL, 2000).

Diante do exposto e, tendo em vista o papel essencial que áreas protegidas desempenham na conservação de um estado cuja vegetação original já foi altamente desmatada, o objetivo desse trabalho é investigar o processo de conversão da cobertura da terra Flota Araras, desde a sua criação, buscando identificar se a interferência antrópica nessa UC tem o potencial de ameaçar seus objetivos de sustentabilidade. Os resultados obtidos serão úteis para orientar esforços de fiscalização e melhorar políticas para a manutenção da integridade de áreas protegidas no estado.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estado de Rondônia encontra-se no sudoeste da Amazônia brasileira, na fronteira com a Bolívia, e é cortado de noroeste a sudeste pela rodovia federal BR-364. Este estado tem experimentado algumas das mais altas taxas de desmatamento da Amazônia, resultando no atual retalho da cobertura do solo, composta por floresta madura, floresta secundária e pastagem de propagação generalizada à nordeste e sudoeste a partir da rodovia federal (NUMATA et al, 2009;. ROBERTS et al., 2002). Rondônia possui um clima tropical chuvoso, com temperaturas médias anuais de 25,5 °C, uma estação relativamente seca durante o ano e uma chuvosa, com chuvas marcadas entre os meses de setembro e maio, e um total pluviometrico anual que excede os 2.000 mm (BRASIL, 1978).

A Flota Araras está localizada no muncípio rondoniense de Cujubim, a 64km a noroeste de Machadinho d'Oeste, a maior cidade nos arredores. Situado a 126m de altitude, o muncípio possui cerca de 15.000 habitantes e se destaca na atividade madeireira (IBGE, 2010). A Flota Araras compreende uma área de aproximadamente 10 km^2 destinados ao uso sustentável dos recursos naturais (Figura 1).

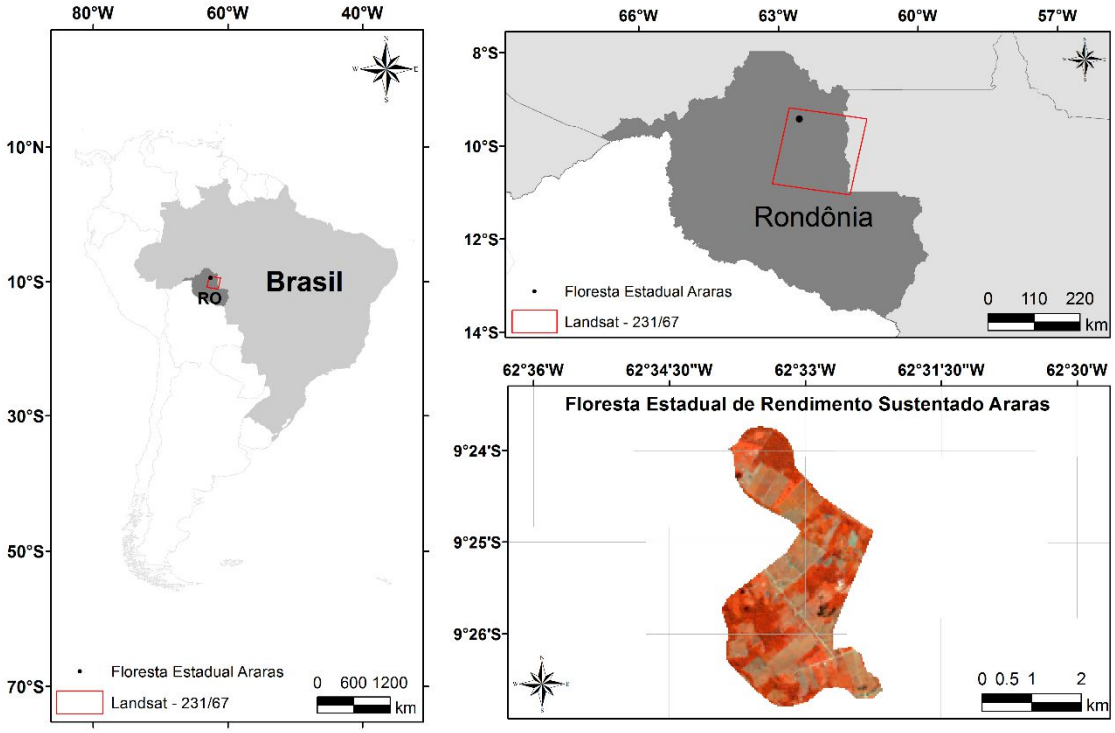


Figura 1. Localização da Floresta Estadual de Rendimento Sustentável Araras. A área de estudo está inserida na imagem Landsat (órbita/ponto 231/67). Em detalhe, está a representação da FLOTA ARARAS para a imagem Landsat/OLI referente a 07/06/2015, em uma composição falsa-cor 5-4-3.

2.2 CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA DO SOLO DA FLOTA ARARAS

A aquisição de imagens em datas aniversariantes consiste em uma das principais limitações

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

para a detecção de mudanças na cobertura da terra, uma vez que, as variações no ângulo do Sol, assim como, alterações na reflectância devido à dinâmica sazonal dos ambientes, podem interferir nas respostas espectrais dos alvos de interesse. Dessa maneira, as imagens utilizadas neste estudo, foram obtidas em datas próximas, a fim de reduzir a influência de fatores externos.

Foram utilizadas duas imagens Landsat (órbita/ponto 231/67), obtidas a partir do sensor TM em 04/07/1996 e do sensor OLI em 07/06/2015. Estas foram adquiridas a partir do portal USGS–U.S.Geological Survey (http://earthexplorer.usgs.gov/), sendo utilizado o produto Landsat CDR – *Surface Reflectance Climate Data Record* (imagens com correção radiométrica, geométrica e atmosférica). Ambas as imagens possuem uma resolução espacial de 30 metros.

Para detectar as mudanças no período entre 1996-2015, foi realizada uma classificação supervisionada da cobertura do solo, utilizando uma abordagem baseada em objeto. Nesta abordagem, pixels são agrupados de acordo com as semelhanças em suas características geográfica, espectral e espacial, com o intuito de representarem entidades geográficas identificáveis na superfície terrestre (CHEN et al., 2012). Para delimitação dos objetos na área de estudo, foi utilizada uma imagem *RapidEye* (*tile* 2034717) devido sua melhor resolução espacial (5 metros). Esta foi adquirida a partir do Ministério do Meio Ambiente, com nível de processamento 3A (correção radiométrica e geométrica).

A delimitação da FLOTA Araras foi utilizada como referência para recorte das três imagens. O software *eCognition* 9.0, foi utilizado para a segmentação das bandas espectrais da imagem *RapidEye*, aplicando o algoritmo *multi-resolution segmentation.* Os parâmetros foram configurados da seguinte maneira: fator de escala (150), forma (0,9) e compacidade (0,1).

Devido ao objetivo deste trabalho, para o mapeamento da cobertura do solo, as classes de interesse foram definidas como vegetação e outros usos. Após a delimitação dos objetos, foi feita a classificação para a imagem TM (1996). Para a classificação da cobertura do solo, foi aplicado o algoritmo de aprendizagem de máquina *Naive Bayes*, o qual corresponde a um modelo de classificação probabilística (CRACKNELL; READING, 2014). Os atributos utilizados para a definição das classes da cobertura do solo de cada objeto em ambas as datas, foram a média, o desvio padrão, o brilho e a máxima diferença espectral em cada banda espectral. Estes parâmetros foram utilizados como referência para treinamento e aplicação do algoritmo *Naive Bayes* e posteriormente, a obtenção da classificação da cobertura do solo.

Em seguida, com o intuito de quantificar a área total desmatada no período avaliado, a imagem OLI (2015) foi utilizada como referência para uma nova segmentação e identificação dos polígonos de desmatamento no período entre 1996-2015. Após obter as classificações referentes aos períodos de 1996 e 2015, foram gerados os mapas para caracterização e quantificação das mudanças na cobertura do solo ocorrida na FLOTA Araras entre o período avaliado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Toda a área que constitui a Flota Araras (1014.95 ha) era composta por vegetação nativa em 1996, quando essa UC foi instituída. Hoje, 19 anos após sua criação, apenas 477.22 ha estão sob vegetação nativa, o que significa que 53% da área dessa UC estão sob usos alternativos do solo, responsáveis pela descaracterização da cobertura florestal original (Figura 2). Isso é uma área significante considerando que essa é uma UC destinada ao uso sustentável dos recursos naturais, que pretende a manutenção das caracterísiticas originais e a continuidade de áreas florestais de forma a assegurar a prestação de serviços ecossistêmicos e a qualidade ambiental.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

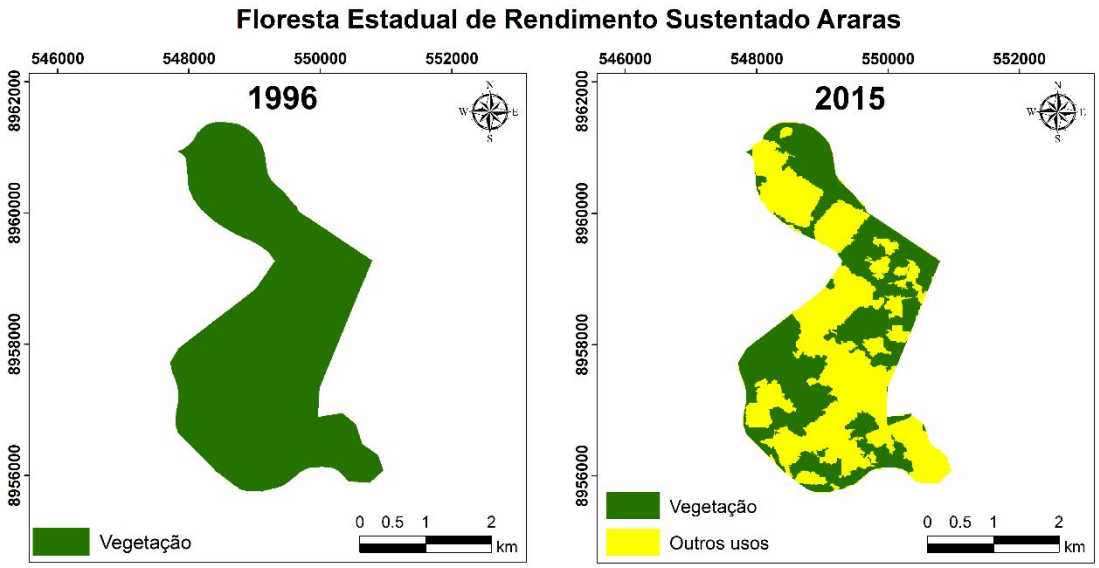


Figura 2. Classificação da cobertura do solo da Flota Araras nos anos de 1996 e 2015.

Além do desmatamento, outras atividades como extração de madeira, pecuária, agricultura de subsistência e caça são atividades que podem constituir usos alternativos do solo e refletir a dimensão dos impactos das atividades humanas nessa UC. O cenário atual da Flota Araras é ainda mais preocupante quando se sabe que, apesar de perimitir o uso (sustentável) das florestas nativas, segundo o Tribunal de Contas da União, a maioria das Flonas e Flotas da Amazônia não obtiveram concessões para tais usos (TCU, 2013).

A ocupação ilegal das UCs da Amazônia é a grande ameaça à integridade da floresta e fator propulsor de impactos ambientais nessas unidades. Segundo Araújo, Barreto e Martins (2015), a existência de ocupantes dentro de UCs que não permitem imóveis privados em seu interior, como é o casa das Florestas Estaduais, causa conflitos quanto ao uso de recursos, levando à degradação ambiental e à perda de sua finalidade. A demora na retirada desses ocupantes gera a expectativa de que o governo revogue ou reduza UCs para permitir a permanência desses grupos – o que, de fato, vem acontecendo em Rondônia (ARAÚJO; BARRETO, 2010) – e estimula novas ocupações. Os Ministérios Públicos Federal e Estadual de Rondônia já denunciaram a falta de disposição do governo estadual para retirar e desestimular a invasão e o saqueamento de UCs estaduais, incluindo a Flota Araras (MONTEIRO, 2009).

Outra restrição à eficácia da UC em estudo é a ausência de plano de manejo, previsto para ser implementado até os primeiros 5 anos após a sua criação. De fato, o baixo grau de implementação das UCs é um problema generalizado na Amazônia, poucas apresentam plano de manejo, conselho gestor, recursos humanos e financeiros suficientes (TCU, 2013). Das 52 UCs estaduais de Rondônia, apenas 7 possuíam planos de manejo implementandos em 2006 (RIBEIRO; VERÍSSIMO; PEREIRA, 2006). O problema ainda se agravou após a conclusão do Planfloro,em 2002, já que nenhuma fonte adicional para a manutenção das áreas protegidas criadas foram asseguradas por parte do governo de Rondônia.

4. CONCLUSÕES

Os resultados desse estudo indicam que o intenso uso do solo na Flota é responsável pela

descaracterização de sua cobertura florestal e ameaça os objetivos de sustentabilidade ambiental que justificaram a criação dessa UC. O estudo mostrou que áreas protegidas são essenciais para a conservação ambiental, mas, a mera criação dessas áreas não assegura a eficácia desse instrumento. Medidas adicionais que garantam a integridade dessas áreas são extremamente importantes, principalmente em reigões sob alta pressão antrópica, como é o caso de Rondônia. O governo também priorizar as ações nas UCs mas ameaças, a exemplo da Flota Araras. Tais medidas incluem a implementação de planos de manejo, uma fiscalização estratégica, a partir do monitoramento da vegetação nativa com base em imagens de sátelite, capaz de orientar e focar ações em UCs mais ameaças e a retirada de ocupantes não tradicionais do interior de UCs. O governo estadual pode usufruir de instrumentos como a compensação ambiental, a cobrança eficaz de multas, o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR) e a venda de terras públicas como fonte de recurso para realizar tais ações.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E.; BARRETO, P. **Anexo OEA 16 – Ameaças formais contra as Áreas Protegidas na Amazônia.** O Estado da Amazônia nº 16. P. 4. Belém-PA: Imazon, 2010.

ARAÚJO, E., BARRETO, P., MARTINS, H. Áreas Protegidas críticas na Amazônia no período de 2012 a 2014. (p. 20) Belém: Imazon. 2015.

BRASIL. Departamento Nacional de Produçãoo Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro; 1978.

BRASIL. Do meio ambiente: artigo 225. **Constituição Federal de 1988**. Brasília, DF, 1988. Cap.6.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fi ns e mecanismos de formulação e aplicação. Brasília: DOU de 2/09/1981.

BRASIL. Lei **nº 9.985 de 18 de julho de 2000.** Lei Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm. Acesso em 10 out. 2015.

CHEN, G. et al. International Journal of Remote Object-based change detection. **International Journal of Remote Sensing**, v. 33, n. 14, p. 37–41, 2012.

COELHO, H. O bem ambiental, sua propriedade e os tribunais de contas. **Revista do Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 84, p. 35-58, 2012.

CRACKNELL, M. J.; READING, A. M. Geological mapping using remote sensing data: A comparison of five machine learning algorithms, their response to variations in the spatial distribution of training data and the use of explicit spatial information. **Computers & Geosciences**, v. 63, p. 22–33, fev. 2014.

MONTEIRO, T. Falta de governança fundiária-ambiental do governo do estado de Rondônia. Gente de opinião. Disponível em: http://www.gentedeopiniao.com.br/energiameioambiente/conteudo.php?news=48558. Acesso em: 10 out. 2015.

NUMATA, I., COCHRANE, M.A., ROBERTS, D.A., SOARES, J.V. Determining dynamics of spatial and temporal structures of forest edges in South Western Amazonia. **Forest Ecology and Management**, 258, 2547–2555, 2009.

PIONTEKOWSKI, Valderli Jorge et al. Avaliação do Desmatamento no Estado de Rondônia entre 2001 e 2011. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 3, p. 297-306, 2014.

RIBEIRO, M. B. N.; VERÍSSIMO, A. Padrões e causas do desmatamento nas áreas protegidas de Rondônia. **Natureza & Conservação**, v. 5, n. 1, p. 15-26, 2007

RIBEIRO, B.; VERÍSSIMO, A.; PERREIRA, K. Deforestation in Protected Areas in the Brazilian Amazon: the case of Rondônia.

ROBERTS, D., NUMATA, I., HOLMES, K., BATISTA, G., KRUG, T., MONTEIRO, A., POWELL, B., CHADWICK, O. Large area mapping of land-cover change in Rondônia using multitemporal spectral mixture analysis and decision tree classifiers. **Journal of Geophysical Research,** 107, 8073, 2002.
RONDÔNIA. Governo do Estado. Zoneamento Socioeconomico-Ecologico do Estado de Rondônia - ZSEE: **Um Instrumento de Gestão Ambiental a Serviço do Desenvolvimento Sustentável de Rondônia**. Porto Velho: SEDAM; 2007.

SEEG/OC. **Sistema de Estimativa de Emissões de Gases do Efeito Estufa – Observatório do Clima**. 2014. Tabela Geral de Emissões. Disponível em: <http://seeg.herokuapp.com/tabela-geral-de-emissoes/>. Acesso em: 10 out. 2015.

SOARES-FILHO, B. S. et al. Role of the Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. **PNAS**, vol. 17, n.24, 10821–10826, 2010.

TCU. Tribunal de Contas da União. 2013. **Processo nº TC 034.496/2012-2.** Acórdão nº 3101/2013. Ata nº. 46/2013. Plenário. Auditoria Operacional. Governança das Unidades de Conservação do Bioma Amazônia.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

O SISTEMA PRODUTIVO E A PAVIMENTAÇÃO COM BLOCOS INTERTRAVADOS

JAQUELINE TEIXEIRA BOUSADO[1], JOSEILTON AUGUSTO CASSIANO[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO NETO[4]

[1] Graduanda em Engenharia Civil, Fundação Presidente Antônio Carlos, jaquelinetbousado@hotmail.com
[2] Bacharel em Engenharia Civil, Fundação Presidente Antônio Carlos
[3] Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, israeliasbik@gmail.com
[4] Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamatoneto@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O presente trabalho relata o surgimento dos blocos intertravados na Europa e a implantação nas cidades brasileiras, explana sobre as fases do sistema produtivo, o processo de cura, o carregamento e a pavimentação. Foram demonstrados os tipos de blocos mais utilizados e aplicabilidades conforme sua espessura para que os projetos sejam executados com uma melhor eficiência. Dentro deste contexto foram salientadas vantagens e desvantagens. Verificou-se que ao produzir blocos intertravados devem ser seguidos alguns parâmetros exigidos pela NBR 9780 e NBR 9781, mas em levantamento de dados feito na Fábrica de Pré-moldados da Prefeitura Municipal de Tocantins constatou-se que o processo produtivo se faz de modo empírico. Foi realizado ensaio no laboratório da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá para avaliar tal empirismo. Na produção de blocos intertravados os materiais necessários são de fácil obtenção, os maquinários não precisam ser sofisticados e a área utilizada no sistema produtivo é relativamente pequena. A pavimentação com blocos intertravados não constitui uma substituição para a pavimentação asfáltica, mas sim uma opção alternativa que pode atender a diversos projetos, ou seja, são soluções que podem ser utilizadas em conjunto.
PALAVRAS–CHAVE: sistema produtivo, blocos intertravados, pavimentação.

THE PRODUCTIVE SYSTEM AND PAVING WITH INTERLOCKED BLOCKS

ABSTRACT: The present work reports the appearance of interlocked blocks in Europe, and the implantation in Brazilian cities, it explains about the phases of the production system, the healing process, loading and paving. Types of most commonly blocks were demonstrated and the applications according to the thickness, so that projects are executed with better efficiency. Within this context, advantages and disadvantages were highlighted. it was found that when producing interlocked blocks must be followed some parameters required by NBR9781 and NBR 9780, but in data collection done on pre-molded factory of "Prefeitura Municipal de Tocantins" was found that the production process is empirical mode. A test was conducted in the laboratory of College President Antônio Carlos de Ubá to evaluate such empiricism. in the production of the interlocked blocks the necessary materials are easy to obtain, the machines do not need sophisticated precision and the area used in the productive system is relatively small. The paving with interlocked blocks does not constitute a replacement for asphalt pavement, but rather an alternative option that can meet the various projects, solutions that can be used in conjunction.
KEYWORDS: productive system, interlocked blocks, paving.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Com o surgimento dos grandes centros urbanos e o intenso processo de urbanização nos séculos XIX e XX houve uma significativa interferência no uso e ocupação do solo e um expressivo aumento da malha viária. Surge a necessidade de implantação de um sistema de rápida execução e não tão impermeável quanto o asfalto, pois este intensifica o escoamento das águas provocando constantes enchentes (SIMIELI et al., 2007).

Criado na Europa, o piso intertravado chegou ao Brasil por volta dos anos 60. Além de seu uso estético, na arquitetura, também é utilizado para projetos estruturais de pavimento. Uma de suas características é a capacidade de drenagem da água das chuvas, que constitui uma necessidade atual (SANTOS, 2011).

Nos dias de hoje, verifica-se uma grande preocupação em desenvolver projetos que não acarretam significativos impactos ambientais, que apresente alta versatilidade e conforto aos usuários. Do mesmo modo que processos construtivos que conseguem conciliar lucro, geração de empregos, mão de obra acessível e rápido tempo de execução do serviço, certamente estarão sempre um passo a frente de seus concorrentes, seja no ramo das indústrias, seja no comércio, ou serviço. O sistema de pavimentação com blocos intertravados atende a todas essas expectativas, além de ser altamente eficiente quando se trata de drenagem, uma vez que permite que a água percole pelos interstícios do solo até o lençol freático que é o seu local de origem, tornando a superfície mais permeável quando comparados com o asfalto.

Este trabalho tem como objetivo identificar todas as fases do sistema produtivo dos blocos intertravados, o processo de cura, armazenamento, transporte e modo de pavimentação, ressaltando as vantagens, a fácil manutenção, a mão de obra acessível, o rápido tempo de conclusão, a eficiência da drenagem e benefícios ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido através de visitas in loco para levantamento fotográfico e de dados nos meses de agosto a novembro de 2013. A fábrica de pré-moldados da Prefeitura Municipal de Tocantins cuja estrutura física fica a cinco quilômetros do centro da cidade tendo como acesso a Rodovia MGC- 265.

Observou-se que para produção de blocos intertravados são necessários os seguintes materiais:

- Pó de pedra;
- Pedra brita zero;
- Cimento Portland;
- Água (captada do Córrego Gori através de bombeamento).

O pavimento é uma supraestrutura feita por camadas de espessuras finitas, construída após terraplenagem, a fim de repartir esforços verticais sobre o solo; melhorar as situações de deslocamento referentes à comodidade e segurança; resistir aos esforços horizontais atuantes, dando maior durabilidade à superfície de deslocamento (BARCELOS et al., 2012).

No levantamento de quantidade de material necessário para um traço deve-se seguir as exigências da NBR 9781: 1987, mas foi verificado que a maioria das fábricas de bloquetes trabalha de forma empírica.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Fabricação e carregamento dos blocos

Os maquinários e utensílios empregados na fabricação de bloquetes são: betoneira, máquina de pavers, carrinho de carga, formas respectivas lubrificadas com óleo ou desmoldante, paletes, aspersor, mangueira e bomba de água.

Dentre os materiais utilizados, o cimento é acondicionado diariamente em um cômodo arejado em cima de paletes a 30 centímetros do chão e 30 centímetros da parede, em pilhas de no máximo 10 sacos.

Depois de alimentar a betoneira com os materiais necessários e depositar o palete abaixo da forma que será utilizada, inicia-se o processo de fabricação. A betoneira mistura o material que desce até a máquina através do silo e preenche as respectivas formas. Após o preenchimento, o material é prensado o que ajuda o adensamento da mistura retirando os vazios da massa. Em seguida tem-se início um processo vibratório podendo ser por cilindros hidráulicos, pneumáticos ou mesa vibratória, depois, as formas são suspensas de forma hidráulica.

Logo após, o funcionário retira o palete com os bloquetes utilizando o carrinho de carga e depositando-o no pátio para o processo de secagem.

Após quatro horas, tem-se início o processo de cura com a aspersão de água que de forma empírica geralmente dura oito dias.

A produção de um traço, equivale a uma produção de noventa e seis blocos sextavados com vinte centímetros de largura e seis centímetros de espessura.

A produção diária da fábrica analisada em uma jornada de oito horas com doze funcionários é de 6.000 bloquetes, sendo que seis horas são destinadas à produção e duas horas à limpeza e manutenção.

Após a cura, utiliza-se o carrinho de mão para transportar os bloquetes até o pátio de estocagem onde são formadas várias pilhas.

No processo de carga utiliza-se um caminhão caçamba que após estacionar no pátio de estocagem, os funcionários arremessam os blocos intertertravados para dentro da caçamba. Esta prática pode trazer pequenos prejuízos para estrutura dos blocos, mas os mesmos são utilizados em acabamentos laterais próximos as sarjetas. Em seguida, os funcionários sobem no caminhão para que os blocos superiores sejam melhor acomodados e durante o transporte não haja queda dos mesmos.

Compressão que os blocos exercem no solo

Para cada espessura de bloco intertravado e respectiva resistência à compressão, verifica-se um determinado peso que o mesmo exerce sobre o solo por metro quadrado, embora a Tabela 1 não seja normatizada essa é de grande valia para tomada de decisões na execução de projetos, pois demonstra a melhor aplicabilidade dos mesmos. Através desta, o projetista pode escolher qual espessura de bloco melhor atende suas exigências.

Pavimentação

No processo de descarga, os bloquetes são despejados no local desejado de forma aleatória, num processo em que a caçamba do caminhão é erguida.

Embora não exista nenhuma norma técnica para este tipo de pavimentação, a Caixa Econômica Federal, empresa que disponibiliza os recursos para implementação de tal pavimento em uma cidade faz as seguintes exigências: retirada de vinte centímetros do solo existente, compactação da sub-base e em seguida da base devidamente cascalhada. Após a compactação da base lança-se uma camada de seis centímetros de areia com função de receber as eventuais reações provenientes do pavimento intertravado.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Também são exigências da Caixa Econômica Federal, a construção das sarjetas e após, proceder ao rejuntamento com pó de pedra faz-se necessário uma varrição, para que em seguida haja a compactação dos blocos. Porém a prática mostra que o procedimento prejudica a funcionalidade das sarjetas que após a referida compactação dos blocos a mesma fica em nível superior, não conseguindo coletar a água pluvial para que ocorra o devido escoamento.

Os tipos de blocos intertravados mais usados são: sextavado, raquete, onda e retangular. Como base de dados tomou-se como parâmetro o bloco sextavado.

Tabela 1 – Pesos por metro quadrado e aplicações dos pavers comerciais

Resistência à compressão					
35 MPa			**50 MPa**		
Espessura	**Peso (kg/m²)**	**Aplicação**	**Espessura**	**Peso (kg/m²)**	**Aplicação**
6 cm	120	Tráfego leve (pedestres em calçadas e automóveis em ruas internas de condomínio).	-	-	-
8 cm	162	Tráfego médio (caminhões de até três eixos em leito carroçável).	8 cm	175	Tráfego médio (caminhões de até três eixos em leito carroçável).
10 cm	202,50	Tráfego pesado (carretas e veículos especiais em pátios de descarga, postos de gasolina e terminais portuários).	10 cm	215	Tráfego pesado (carretas e veículos especiais em pátios de descarga, postos de gasolina e terminais portuários).

Fonte: NABESHIMA, et al., 2011, p. 30

Resistência mecânica

Para verificar se o bloco produzido de forma empírica na fábrica de pré-moldados atende às exigências da norma foram ensaiados vinte e quatro bloquetes com mesma idade de fabricação e altura de seis centímetros, saturados em água conforme a NBR 9780: 1987 para serem rompidos no laboratório de concreto da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá aos sete, quatorze, vinte e um e vinte e oito dias respectivamente.

Para que fosse feito tal rompimento verificou-se que a prensa possui um curso de 300 milímetros e o bloco sextavado por ter uma altura inferior ao dos corpos de prova rompidos de costume, foi preciso de um calço com flanges planas de ferro para que a prensa pudesse comprimir os blocos de forma satisfatória.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Foi necessário usinar um prato com medidas superiores ao do bloco sextavado para que pudesse receber o enxofre derretido e realizar o capeamento com espessura inferior a três milímetros como exige a NBR 9780: 1987 em ambas as faces do bloco intertravado.

A priori, foram colocados os flanges servindo como calço conforme a Figura 1, em seguida colocou-se o bloco devidamente capeado, depois foram postos mais flanges acima deste formando uma área de contato superior a do bloquete o que na hora dos cálculos facilitará, pois será utilizada a área do próprio bloco.



Figura 1 – Prensa preparada para rompimento.

Após tal procedimento, a carga foi aumentada gradativamente de modo progressivo e sem choques da prensa sobre o bloco intertravado até que fosse exercida uma carga de 70.550 quilogramas, o mesmo não alterou sua estrutura, portanto para que o ensaio não oferecesse riscos tanto aos operadores quanto a própria prensa, decidiu-se que o procedimento fosse interrompido não ultrapassando o limite de calibragem da prensa que é de 80 MPa.

Posteriormente, foi calculada a resistência do bloco à compressão. A Figura 2 mostra algumas medidas do bloco.

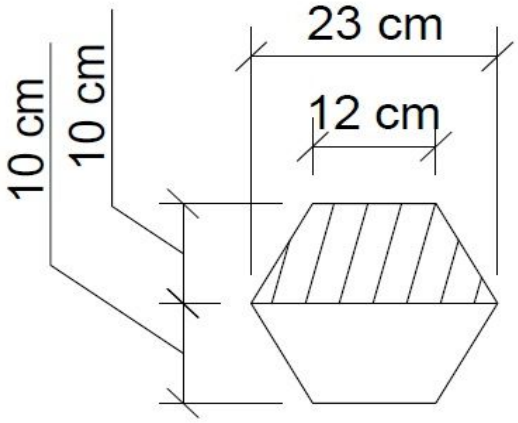


Figura 2 – Dimensões do bloco sextavado.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Com a equação 1 calculou-se a área do bloco sextavado:

$$A = \frac{(B+b) * h}{2} \quad (1)$$

Em que, A é área, em cm^2; B é a base maior do trapézio, em cm; b é a base menor do trapézio, em cm; e h é a altura do trapézio, em cm.

$$A = \frac{(23+12) * 10}{2}$$
$$A = 175 \text{ cm}^2$$
$$A = 175 \text{ cm}^2 * 2 \text{ trapézios}$$
$$A = 350 \text{ cm}^2$$
$$A = 35.000 \text{ mm}^2$$

Carga imposta sobre o bloco em quilogramas:
F = 70.550 kg
Conversão de quilogramas para Newton:
1kg = 10N
Carga imposta sobre o bloco em Newton:
F = 705.500 N
Para encontrar a tensão de compressão foi usada a equação 2:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

Em que, σ é a tensão, em N/mm^2; F é a força, em N; e A é a área, em mm^2.

$$\sigma = \frac{705.500}{35.000}$$
$$\sigma = 20{,}157 \text{ N/mm}^2$$
$$\sigma = 20{,}157 \text{ MPa}$$

Fator multiplicativo:
Fator de correção estipulado pela NBR 9780: 1987 que é determinada em função da altura da peça rompida, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Fator multiplicativo "p"

Altura nominal da peça (mm)	Fator Multiplicativo "p"
60	0,95
80	1,00
100	1,05

Fonte: NBR 9780, 1987, p. 2

Uso do fator de correção:

$$\sigma = 20{,}157 * p \quad (3)$$
$$\sigma = 20{,}157 * 0{,}95$$
$$\sigma = 19{,}149 \text{ MPa}$$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a norma NBR 9781: 1987, quando os blocos estão em processo de cura aos vinte e oito dias, a resistência mínima à compressão é de 35 MPa, no caso da amostra que foi rompida aos setes dias de cura almejava-se cerca de setenta e cinco por cento da resistência mínima o que resultaria em uma resistência de 26,25 MPa. Quando o bloco foi retirado da prensa sem ter sofrido nenhuma alteração em sua estrutura, estima-se que o mesmo apresentaria uma resistência de compressão superior ao desejado para tal ensaio.

Vantagens dos blocos intertravados

Segundo Santos (2011), esse tipo de pavimento proporciona as seguintes vantagens: maior estabilidade nos trechos mais íngremes e sinuosos por ser antiderrapante; melhor conforto térmico devido a uma melhor absorção de calor; escoamento de água e seu retorno ao lençol freático, o que é possível por ser permeável; redução no tempo de execução da obra, diminuição do volume total de água que entraria na rede de drenagem, diminuindo o risco de inundação dos sistemas a jusante.

De acordo com Simieli (2007), a pavimentação com blocos intertravados apresenta as seguintes vantagens: reduzida necessidade de manutenção; simplicidade de execução; não necessita de mão de obra especializada; possibilidade de integração estética ao ambiente, contribuindo para valorização local; menor distância de frenagem; facilidade de reparação e utilização das peças de concreto possibilitando acesso às instalações de serviços subterrâneos; benefícios sociais, entre eles geração de empregos.

Desvantagens dos blocos intertravados

Conforme Nabeshima (2011), as desvantagens da pavimentação que utilizam blocos intertravados são: interferência das variações climáticas nas propriedades dos materiais utilizados; quebra de peças; falha no rejuntamento; rotação e empenamento das peças; a pouca fiscalização que pode acarretar a má fabricação do piso intertravado, diferentemente do asfalto para o qual o controle de qualidade é maior; esse pavimento causa trepidação do veículo; nele a sinalização horizontal se faz ineficiente; as enxurradas provenientes de possíveis enchentes podem arrancar o pavimento.

CONCLUSÕES

O sistema produtivo dos blocos intertravados é de fácil execução, sendo que o mesmo não necessita de profissionais qualificados para sua fabricação acarretando um empirismo, mas este fato não traz prejuízos à qualidade do produto final.

A NBR 9780: 1987 estipula que devem ser recolhidas amostras de blocos e que essas sejam saturadas de água para o posterior rompimento e verificação da resistência à compressão. Foi levantado que o processo de cura na fábrica de pré-moldados é feito em toda produção através de aspersão de água, e que apesar do transporte ser feito em caminhões caçamba e não em paletes como é considerada a maneira mais correta, o número de quebras é irrisório o que demostra uma boa resistência dos blocos.

O armazenamento é feito de forma funcional para que atenda de maneira eficiente o carregamento.

Os blocos intertravados constituem formas simples de pavimentação que atendem de forma eficiente a função a que se destinam.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Este tipo de pavimento evita a impermeabilização do solo, pois a água consegue percolar para as camadas inferiores até atingir o lençol freático, amenizando os impactos ambientais.

Pode-se verificar que as desvantagens da pavimentação com blocos intertravados são pequenas se comparadas com as inúmeras vantagens da mesma.

O material necessário na produção dos blocos intertravados é de fácil obtenção. Evidenciou-se que no sistema produtivo não se fazem necessários maquinários sofisticados, apenas uma betoneira e uma máquina de pavers, cuja manutenção é simples e fácil.

Se comparado com a área utilizada para construção de uma usina asfáltica o espaço utilizado para uma fábrica de pavers é relativamente pequeno, pois requer apenas a edificação de um galpão.

Embora haja certa resistência quanto ao uso desse piso por parte dos usuários e das próprias administrações, até pelo pensamento que cidade desenvolvida é aquela que tem asfalto, este paradigma vem sendo mudado devido a fatores como: o longo período de vida útil dos bloquetes, o melhor conforto térmico e a beleza dos projetos paisagísticos.

É evidente que a pavimentação feita com asfalto melhor atende às regiões onde existe um grande tráfego de cargas pesadas diariamente, mas em regiões onde o tráfego é de carga leve ou média a pavimentação feita com blocos intertravados é extremamente viável.

A pavimentação com blocos intertravados não constitui uma substituição para a pavimentação asfáltica, mas sim uma opção alternativa que pode atender a diversos projetos, ou seja, são soluções que podem ser utilizadas em conjunto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9780**. Peça de concreto para pavimentação – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1987.

BARCELOS, D. *et al.*. **Pavimentação.** 2012. 29 f. Dissertação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

NABESHIMA, C. K. Y.; ORSOLIN, K.; SANTOS, R. K. X.. **Análise comparativa entre sistemas de pavimentação urbana baseados em concreto asfáltico e blocos de concreto intertravados (*PAVERS*)**. 2011. 122f. Dissertação (Graduação em Engenharia de Produção Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

SANTOS, C. J. C. *et al*.. **Histórico de 30 segmentos.** 2011. 31 f. Dissertação (Trabalho Científico) – Universidade de Guarulhos, Guarulhos, 2011.

SIMIELI, D. *et al*.. Utilização de agregados reciclados em pavimentos intertravados. **Exacta**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 231-241, jul./dez. 2007.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

PARÂMETROS DE RELAXAÇÃO DAS MOLECULAS DE ÁGUA COORDENADAS COM O δ-FeOOH(100) E $[MnH_3buea(OH)]^{-2}$: NOVOS AGENTES DE CONTRASTE PARA RMI

MATEUS AQUINO GONÇALVES [1], MAÍRA DOS SANTOS PIRES [1], TELLES CARDOSO SILVA [3], LÍVIA CLARA TAVARES LACERDA [4], TEODORICO DE CASTRO RAMALHO 5[5].

[1] Doutorando em Agroquímica, Universidade Federal de lavras, (35) 92310551, mateus.a.g@hotmail.com
[2]Mestrando em Agroquímica, Universidade Federal de lavras, (35)92528585, mairapires15@hotmail.com.
[3] Mestrando em Agroquímica, Universidade Federal de lavras, (35) 92330831 tellescardoso@hotmail.com.
[4] Mestrando em Agroquímica, Universidade Federal de lavras, (37) 99391806, livinha5@hotmail.com.
[5] Professor, Universidade Federal de Lavras, (35) 99220350, teo@dqi.ufla.br.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Devido ao seu alto índice de mortalidade, o câncer é um dos grandes problemas que afligem a humanidade. Uma das principais razões é a dificuldade de seu diagnóstico na sua fase inicial. Neste sentido, existem muitas técnicas empregadas no diagnóstico do câncer, sendo que uma das mais usadas e eficaz é a Ressonância Magnética de Imagem (RMI). Afim de melhorar as imagens de RMI, são usados agentes de contraste, que são compostos capazes de melhorar o contraste dos tecidos através da diminuição dos tempos de relaxação (T_1 e T_2).Desta forma, o objetivo deste trabalho é estudar através de cálculos teóricos a face 100 do δ-FeOOH e o complexo $[MnH_3buea(OH)]^{2-}$, avaliando os efeitos térmicos e de solvatação sobre a constante de acoplamento hiperfina (A_{iso}) através de cálculos DFT com e sem efeitos relativísticos. Inicialmente, cálculos de dinâmica molecular (DM) foram realizados por 2,0 ns com os campos de força NiCH e FeOCH no programa ReaxFF. As estruturas estatisticamente descorrelacionadas foram submetidas aos cálculos da constante de acoplamento hiperfina (A_{iso}) no nível PBE1PBE/EPR-III no programa Gaussian09 e com efeitos relativísticos com o método ZORA no nível PBE/TZP no ADF2012. Os resultados obtidos mostram um aumento significativo nos valores de A_{iso} em ambos os compostos. Uma possível explicação são as ligações de hidrogênio, comprovados por cálculos de QTAIM. Assim, os compostos estudados podem, em principio, serem usados como potenciais agentes de contraste em RMI.

PALAVRAS–CHAVE: agentes de contraste, RMI, constante de acoplamento hiperfina.

Relaxation parameters of water molecules coordinates with δ-FeOOH(100) and $[MnH_3buea(OH)]^{-2}$: New contrast agents for MRI

ABSTRACT: Due to its high mortality index, the cancer it is a large problems that afflicting humanity. A of the main reasons is the difficulty of their diagnosis at an initial phase. In this sense, there are many techniques used in the diagnosis of cancer, being that one of the more used and effective is the Magnetic Resonance Imaging (MRI). In order to improve the images of MRI, are used contrast agents, which are compounds capable of improving the tissue contrast by reducing

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

the relaxation times (T_1 and T_2). Thus, The aim of this work is to study through theoretical calculations to face 100 of δ-FeOOH and the complex $[MnH_3buea(OH)]^{2-}$, evaluating the effects thermal and solvation on the hyperfine coupling constant (A_{iso}) through DFT calculations with and without relativistic effects. Initially, molecular dynamics calculations (DM) were performed by 2.0 ns with the force fields NiCH and FeOCH in the program Reax-FF. The statistically uncorrelated structures were subjected to calculations of hyperfine coupling constant (A_{iso}) in level PBE1PBE/EPR-III in the Gaussian 09 program and with relativistic effects in the method ZORA in level PBE/TZP in the ADF2012 program. The results show a significant increase in A_{iso} values for both compounds. A possible explanation are the hydrogen bonds, proven up by calculations of QTAIM. Thus the studied compounds can in principle be used as potential contrast agents in MRI.
KEYWORDS: contrast agents, MRI, hyperfine coupling constant

1-INTRODUÇÃO

Apesar dos recentes avanços tecnológicos, o câncer ainda é um dos mais graves problemas da humanidade. Esta perspectiva é agravada devido à dificuldade de diagnóstico no pré-operatório e no pós-operatório. Nessa linha, um dos maiores desafios de diagnóstico por imagem é desenvolver um sistema capaz de localizar espécie em diferentes ambientes com alta resolução para detectar focos de câncer em margens cirúrgicas para o uso clínico [1]. Entre as técnicas mais utilizadas para o diagnóstico do câncer, podemos citar a tomografia, a endoscopia ultrassônica e a Ressonância Magnética de Imagem Magnética (RMI) [2]. Embora muitas vezes é difícil obter imagens nítidas usando a RMI, compostos paramagnéticos são capazes de atuar como agentes de contraste (ACs) para melhorar e aumentar a relaxação das moléculas de água no corpo humano, aumentando, assim, o sinal de RMN. Este mecanismo é mediada pelas interações hiperfinas das espécies paramagnéticas e afeta tanto o tempo de relaxação longitudinal e transversal, T_1 e T_2, respectivamente [3]. Atualmente, nanocristais de óxido de ferro tem atraído interesse considerável em nanociência e nanotecnologia, devido à sua dimensão nanométrica, natureza não tóxica e propriedades magnéticas superiores sobre nanocristais de composições semelhantes, que pode ser sintetizado por métodos de co-precipitação [4]. Compostos de óxido de ferro têm sido muito utilizados como agentes de contraste (AC) para diagnóstico de imagem por ressonância magnética (MRI). As nanopartículas de óxido de ferro podem encurtar o tempo de relaxação transversal T_2, devido à diferença de sensibilidade entre o núcleo do óxido e a água circundante do meio [5, 6], assim faz com que esses óxidos de ferro sejam atraentes para agir como ACs em RMI. Entre as nanoparticulas de óxido de ferro a magnetita (Fe_3O_4) tem sido amplamente utilizada como agente de contrastes [7]. O δ-FeOOH é um polimorfo de vários oxihidróxidos de ferro conhecidos com uma estrutura que se baseia em um empacotamento hexagonal similar ao de hematita (a-Fe_2O_3), formado por octaedro de coordenação Fe-O [7]. Apesar do δ-FeOOH ter propriedades magnéticas promissoras [9], atualmente este óxido de ferro é um dos menos extensivamente investigados . Na verdade, pelos nossos conhecimentos, não há relato na literatura sobre o uso do δ-FeOOH como AC. Espera-se que a face 100 da δ-FeOOH tenha um subdomínio quiral como a fase 100 do a-Fe_2O_3, o qual pode ser promissor para explorar suas propriedades através de cálculos teóricos [10].

Além das nanopartículas de óxido de ferro, os complexos de íons metálicos paramagnéticos estáveis em soluções aquosas ganharam um interesse crescente nos últimos anos devido à sua importância como CAs em MRI [11]. Recentemente, metais do bloco d^5, tais como o íon Mn^{2+}, têm

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

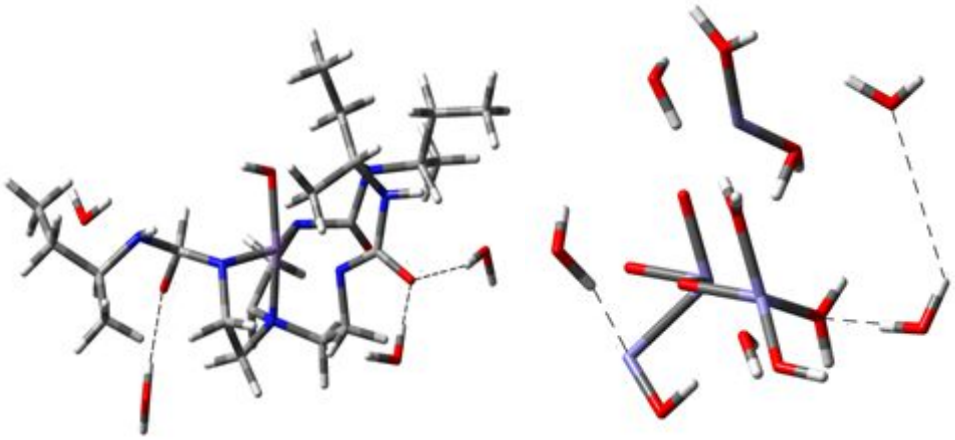
sido utilizadas como uma alternativa para os clássicos AC baseados em Gd^{3+}, que apesarem de serem bastante utilizados em RMI os complexos de Gd^{3+} são bastante tóxicos para o corpo [12].

Assim, o objetivo do presente trabalho é estudar as moléculas de água coordenadas com a fase 100 do δ-FeOOH, bem como no complexo $[MnH3buea\ (OH)]^{2-}$, a fim de avaliar os efeitos térmicos sobre interações hiperfinas através de cálculos teóricos em nível DFT chamando a atenção para a sua aplicabilidade em sondas para ressonância magnética de imagem.

2-MATERIAL E MÉTODOS

2.1-Construção e otimização das estruturas.

Para a construção do δ-FeOOH foram usados as seguintes coordenadas: Grupo espacial: P-3m1; parâmetros de rede: : a=2,946(2) Å, c=4,552 Å; os parâmetros das posições dos átomos foram: Fe:x,y,z = 0; O: x=0,3333; y=0,6667; z=0,2468; H: x= 0,3333; y=0,6667; z=0,5100 [18]. A otimização da estrutura do δ-FeOOH foi realizada utilizando o programa ADF-BAND [30] com o funcional PBE1PBE e funções de base TZP (triple-double-zeta), para os átomos de ferro, oxigênio e hidrogênio. Para o complexo $[MnH_3buea(OH)]^{2-}$ a estrutura foi contruida no programa *GaussView* 5 e otimizada usando o programa Gaussian 09 [31] no nível DFT com o funcional PBE1PBE e funções de base TZP (triple-double-zeta) para os átomos de manganês, oxigênio, carbono, e hidrogênio [32, 33, 34]. A figura 1 mostra as estruturas dos compostos estudados.



a) b)

Figura 1: Estrutura dos compostos estudados. a) $[MnH_3buea(OH)]^{-2}$ com moléculas de água b) δ – FeOOH com moléculas de água.

2.2-Simulações de Dinâmica Molecular (DM).

Após a otimização das estruturas, foram feitos cálculos de dinâmica molecular (DM), usando o programa REAX-FF [37]. As simulações foram realizadas na temperatura de 310,65 K (temperatura fisiológica). O sistema consiste em 300 moléculas de água numa célula cúbica com 20 Å de lado. O volume do cubo foi determinada pela densidade da água no estado líquido (ρ = 0,996 $g.cm^{-3}$). Para os sistemas foram usado uma fase de termalização de 500ps seguido por um período adicional de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

2ns. As propriedades moleculares desejadas do δ-FeOOH e $[MnH3buea\ (OH)]^{2-}$ foram calculados a partir de simulações de dinâmica molecular usando o campo de força FEOCH [39], que foi desenvolvido e validado para os óxidos de ferro e alguns complexos metálicos.

2.3-Cálculos de Ineficiência estatística e da Constante de Acoplamento Hiperfina (HFCC).

As configurações não correlacionadas dos cálculos de DM foram selecionados a partir de cálculos estatísticos ineficiência usando software SciLab 2.7 [40]. Após as simulações de DM, as estruturas não correlacionadas do δ-FeOOH e $[MnH3buea\ (OH)]^{2-}$ coordenadas com moléculas de água foram utilizados para os cálculos da constante de acoplamento hiperfina (HFCC).

Os cálculos da constante de acoplamento hiperfina (Aiso) com efeitos relativísticos e não-relativísticos foram realizadas com as estruturas não correlacionadas da simulação de DM. Para ambos os sistemas os cálculos de Aiso sem efeitos relativísticos foram realizados utilizando o funcional PBE1PBE e função de base EPR-III para os átomos de hidrogênio, oxigênio e ferro e PBE1PBE com a função de base TZP no programa ADF. Com efeitos relativísticos (ZORA-SO), os cálculos foram feitos no programa ADF com o funcional PBE1PBE e função de base TZP.

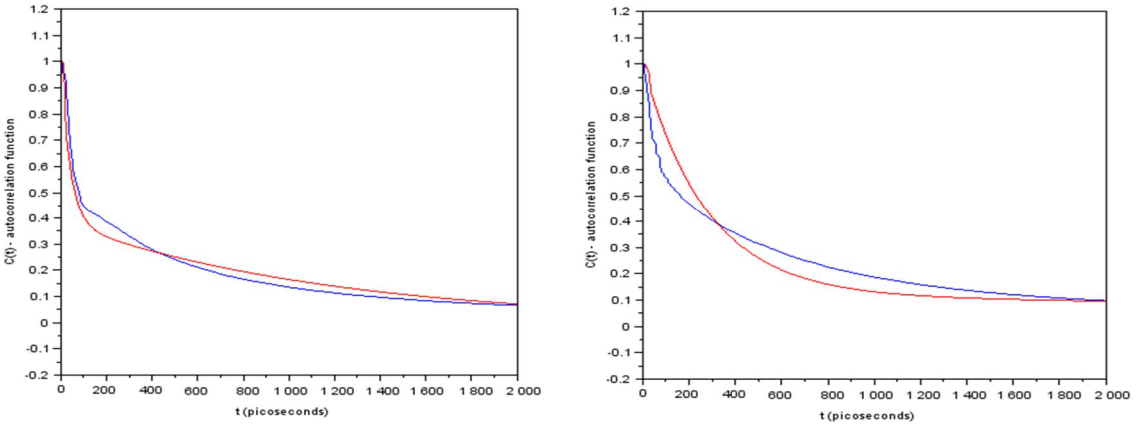
3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1-Tempo de correlação:

A combinação de RMN e DM podem ser estudadas para mostrar e fornecer uma descrição abrangente de dinâmica conformacional rápidas de pequenas moléculas [42, 43], em fase condensada. Assim, existem problemas para trabalhar com um número grande de conformações, porque o custo computacional para os cálculos de mecânica quântica (MQ) é muito alta, uma vez que em cada passo é necessário uma avaliação de energia do sistema.No presente estudo, utilizamos estruturas estatisticamente não correlacionadas para os cálculos de MQ usando a função de autocorrelação da energia a partir das simulações de DM [45, 46]. Este procedimento foi previamente desenvolvido e validado pelo grupo do Coutinho e Canuto. O intervalo estatística obtida a partir da função de autocorrelação energia, C (n), é muito importante. Para um processo markoviano, C(N) segue um decaimento exponencial, como demonstrado pelo grupo de Canuto Coutinho [47]. O intervalo entre as configurações não correlacionadas, ou o passo de correlação τ, é calculada pela integração de zero à infinito de C (n). A teoria mostra que configurações separadas por 2τ, ou intervalos maiores, são consideradas descorrelacionadas [48, 49]. Este decaimento exponencial pode ser visto na Figura 2.

A partir das simulações de DM, como pode ser visto na Figura 1, os tempos de correlação para a água com δ-FeOOH e $[MnH3buea\ (OH)]^{-2}$ foram de 0,48 e 0,13ps, respectivamente. Assim, observa-se um aumento do tempo de correlação δ-FeOOH comparado com $[MnH3buea\ (OH)]^{-2}$.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



a) b)

Figura 2 – Função de auto-correlação em picossegundos. a) δ-FeOOH b) [MnH3buea (OH)]$^{-2}$. A curva em azul é a correlação e a curva em vermelho é o ajuste feito.

3.2- Efeitos geométricos e eletrônicos da constante de acoplamento hiperfina:

A escolha dos métodos computacionais para o cálculo da constante de acoplamento hiperfina foi baseado em uma investigação anterior de Esteban-Gómez [50], que informou que o funcional PBE1PBE e a função de base EPR-III foram mais próximos dos valores experimentais.

Sabe-se que a teoria de relaxação de RMN tem sido objeto de numerosos artigos e livros [53]. Ao longo dos anos, os parâmetros de relaxamento de RMN foram considerados como um dos métodos mais úteis para a investigação das sondas de ressonância magnética, assim como para estudos detalhados do movimento molecular. As equações 1 e 2 mostram o tempo de relaxação longitudinal e transversal, respectivamente, induzida por íons paramagnéticos em solução aquosa [50, 53].

Equação 1:

$$R_1 = \frac{1}{T_1} \cong \frac{1}{15}\frac{S(S+1)g^2\beta^2 g^2{}_N\ \beta^2{}_N}{\hbar^2 r^6} + \left(\frac{A}{\hbar}\right)^2 \frac{S(S+1)}{3}\left[\frac{2\tau_e}{1+(\omega_I\tau_e)^2}\right]$$

Equação 2:

$$R_2 = \frac{1}{T_2} \cong \frac{1}{15}\ \frac{S(S+1)g_e^2\beta^2 g_N^2\beta_N^2}{h^2 r^6} + \left(\frac{A}{\hbar}\right)^2 \frac{S(S+1)}{3}\ \left[\tau_C + \frac{\tau_C}{1+(\omega_S\tau_e)^2}\right]$$

O tempo de relaxação (T_1 e T_2) depende do spin eletrônico (S) os fatores eletrônicos e de prótons (g_e e g_N, respectivamente), o magnéton de Bohr (β), o magnéton nuclear (β_N), a constante de acoplamento hiperfina (A), a distância entre íon-núcleo (r), as frequência de lamor dos spins dos prótons e elétrons (ω_I e ω_S). Os tempos de correlação τ_ce $\tau_e$são característicos da taxa de variação das interações entre as espécies metálicas e os prótons vizinhos.

Os resultados dos cálculos de ineficiência estatística obtemos para o complexo [MnH3buea

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

$(OH)]^{2-}$ 80 estruturas descorrelacionadas, para o óxido de ferro δ-FeOOH obtemos 208 estruturas não correlacionadas. A partir destas estruturas descorrelacionadas foram feitos os cálculos da constante de acoplamento hiperfina.Inicialmente, analisando os resultados dos cálculos da constante de acoplamento hiperfina tabela 1, para o complexo $[MnH_3buea(OH)]^{2-}$. Para a estrutura em equilíbrio (A_{iso}^{eq}(PBE1PBE(H_2O)//PBE1PBE(H_2O))) sem efeitos relativisticos no programa gaussian 09, obtemos os valores de 0,1 e 1,11 MHz para o ^{1}H e ^{17}O, no programa ADF obtemos 0,12 e 0,95 MHz para o ^{1}H e ^{17}O, respectivamente. Com os efeitos relativisticos obtemos valores de 0,15 e 1,22 MHz para o ^{1}H e ^{17}O.Assim obvervamos que não teve diferenças significativas entre os cálculos com e sem efeitos relativisticos. Os cálculos com o solvente explicito e implicito (PCM) no sistema (A_{iso}^{eq}(PBE1PBE (H_2O)/PCM//PBE1PBE (H_2O))), obtivemos 0,10 MHz para o ^{1}H e 1,18 MHz para o ^{17}O, assim observamos que o solvente implícito não influenciou no nosso sistema, ou seja, as moléculas de água selecionadas para os cálculos de Aiso foram capazes de representar realisticamente nosso sistema. Afim de validar nossa metodologia fizemos cálculos também da estrutura em equilíbrio do Mn^{2+} encontramos um valor de 194,40 MHz sem efeitos relativísticos e 206,50 MHz com efeitos relativísticos, o valor experimental é 250,00. Os cálculos da media das estruturas não correlacionadas da DM (A_{iso}^{300K} (MD(H_2O)//MD(H_2O))) obtemos 0,22 MHz para o ^{1}H e 2,36 MHz para o ^{17}O.

Analisando agora os cálculos de HFCCs para o δ-FeOOH, para a estrutura de equilíbrio (A_{iso}^{eq}(PBE1PBE(H_2O)//PBE1PBE(H_2O))) sem efeitos relativisticos obtemos valores de ^{1}H e ^{17}O 2,76 e 2,80 MHz no programa gaussian e 2,22 e 2,51 no programa ADF. Com os efeitos relativísticos obtemos 2,04 para o ^{1}H e 2,60 para o ^{17}O. Os cálculos com o solvente implicito e explicito (PCM) no sistema (A_{iso}^{eq}(PBE1PBE(H_2O)/PCM//PBE1PBE (H_2O))) obtivemos 2,78 MHz para o ^{1}H e 3,10 para o ^{17}O. Analisando a media das estruturas não correlacionadas da DM (A_{iso}^{300K}(MD(H_2O)//MD(H_2O))), os valores concomitantes de HFCCs são 2,88 e 3,02 MHz para ^{1}H e os valores ^{17}O . Através desses resultados observamos que o ^{1}H e a ^{17}O são bastante sensíveis ao parâmetro Aiso.

Tabela1: Valores de A_{iso} para o $[MnH3buea(OH)]^{-2}$ e δ –FeOOH

	^{1}H (MHz)		^{17}O (MHz)		$^{55}Mn^{2+}$(MHz)	
	A_{FC}	$A_{FC}+A_{PC}$	A_{FC}	$A_{FC}+A_{PC}$	A_{FC}	$A_{FC}+A_{PC}$
Water in the presence of $[MnH3buea(OH)]^{-2}$						
A_{iso}^{eq} (PBE1PBE(H_2O)//PBE1PBE(H_2O))	0,10[a]	-	1,11[a]	-	194,40[a]	-
	0,12[b]	0,15[c]	0,98[b]	1,22[c]	170,08[b]	206,50[c]
A_{iso}^{eq} PBE1PBE(H_2O)/PCM//PBE1PBE(H_2O)	0,11	-	1,18	-	170,75	-
A_{iso}^{300K} (MD(H_2O)//MD(H_2O))	0,22	-	2,36	-	202,00	-
Experimental	-		-		*250,00*	
Water in the presence of δ –FeOOH						
A_{iso}^{eq} (PBE1PBE(H_2O)//PBE1PBE(H_2O)[a])	2,76	-	2,80	-	-	-
	2,22[a]	2,04[c]	2,51[b]	2,60[c]	-	-
A_{iso}^{eq}PBE1PBE (H_2O)/PCM//PBE1PBE(H_2O)	2,78	-	3,10	-	-	-
A_{iso}^{300K} (MD(H_2O)//MD(H_2O))	2,88	-	3,02	-	-	-

[a] Resultados sem efeitos relativísticos no gaussian.
[b] Resultados sem efeitos relativísticos no ADF.
[c] Resultados com efeitos relativísticos.

Com os resultados, podemos perceber que ambos os compostos são capazes de aumentar os

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

valores de A_{iso} das moléculas de água, porem o δ-FeOOH. As equações 1 e 2 são capazes de associar os valores de A_{iso} com os tempos de relaxação, T_1e T_2, que indicam que o δ-FeOOH possui tempo de relaxação maiores. Na verdade, os nossos resultados sugerem que ambos os compostos podem agir como agentes de contraste em RMI.

4-CONCLUSÕES

A partir dos nossos resultados, os cálculos mostraram que não houve diferença significativa entre o solvente implícito e explícito no sistema. Os resultados teóricos também destacam que tanto $[MnH3buea\ (OH)]^{2-}$ e o δ-FeOOH alteraram significativamente os valores de A_{iso}. Para o $[MnH3buea\ (OH)]^{2-}$ indicam que os efeitos térmicos e do solvente são mais sensíveis para o ^{17}O do que para o ^{1}H , enquanto que para o δ-FeOOH tanto o ^{1}H e o ^{17}O os valores são sensíveis aos efeitos térmicos e do solvente.

A descrição teórica da interação soluto-solvente, bem como os efeitos térmicos e sua influência sobre as propriedades espectroscópica de soluto é uma preocupação fundamental em química teórica. Atualmente, pouca atenção tem sido dada aos estudos espectroscópicos de RMN os parâmetros de relaxação. Nesta linha, o presente trabalho foi dedicada ao estudo teórico do $[MnH3buea(OH)]^{2-}$ e do δ-FeOOH(100). A partir dos nossos resultados, o δ-FeOOH possui tempos de relaxação maior (T_1 e T_2), nossos resultados sugerem que os polimorfos de oxihidróxidos de ferro, tais como δ-FeOOH, podem ser uma alternativa promissora para serem usados como agentes de contraste. Assim, este estudo pode ser útil para a concepção e seleção de novos CAs em RMI.

5-REFERÊNCIAS

[1] S. Chaudhuri, B. P. Pahari, P. K. Sengupta, Ground- and excited-state proton transfer and antioxidant activity of 7-hydroxyflavone in model membranes: absorption and fluorescence spectroscopic studies, Biophysical Chemistry, Salt Lake, 139, (2009), 29-36.

[2] C. Angelis, R. F. Brizzi, R. Pellicano, Endoscopic ultrasonography for pancreatic cancer: current and future perspectives, Journal of *Gastrointestinal Oncology*, Loma, 4, (2013), 220-230.

[3] J. Y. Li, X. Q Zhou, Y. Zhou, C. Yao, A highly specific tetrazole-based chemosensor for fluoride ion: a new sensing functional group based on intramolecular proton transfer, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, Missouri, 102, (2013), 66-77.

[4] *K.* Möbius, A. Savitsky, Gaps and Bridges between Solid EPR and NMR-will they converge at high Magnetic Fields? EPR Newsletter, Foster, 4, (2014), 5-13.

[5] S. Schwarz, F. Fernandes, L. Sanroman, M. Hodenius, C. Lang, U. Himmelreich, T. S. Rode, D. Schueler, M. Hoehn, M. Zenke, T. Hieronymus, Synthetic and biogenic magnetite nanoparticles for tracking of stem cells and dendritic cells, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Salt Lake, 321, (2009), 1533-1538.

[6] G. Klug, T. Kampf, S. Bloemer, J. Bremicker, C.H. Ziener, A. Heymer, U. Gbureck, E. Rommel, U. Noth, W. A. Schenk, P. M. Jakob, W. R. Bauer, Intracellular and extracellular t1 and t2 relaxivities of magneto-optical nanoparticles at experimental high fields, Magnetic Resonance in Medicine, Salt Lake, 64, (2010), 1607-1615.

[7] R. Alwi, S. Telenkov, A. Mandelis, T. Leshuk, G. Frank, O. Sulayman, Silica-coated super paramagnetic iron oxide nanoparticles (SPION) as biocompatible contrast agent in biomedical photoacoustics, *Biomedical Optics Express*, New York, 10, (2012), 2500-2590.

[8] Z. T. Tsai, J. C. Wang, H. Y. Kuo, C. R. Shen, J. J. Wang, T. C. Yen, In situ preparation of high relaxivity iron oxide nanoparticle with chitosan coating aspotential MRI contrast agent and cell tracking agent, Journal of Magnetism and *Magnetic* Materials, Salt Lake, 322, (2010), 208-213.

[9] J. T. Keiser, C. W. Brown, Characterization of the passive film formed on weathering steels, *Corrosion Science***,** Quebec, 23 (1983) 251-259.

[10] S. K. Ghose, G. A. Waychunas, T. P. Trainor, P, J, Hydrated goethite (a-FeOOH) (100) interface structure: Orderedwater and surface functional groups, *Geochimica* et *Cosmochimica Acta,* Utah, 7, (2010), 1943-1953.

[11] M. A. Gonçalves, F. C. Peixoto, E. F. F. da Cunha, T. C. Ramalho, Dynamics, NMR parameters and hyperfine coupling constants of the Fe3O4(100)–water interface: implications for MRI probes, *Chemical Physics Letters,* Taipei, 609, (2014), 88-92.

[12] V. Patinec, G. A. Rolla, R. Tripier, D. G. Esteban, C. P. Iglesias, Hyperfine coupling constants on inner-sphere water Molecules of a triazacyclononane-based Mn(II) complex and related systems relevant as MRI contrast agents, *Inorganic Chemistry, New York,* 19, (2013), 11173-11184.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO

FELIPE RIBEIRO SOARES[1], CACIO MURILO DAMASCENO[2], IRACEMA MAURO BATISTA IASBIK[3], ISRAEL IASBIK[4], JOSE DAMATO NETO[5]

[1] Graduando em engenharia civil, Fundação Presidente Antônio Carlos, ribeirofelipe93@gmail.com
[2] Bacharel em engenharia civil, Fundação Presidente Antônio Carlos
[3] Mestre em engenharia civil, universidade federal de viçosa,
[4] Mestre em engenharia civil, universidade federal de viçosa, israeliasbik@gmail.com
[5] Mestre em fitotecnia, universidade federal de viçosa, josedamatoneto@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O trabalho tem o objetivo apresentar patologias de um pavimento flexível e mostrar os métodos utilizados para a reabilitação do mesmo. É importante o conhecimento das partes integrantes do pavimento, evidenciando suas características, localização e funções na estrutura. Aliado a isso, surge a conservação, ocupando um papel importante nas possíveis deteriorações que normalmente surgirão com o passar do tempo, devido ao desgaste provocado por agentes naturais e/ou artificiais. Os tipos de revestimentos mais utilizados no Brasil, suas particularidades, processos de aplicação e processos para retardar eventuais avarias que tendem a prejudicar a superfície de rolamento e até mesmo camadas mais profundas causando desconforto ao usuário na via. Diante disso, levando sempre em conta a proteção do meio ambiente, a rodovia na sua construção e conservação da pavimentação asfáltica deve ser verificada através da qualidade e de processos que tendem a elevar a vida útil do pavimento, promovendo uma trafegabilidade de maneira adequada e podendo assim também evitar transtornos, sendo estes sociais, econômicos e até ambientais.
PALAVRAS–CHAVE: pavimento flexível, patologia, recuperação.

PATHOLOGY IN FLEXIBLE PAVEMENTS AND RECOVERY MEASURES

ABSTRACT: This research aims to present pathologies of a flexible pavement and show the methods that are used for their rehabilitation. It is important the acknowledgement of the integral parts of the pavement, highlighting their characteristics, location and functions in the structure and conservation. Taking place in possible deterioration which normally emerges over the time, due the wear caused by natural and / or artificial agents. The types of coatings commonly used in Brazil, its peculiarities, application procedures and processes to delay any faults that tend to harm the bearing surface and even deeper layers causing discomfort to the road user. Therefore, taking into account environmental protection, the highway in its construction and maintenance of asphalt pavement shall be verified by the quality and processes that tend to increase the useful life of the pavement, promoting an efficient traffic and may also avoid inconvenience, which are social, economic and even environmental.
KEYWORDS: flexible pavement, pathology, recovery.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, a necessidade do ser humano em realizar o deslocamento de um lado para outro em seu território ou simplesmente, em busca de novos territórios e com a chegada do comércio de mercadorias, em que os utensílios serviam de moedas de troca, surgem os caminhos por onde circundavam os mercadores.

A utilização constante destes caminhos, onde havia necessidade de ampliação, visando melhorias para o tráfego, que por vezes, eram realizadas a pé, no lombo de animais, carros de boi, e de outras maneiras.

Meados do século XIX, com a revolução industrial e o aparecimento da máquina a vapor, inicia - se, então o preparo de estruturas as quais deram origem as ferrovias e rodovias. Segundo Santos (2008), durante todo período colonial, a ocupação e o povoamento brasileiro tornaram - se constantes metas de Portugal, que visava povoar a colônia e até mesmo, abrir novos caminhos e interligar as várias capitanias brasileiras.

O fato que iniciou a história do sistema viário terrestre, no Brasil, ocorreu através da estrada União Indústria, no período de 1861, mas, o surgimento da primeira lei que concedia o auxílio federal para a construção de estradas foi aprovada apenas no período de 1905 e na primeira metade do século XX, o Brasil ainda instituía um grande arquipélago de ilhas econômicas, assim surge a ideologia nacionalista da marcha para o Oeste consagrando a integração nacional como um dos principais objetivos da política pública, através de imensas obras rodoviárias. As técnicas de construção de estradas acontecem durante a segunda guerra mundial, em função do contato de engenheiros brasileiros e norte – americanos na construção de estradas de acesso para transporte de materiais bélicos, suprimentos alimentícios e farmacêuticos, construção de pistas de aeroportos, dentre outras, estradas construídas utilizando o recém desenvolvido ensaio que mede a capacidade de suporte de um solo e a sua expansão, quando em contato com agua. O Índice de Suporte Califórnia (ISC ou CBR - Califórnia Bearing Ratio) é a relação, em porcentagem, entre a pressão exercida por um pistão de diâmetro padronizado necessária à penetração no solo até determinado ponto (0,1”e 0,2”) e a pressão necessária para que o mesmo pistão penetre a mesma quantidade em solo-padrão de brita graduada.

Atualmente, há quem considere o desenvolvimento de um determinado país pela sua capacidade e estrutura de seu sistema viário, se precário, surgirão consequências que implicam diretamente no preço do transporte de pessoas e do escoamento de produtos, sejam os mesmos industrializados, agrícolas ou manufaturados, podendo ser percebido que no Brasil, esta vazão de mercadorias existe principalmente por rodovias.

Através da busca por materiais alternativos para uso na construção de pavimentos rodoviários, leva-se a justificativa de que o setor rodoviário possui a responsabilidade por mais de 70% de cargas que são transportadas no Brasil, bem como pela existência de aproximadamente 1,7 milhões quilômetros de estradas públicas vicinais, podendo haver a associação à necessidade de que as rodovias sejam trafegáveis durante o período de todo o ano, havendo qualidade e segurança, e que através da construção de pavimentos rodoviários devem ter a garantia da resistência mecânica e uma vida útil prolongada (MACHADO *et al*, 2003).

Pode ser observado, que um sistema viário tem como finalidades, atender às condições de rolamento, segurança, conforto aos usuários em seus deslocamentos desde a origem até o destino. Um pavimento rodoviário sofre danos causados pelas ações climáticas e pelo tráfego, diminuindo a sua qualidade.

Os pavimentos são infraestruturas importantes no que se refere à Rede Rodoviária, pois os mesmos se encontram sujeitos a ações rigorosas, quer ocorram pelo trafego, como por ações

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

climáticas. Constituem a parte mais elevada nos investimentos de vias de comunicação, uma vez construídos devem seguir adequadamente os padrões classificados de qualidade, estrutural e funcional, visando à minimização de quaisquer intervenções de conservação e reabilitação de maneira a reduzir os custos inerentes à manutenção e à administração (SANTOS, 2009).

Normalmente, essas solicitações de manter a conservação e a reabilitação, visam minimizar o surgimento de defeitos nos pavimentos, que afetam a segurança e a comodidade no tráfego, o que requer o controle das degradações, que ocorrem ao longo do tempo. Assim a capacidade de resistência dos pavimentos, necessitam de uma avaliação de sua estrutura e, caso necessite, a realização de reparos devidos.

O presente trabalho tem o objetivo de apresentar patologias de um pavimento flexível e mostrar os métodos que são utilizados para a reabilitação dos mesmos em rodovias.

Atualmente, com a situação de degradação de diversos pavimentos de rodovias, e da preocupação com a situação econômica, surge um grande desafio diante da avaliação, manutenção e reabilitação, justificando assim, a qualidade dessas estruturas compreendendo certo conjunto de atividades que permitem conhecer o estado do pavimento, onde designa a qualidade residual do mesmo, tendo como base a definição de critérios que são considerados objetivos em realização da análise da interação entre o estado do pavimento, a capacidade estrutural e a maneira de utilização da estrada.

REFERENCIAL TEORICO

A preocupação com o transporte rodoviário seja qual for o tipo de carga, ou simplesmente a necessidade de ligação entre comunidades, é evidente, por isso é importante verificar as condições de rolamento das vias. Contudo há necessidade de avaliar tais estruturas, compostas por elementos estruturais bem definidos.

PAVIMENTOS

Pavimento pode ser definido como uma estrutura constituída por camadas que possuem determinadas espessuras construídas sobre a terraplenagem, de acordo com especificações de caráter técnico e econômico visando resistir e distribuir as cargas verticais oriundas do tráfego, que permite aos usuários encontrar conforto e segurança, maior durabilidade, resistindo ao desgaste e efeitos devido às ações climáticas.

Para Santos (2009), os pavimentos são um conjunto de camadas de materiais, que possuem constituições diferentes, encontram-se sobrepostos, com apoio em uma base de terreno natural ou então de solo selecionado, onde pode relatar que as camadas que se encontram colocadas na parte superior do pavimento, cuja denominação é de camadas ligadas, possuem constituição de materiais granulares, como britas e areias, que são estabilizados com ligantes betuminosos ou hidráulicos, o que dependerá da espécie de pavimento, encoberto a estas. Ao encontrar as camadas granulares, constituídas de materiais granulares naturais ou britânicos, mas de modo geral não são ligados, apenas passam por uma compactação através de meios mecânicos. Apesar de ser considerada prática a estabilização dos materiais granulares com o uso de ligantes hidráulicos, principalmente cimento Portland, em solos com características mecânicas consideradas medíocres. Tais camadas se apoiam na fundação, constituída de terreno natural, ou então por material granular em aterro, mas por não estarem diante de características exigidas, podem optar pela sobreposição de uma camada de solo selecionado, sendo de melhor qualidade, podendo, por vezes, ser tratados com a utilização

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

de ligantes hidráulicos, aumentando assim a capacidade de suporte da fundação e homogeneizar as suas características resistentes, e tais camadas se encontram dispostas, através da qualidade e da resistência decrescentes, ocorrendo de cima para baixo, em conformidade com a redução progressiva dos esforços em profundidade.

De acordo com Pacheco (2011), o pavimento pode ter três divisões: o pavimento rígido, o flexível e o semirrígido. O pavimento rígido é aquele que possui maior resistência em uma parte maior das tensões que atuam em um pavimento, pois a sua rigidez é muito maior do que as demais camadas sobre as quais ele foi construído, exemplo: as lajes realizadas com a utilização de concreto Portland são demonstrações mais comuns de pavimentos rígidos. O pavimento flexível é aquele, em que as camadas desse pavimento recebem carregamentos aproximadamente equivalentes, pois a deformação que ocorre é significativamente de forma elástica, podendo exemplificar comumente com os pavimentos que possuem revestimento asfáltico e com base estabilizada granulometricamente, ou seja, brita graduada, macadame ou solo pedregulho e o pavimento semirrígido é considerado aquele em que sua rigidez relacionada à base é aumentada devido à adição de elementos quimicamente reativos como, o cimento. Os pavimentos que contêm a base de solo cimento e o revestimento asfáltico são exemplos deste pavimento semirrígido.

REVESTIMENTOS

Os pavimentos flexíveis têm em sua constituição uma mistura de agregados minerais e ligante asfáltico, sua composição é constituída de camadas responsáveis para trabalhar juntas, cada uma irá absorver as solicitações e transmitir parte para as camadas inferiores.

O revestimento, consiste em uma mistura de agregados e materiais betuminosos construídos sobre uma camada de base (PINTO e PREUSSLER, 2002), cujas funções estruturais são: resistência à abrasão do tráfego; dificultar a entrada da água superficial no pavimento; promover uma superfície de rolamento suave e uniforme ao tráfego.

Após as operações de compactação e regularização da base, devem-se executar pinturas asfálticas antes da aplicação da camada de revestimento. Estas pinturas são feitas utilizando materiais diferentes em função da finalidade e papéis que desempenham na estrutura. As pinturas mais utilizadas e comuns são:

- Imprimação: promover a coesão das partículas superficiais da base, através da penetração do ligante, além de impermeabilizar a camada aplicada e permitir a aderência entre a base e o revestimento a ser aplicado. A especificação de serviço do departamento nacional das estradas de rodagem (DNER 306 ES, 1997) diz que a taxa de material betuminoso usado na imprimação é determinada pela quantidade de material que a base pode absorver em um período de 24 horas. Na aplicação da camada de material betuminoso sobre a superfície de base granular concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, tem como objetivo conferir coesão superficial, impermeabilizar permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado. Portanto, recomenda – se um intervalo mínimo de 24 horas entre a execução da imprimação e a execução do revestimento.

- Pintura de ligação: Promover a aderência entre o revestimento e a base. A especificação de serviço do departamento nacional de infraestrutura e transporte (DNIT 031 ES, 2006) diz que decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação e a execução da capa asfáltica é necessário que seja feita uma pintura de ligação sobre a base imprimada, para executar o revestimento.

- Pintura de cura: Pintura asfáltica utilizada para evitar a perda acelerada de umidade e promover condições adequadas para a cura das camadas tratadas com cimento Portland ou cal

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

hidratada. Neste tipo de pintura, aconselha-se que seja executada logo após a execução da camada.

REVESTIMENTOS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS MAIS UTILIZADOS NO BRASIL

Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) é a mistura de agregados minerais graduados, materiais de enchimento (filer) e materiais betuminosos (ligante), executadas em usinas apropriadas em temperaturas de acordo com suas especificações que é transportada para pista espalhada e compactada a quente no local.

Pré-misturado a quente: quando o ligante e o agregado são misturados e espalhados na pista ainda quentes;

Pré-misturado a frio: mistura de agregado mineral graduado, material de enchimento (filer) e emulsão asfáltica preparados em temperatura ambiente em usina apropriada, transportada, espalhada e compactada a frio na pista; Areia asfalto a quente: mistura preparada à quente, em usina apropriada, material de enchimento (filer), agregado miúdo e cimento asfáltico, transportada, espalhada e compactada a quente na pista; Microrevestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímero: mistura de material de enchimento (filer), agregado miúdo, emulsão asfáltica modificada por polímero, água e aditivos, com consistência fluida, espalhada em equipamento apropriado e compactada a frio. Os agregados, normalmente são areia, pó de pedra ou ambos. Este tipo de revestimento é também conhecido como lama asfáltica, utilizado na recuperação de pavimentos.

Revestimentos Betuminosos – Tratamentos superficiais: tipo de revestimento que consiste em aplicações de sucessivas camadas de ligante betuminoso coberto com uma camada de agregado mineral, submetida à compressão. São também conhecidos, como: TSS, TSD e TST, cuja diferença está no número de camadas de ligante e agregado que irá compor o revestimento. O tratamento superficial simples (TSS) é composto por uma camada, o tratamento superficial duplo (TSD) é composto por duas camadas e o tratamento superficial triplo (TST) é composto por três camadas. O processo em que acontece a aplicação do ligante, em seguida o agregado, é denominado de tratamento de penetração invertida, quando dessa maneira se coloca o agregado antes do ligante, a denominação para o processo é de tratamento superficial de penetração direta.

CONCLUSÕES

Cabe salientar que diante da enorme possibilidade do surgimento de patologias que podem afetar as condições de durabilidade, trafegabilidade, conforto e segurança do usuário nas rodovias, algumas considerações são propostas:

Sempre que possível utilizar materiais de boa qualidade, verificadas as propriedades características de bom desempenho no que disponha à durabilidade, resistência a ação de cargas, boa adesividade e impermeabilidade;

Nas operações de execução do pavimento a aplicabilidade das técnicas de construção bem como o controle tecnológico em cada etapa a ser construída;

Na prevenção de algumas patologias, sempre que possível aplicar as medidas de conservação e manutenção, visto que tais degradações de caráter natural devido ações climáticas de difícil previsibilidade e que ao iniciarem seus defeitos são progressivos;

Empregar medidas de recuperação para cada caso, visando sempre o de melhor solução técnica e econômica possível;

Levantamentos periódicos da situação dos pavimentos em geral, para que as análises

avaliativas dos quais processos a serem utilizados na sua recuperação;

A observação das medidas a serem utilizadas para minimizar os impactos ambientais que surgirão, devido às etapas de construção, operação, manutenção e recuperação, visto que a maioria dos processos acabam por interferir em alguma parte ambiental;

A fiscalização dos excessos de cargas transportadas nas rodovias são de extrema importância, pois tais infrações diminuem a durabilidade da via, consequentemente favorecendo o aparecimento de patologias.

A correção dos possíveis defeitos deverão ter caráter imediato após detecção, com isso diminuindo a possibilidade de agravamento e diminuição do risco de acidente.

É importante desde o início da construção de um pavimento, sua conservação e manutenção, além dos devidos cuidados que deve existir no momento em que ocorra a necessidade de realizar reparos em pavimentos que se encontram danificados, para conseguir manter conforto e durabilidade. Em suma, diante a sua construção e a conservação da pavimentação asfáltica deve ser notado que tudo se inicia através da qualidade e de um processo que deve ser correto para haver a trafegabilidade de maneira adequada e podendo assim também evitar transtornos sendo estes sociais, econômicos e até ambientais.

REFERÊNCIAS

DNER – ES 306/97. **Departamento Nacional de Estradas de Rodagem**. Norma Rodoviária; Especificação de Serviço; p. 01/06. Disponível em: www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr_new/normas/DNER-ES306-97.pdf. Acesso em 26 de out. de 2014.

DNIT – ES 031/2006. **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Pavimentos Flexíveis– Concreto asfáltico** – Especificação de serviço. Disponível em: http://pt.scribd.com/doc/79989394/norma-cbuq. Acesso em 26 de out. de 2014..

MACHADO, C.C.; FERNANDES, D.C.M.; PEREIRA, R.S.; SANTANNA, G.L.; LIMA, D.C.; PIRES, J.M.M. **Classificação tecnológica de solos e resíduos industriais com e sem tratamento térmico, para fins rodoviários**. Sociedade de Investigações Florestais; v. 27; n. 5; p. 657 – 668; Viçosa; MG; 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rarv/v27n5/a08v27n5.pdf. Acesso em 26 se out. de 2014.

PACHECO, H.M. **Avaliação de patologias em pavimentos rodoviários e suas soluções corretivas**. Anápolis; GO; 2011. Disponível em: http://www.unucet.ueg.br/biblioteca/arquivos/monografias/TCC_II.pdf. Acesso em 26 de out. de 2014.

PINTO, S.; PREUSSLER, E. **Pavimentação rodoviária:** conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis. 2ª ed.; Rio de Janeiro; RJ; 2002

SANTOS, D.A.P. **Avaliação da superfície de pavimentos flexíveis através do levantamento visual continuo –** Procedimento DNIT 008/2003: pro estudo de caso da BR-324 no trecho entre Amélia Rodrigues e Feira de Santana – BA. Feira de Santana; 2008. Disponível em:

http://civil.uefs.br/DOCUMENTOS/DJAVAN%20ARAG%C3%83O%20PEREIRA%20DOS%20SANTOS.pdf. Acesso em 26 de out. de 2014.

SANTOS, M.J.L. **Dimensionamento de camadas de reforço de pavimentos rodoviários flexíveis. Universidade de Avieiro**; 2009. Disponível em: https://ria.ua.pt/bitstream/10773/2404/1/2010000342.pdf. Acesso em 26 de out. de 2014.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

POTENCIAL DA BORRA DO CAFÉ – APLICAÇÕES SUSTENTÁVEIS

GUSTAVO DE ALMEIDA ANDOLPHO[1], DANIELA MAZUCHELLI GARCIA[2], SINDEL LUANDA FONSECA SALES[3], RAFAEL PERON CASTRO[4], PEDRO CASTRO NETO[5], ANTÔNIO CARLOS FRAGA[6]

[1] Iniciação Científica. UFLA, (35) 9167-6657, gustavo@express-rc.com.br
[2] Iniciação Científica, UFLA, danielamazuchelli@gmail.com
[3] Iniciação Científica, UFLA, sindellunda@hotmail.com
[4] Mestrando, UFRN, peron@oleo.ufla.br
[5] Pesquisador, UFLA, oleo@ufla.br
[6] Pesquisador, UFLA, fraga@ufla.gov

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Devido ao grande crescimento da população mundial há a necessidade de buscar novas alternativas no aproveitamento de resíduos e diminuição de desperdícios, por isso é de grande importância estudos que visem o aproveitamento sustentável de potenciais matérias primas residuais. Este trabalho tem como objetivo utilizar a borra do café para extração química de óleo por diferentes solventes orgânicos e utilizar a torta residual da extração química no processo de filtragem de água. O experimento será desenvolvido no Laboratório de Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras. Serão utilizadas amostras de pó de café após o processo de preparo da bebida, caracterizada como borra. Para as extrações químicas por soxhlet serão utilizados três diferentes solventes orgânicos (hexano, etanol e metanol). O óleo obtido poderá ser utilizado na produção de éster e a torta do café (produto encontrado após a extração do óleo) poderá ser usada como filtro para água, tendo sua eficiência relatada na literatura como maior que a do carvão ativado. Com isso espera-se aumentar a competitividade do mercado do café e possibilitar a utilização de uma matéria prima residual (borra e torta) para produção de biocombustível e filtração de água.
PALAVRAS–CHAVE: Óleo de café, filtro, biodiesel.

THE POTENTIAL OF SPENT COFFEE GROUNDS – SUSTAINABLE APPLICATIONS

ABSTRACT: Due to great increase in pollution worldwide, there is a necessity to look for new ways of utilization of residue and diminution of waste, which is why it is of great importance that studies that aim to sustainable utilization of potential residue feedstock. This work has the objective of using the spent coffee grounds to chemically extract oil by different organic solvents and use the residue cakes of the extraction in the process of water filtering. The experiment will be developed in the Laboratory of Oils, Fats and Biodiesel in Lavras Federal University. Samples of coffee grounds after the preparation of the beverage will be used, characterized as the spent coffee grounds. To the chemic extractions by soxhelt three different organic solvents (hexane, ethanol and methanol) will be used. The oil obtained could be used as water filter, having its efficiency related in the literature as better than activated coal. With this, it is expected to increase the competitiveness of the coffee market and enable the use of a residue feedstock (spent coffee grounds and its cakes) for the production of biofuels and water filtration.
KEYWORDS: Coffee oil, filter, biodiesel.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

O café é um dos principais produtos exportados pelo Brasil, sendo que de janeiro a agosto de 2015 foram arrecadados cerca de 3,6 bilhões de dólares segundo dados do Ministério do Desenvolvimento. Além dessa grande quantidade de café que é exportado, esse produto é muito apreciado no nosso país, com consumo médio de 81 litros por habitante ao ano, de acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Café (ABIC), em dados de novembro de 2013 a outubro de 2014.

Após o processo de preparo da bebida a partir do grão do café torrado e moído, obtém-se o que chamamos de borra de café. Essa borra, geralmente é descartada como lixo orgânico ou, erroneamente, descartada na pia, sendo enviada para o sistema de esgoto. Esse resíduo contém cafeína, taninos e polifenóis, que apesar de em pouca quantidade, os torna tóxico a natureza, com seu uso restrito à ração animal, adubo ou como combustível, substituindo ou sendo adicionado à lenha. (VEGRO; CARVALHO *apud* ANDRADE, 2011)

Embora seja rica em carboidratos, lipídios e proteínas, a borra do café é pouco usada para aplicação industrial. Porém, há essa possibilidade, já que em sua constituição observam-se grandes quantidades de ésteres, permitindo a extração de óleo para a produção de biodiesel. (COUTO *apud* ANDRADE, 2011)

Visando o reaproveitamento desse resíduo, que por característica tem boas propriedades adsorventes, resistência a variação de pH, baixo custo e abundância, a borra do café pode ser uma alternativa ao uso do carvão ativado no tratamento de águas contaminadas. (BATISTA *et al.*, 2012)

Segundo dados do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, apenas 2.5% da água disponível na Terra é doce, sendo que grande parte dela está armazenada em geleiras e não acessível ao consumo. Além disso, boa parte desta água potável já está contaminada.

Sobre a face deste problema, viu-se a oportunidade da construção de um filtro de água de baixo custo utilizando a borra de café como adsorvente.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram obtidas amostras do grão de café no Núcleo de Estudos em Cafeicultura (NECAF) /UFLA. Essas amostras foram submetidas a uma seleção manual para retirar os defeitos do café, em especial os grãos pretos, verdes e ardidos. Foram pesados dois quilos desse café após a seleção e essa quantidade foi torrada no torrador Probatino da marca Probat, no Núcleo de Estudo em Qualidade do Café (QI Café) /UFLA, de acordo com os padrões de torra escura dos discos de referência da Agtron/SCAA. (Figura 1). Após um período de 24 horas de descanso após a torra, para seu completo resfriamento, o café foi moído também no QI Café com uma granulometria fina. Esse processo foi feito para similar o café que é comercializado no mercado.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 1 – (a) Torrador Probat Probatino; (b) Café torrado nos padrões da Agtron/SCAA

Após todo esse processo o café está pronto para o consumo. A bebida foi preparada no Núcleo de Estudos em Plantas Oleaginosas, Óleos Vegetais e Biocombustíveis (G-Óleo) / UFLA na cafeteira elétrica *Mondial Premium Espresso Cofee Cream*. Após o preparo da bebida, o resíduo desse processo, conhecido como borra foi armazenado em um béquer e, devido a umidade adquirida no preparo, seco em estufa à 105°C durante 4 horas. (Figura 2)

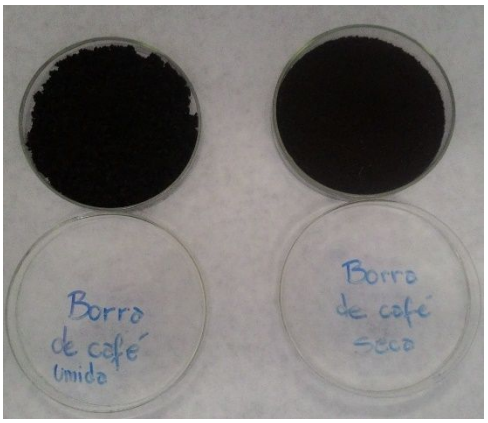


Figura 2 – À esquerda, borra de café logo após seu preparo. Na direita, borra de café após o processo de secagem.

Após o processo de secagem da borra foi feita a extração química do óleo presente na borra por sistema soxhlet, utilizando como solventes Hexano (B1), Etanol (B2) e Metanol (B3). Para isso, as amostras de borra secas foram colocadas em saquinhos de papel filtro, pesadas e colocadas nas cornetas com os solventes nos balões. Estes são aquecidos e o solvente evapora, passa por um condensador, que está ligado a corneta, e volta ao estado líquido retirando o óleo da borra por arraste (Figura 3).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 3 – Bateria de Extração por Soxhlet, balões com solventes, as cornetas ligadas a eles e o condensador ligado as cornetas.

Após as extrações, que duraram aproximadamente 4 horas, os saquinhos foram retirados das cornetas e passam por um processo de secagem dentro das capelas acionadas por aproximadamente 30 minutos, após esse tempo ficaram por 24 horas secando ao ar livre. Passado esse tempo as amostras de borra sem óleo, chamadas de torta, foram pesadas novamente, afim de calcular o teor de óleo, e armazenadas em sacos plásticos.

Para a construção do filtro de água de baixo custo com a torta do café, foram usadas garrafas PET descartáveis, das quais foram retirados os fundos. Foram feitos pequenos furos na tampa das garrafas, colocadas 4 camadas de coador de papel da marca Melita, modelo Pequeno 100, recortados para encaixarem dentro da tampa das garrafas. Após o papel filtro ser colocado, a garrafa foi fechada e colocada uma camada de algodão de aproximadamente 10 centímetros, sobre a camada de algodão foram colocadas as amostras de diferentes massas de torta B1, B2 e B3 e, sobre as amostras, outra camada de algodão de aproximadamente 5 centímetros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como é necessário fazer a extração do óleo da borra para a utilização da torta no preparo do filtro de água, foram analisados os resultados referentes ao teor de óleo das amostras B1, B2 e B3, que são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Teor de óleo das amostras de borra de café extraídas com Hexano (B1), Etanol (B2) e Metanol (B3).

Amostra	Teor de óleo (%)
B1	2,31
B2	8,70
B3	4,52

Esses valores mostram que as extrações com álcoois foram mais eficientes, sendo que a maior eficiência foi encontrada no uso de Etanol, que apresentou um resultado aproximadamente

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

duas vezes melhor a extração com Metanol e quatro vezes da utilização do Hexano com solvente.

A viabilidade da utilização desse óleo extraído é atestada por esses valores, onde viu-se a extração de óleo de aproximadamente 9% da massa inicial de borra de café.

Para o preparo do filtro de água a partir da torta, foram feitos teste com 3, 6, 9 e 12 gramas de cada amostra (Figura 4). Também foi construído um filtro sem a presença da torta, afim de verificar a eficácia do algodão no clareamento da água.

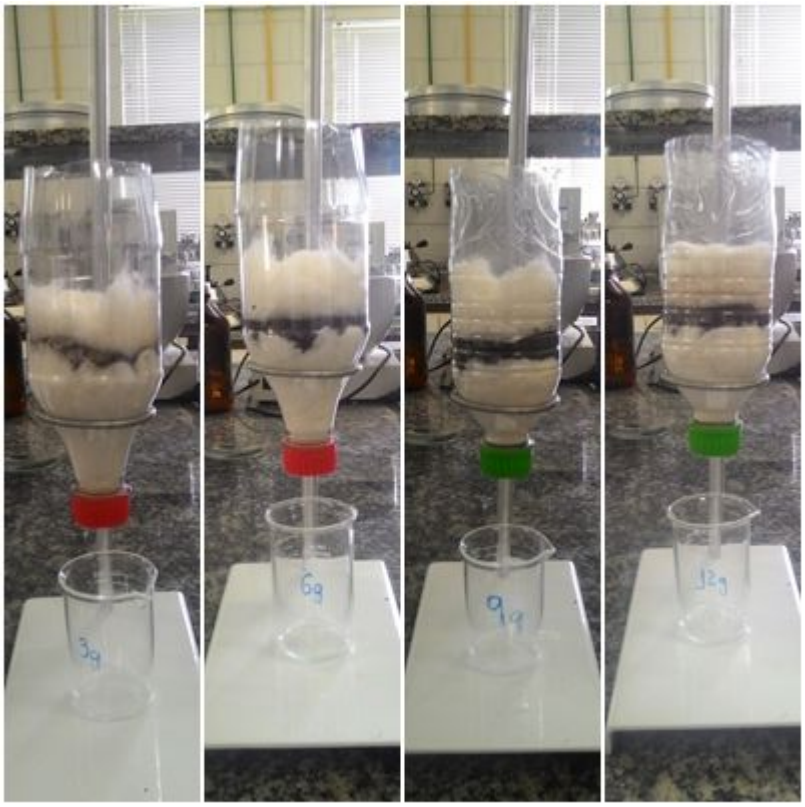


Figura 4 – Filtros feitos com garrafas PET, algodão e diferentes alíquotas de torta, sendo que seguindo da esquerda para a direita temos 3, 6 ,9 e 12 gramas.

Para se realizar o teste do filtro no clareamento de água foi usada água do tanque de armazenamento do G-Óleo. Esta água encontrava-se numa coloração esverdeada, devido a presença de microalgas, e com um forte odor desagradável. Foram feitos testes com a filtragem de 200 mL dessa água no filtro preparado apenas com algodão e nos filtros preparados com as diferentes massas de B1, B2 e B3. Após a filtragem, a água foi analisada no espectrômetro (Marca: Biospectro Modelo: SP-220) e os valores de absorbância para cada teste são apresentados na Figura 5.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

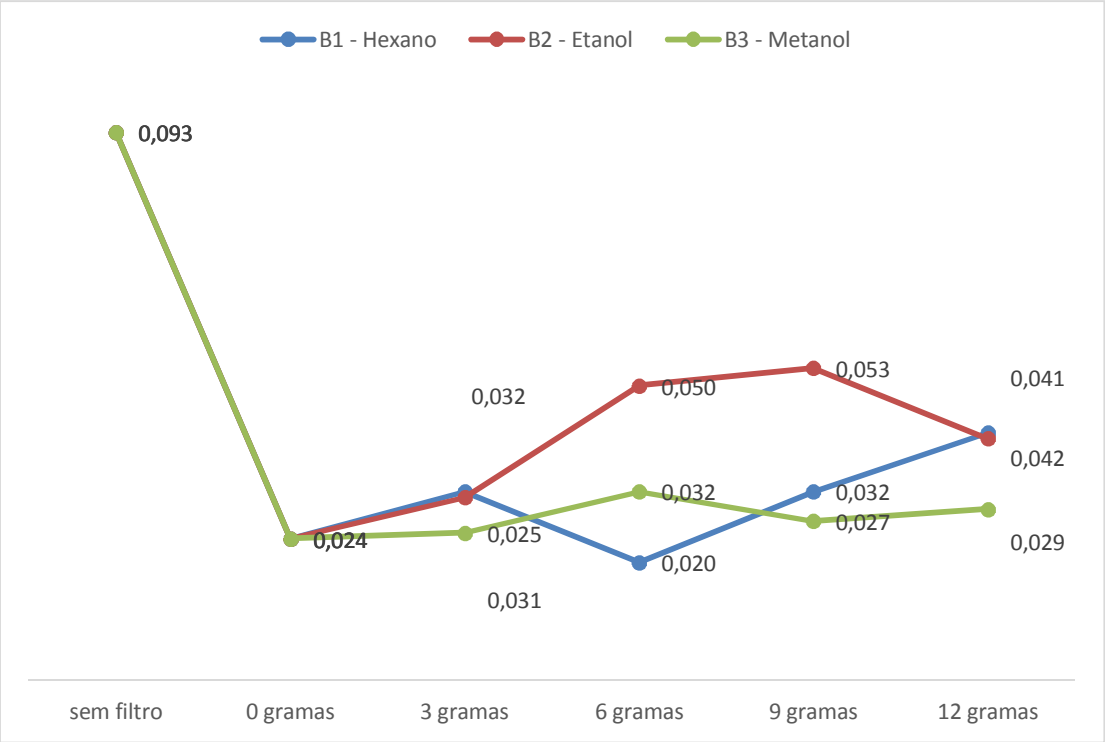


Figura 5 – Valores de absorbância da água filtrada com as diferentes massas de torta.

Com esses valores percebe-se que em todos os testes o filtro foi eficiente na clarificação da água, entretanto, apenas o filtro feito com 6 gramas de torta extraída com Hexano foi mais eficiente que o filtro sem a torta. Ainda no que tange a eficiência do filtro percebe-se na Figura 6 que em todos os testes a cor verde foi extinta e, os menos eficientes ao filtro feito apenas com algodão apresentaram uma leve coloração amarronzada. Isso nos indica que na torta da borra ainda há a presença de pigmentos.

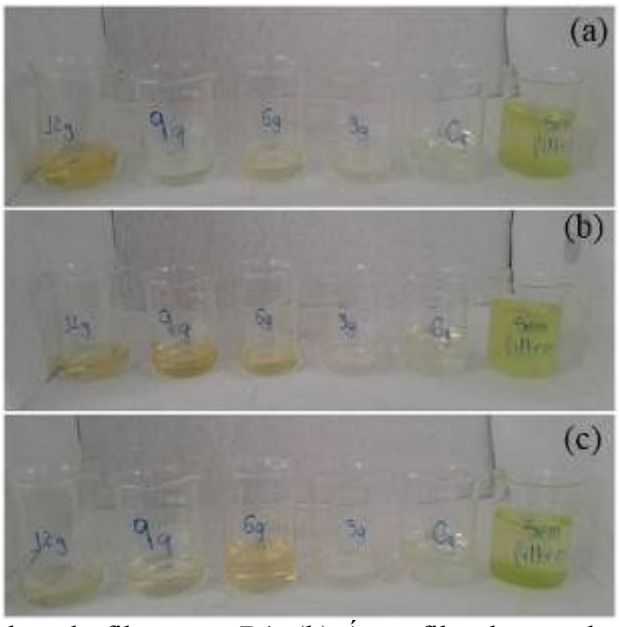


Figura 6 – (a) Água passada pelo filtro com B1; (b) Água filtrada usando a torta B2; (c) Resultados da filtragem com torta B3.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Além de ter sido eficiente no clareamento da água, o filtro se mostrou útil para a retirada do forte odor que a água apresentava originalmente. Apesar de não ser possível quantificar esse odor, percebeu-se claramente que após filtrada a água não apresentava mais odor algum.

CONCLUSÕES

Foi possível perceber que a borra de café tem uma quantidade de óleo que possibilita sua extração, já o uso da torta como parte de um filtro de água de baixo custo mostrou certa eficiência, entretanto não podemos afirmar que essa água foi clarificada com satisfação. Também paira uma dúvida sobre a potabilidade dessa água, já que não foram feitos testes específicos para tal finalidade.

Todas as análises e testes feitos demonstram que o potencial da borra de café para extração de óleo e posterior uso como filtro pode ser muito bem aproveitado, desde que novos testes e análises sejam feitos para confirmar todo esse potencial hoje desperdiçado em um resíduo do cotidiano.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a UFLA, ao CNPQ, a FAPEMIG, ao FINEP, ao G-Óleo, a Olea, a RBTB, ao NECAF e ao QI Café.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, K. S. **Avaliação das técnicas de extração e do potencial antioxidante dos extratos obtidos a partir de casca e de borra de café (Coffea arábica L.).** 2011. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BATISTA, L. R.; PEREIRA, J.; SILVA, M. A. A.; FILHO, N. R. A. Produção de filtros de purificação de água a partir de co-produtos da produção de biodiesel etílico de óleo de borra de café. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 64., 2012, São Luis. **Anais eletrônicos...**São Luis: UFMA, 2012. Disponível em: <http://sbpcnet.org.br/livro/64ra/> Acesso em: 09 out. 2015.

ABIC. Associação Brasileira da Indústria de Café. Apresenta textos sobre os indicadores da indústria. Disponível em: < http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=61#4178 > Acesso em: 09 out. 2015.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Apresenta textos sobre a balança comercial mensal. Disponível em: < http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1161 > Acesso em: 09 out. 2015.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Apresenta textos sobre a água no planeta. Disponível em: < http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=97 > Acesso em 09 out. 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

PRODUÇÃO DE BIODIESEL UTILIZANDO ÓXIDO DE CÉRIO COMO CATALISADOR

MARCUS BRUNO FERNANDES SILVA[1], ZUY MARIA MAGRIOTIS[2], SABRINA MESQUITA COELHO[3]

[1] Graduando em Engenharia Química, UFLA, (35) 92364334, marcusbfs@gmail.com
[2] Doutorado em Engenharia Química, UFLA, (35) 38291889, zuy@dqi.ufla.br
[3] Doutoranda em Agroquímica, UFLA, (35) 88249008, sabrina10mcoelho@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A reação de transesterificação via catálise básica homogênea é o método mais utilizado para obtenção do biodiesel. Devido à presença do catalisador homogêneo, a produção de biodiesel encontra obstáculos como o processo de purificação e a incapacidade de reutilização do catalisador, que aumenta o custo do produto. No presente trabalho avaliou-se o óxido de cério (CeO_2) como catalisador heterogêneo para a produção de biodiesel via reação de esterificação. O catalisador foi caracterizado por difração de raios X. A reação de esterificação foi conduzida em batelada, por duas horas, a 100ºC, pressão endógena, 10% catalisador em relação à massa de ácido oleico e variando-se a razão molar ácido oleico/metanol (1:10, 1:20 e 1:45). Os melhores rendimentos foram obtidos na razão molar ácido oleico/metanol 1:10. Os testes de reuso indicaram que o catalisador apresentou desativação após o primeiro uso, que foi menor quando o catalisador foi lavado com hexano. Os resultados mostraram que o óxido de cério foi eficiente para a reação de esterificação do ácido oleico com metanol, podendo ser uma alternativa promissora para produção de biodiesel a partir de catalisadores heterogêneos.
PALAVRAS–CHAVE: *esterificação, biodiesel, catalisadores heterogêneos.*

PRODUCTION OF BIODIESEL USING CERIUM OXIDE CATALYST

ABSTRACT: The transesterification reaction through homogeneous basic catalysis is the most used method for obtaining biodiesel. Due to the presence of the homogeneous catalyst, the biodiesel production encounters obstacles as purification process and the reuse inability of the catalyst, which increases the cost of the product. In the present study it was evaluated the cerium oxide (CeO_2) as heterogeneous catalyst for the production of biodiesel by esterification reaction. The catalyst was characterized by X-ray diffraction. The esterification reaction was carried out batch for two hours at 100°C, endogenous pressure, 10% 10% catalyst relative to the mass of oleic acid and varying the molar ratio oleic acid/methanol (1:10, 1:20 and 1: 45). Best yield was obtained at molar ratio oleic acid/methanol 1:10. Reuse tests indicated that catalyst presented deactivation after the first use, which was lower when the catalyst was washed with hexane. The results showed that cerium oxide was effective catalyst for the reaction of esterification of oleic acid with methanol, being a promising alternative for biodiesel production from heterogeneous catalysts.
KEYWORDS: *esterification, biodiesel, heterogeneous catalysts.*

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Atualmente, a matriz energética mundial está centrada, principalmente, em fontes não renováveis (petróleo, gás natural, carvão, dentre outras). Além do problema econômico envolvendo os derivados de combustíveis fósseis, estas fontes não renováveis acarretam vários problemas ao meio ambiente, devido à emissão de poluentes. Nos últimos anos, várias pesquisas surgiram buscando energias alternativas renováveis e sustentáveis.

Dentre essas fontes de energias renováveis, a produção de biodiesel se destaca como uma alternativa viável às fontes derivadas de petróleo. O biodiesel também apresenta várias vantagens ambientais, como baixos níveis de emissão de monóxido de carbono, a não liberação de compostos de enxofre na atmosfera e menores emissões dos principais gases do efeito estufa, pois o gás carbônico produzido na sua combustão é quase que totalmente fixado durante o cultivo das oleaginosas (ZHANG et al., 2013; PETERSON e HUSTRULID, 1998).

O biodiesel pode ser produzido por meio de reações de transesterificação de óleos ou gorduras de origem animal utilizando catalisadores ácido ou básico; e de esterificação de ácidos graxos utilizando catalisadores ácidos (CORDEIRO et al., 2011; ARANDA et al., 2008).

A reação de transesterificação, também conhecida como alcoólise, consiste na reação entre um éster e um álcool, com formação de outro éster e outro álcool e é o processo mais usado para a produção do biodiesel (MA e HANNA, 1999; SOLOMONS e FRYHLE, 2006). Os hidróxidos de sódio e o hidróxido de potássio são os precursores catalíticos mais utilizados devido aos seus baixos custos, e aos altos níveis de conversão atingidos no processo (MEHER, SAGAR e NAIK, 2006). Como na transesterificação é utilizado um catalisador homogêneo, é necessário uma etapa de purificação, o que acrescenta gastos e diminui o lucro final. Além disso, não há possibilidade de reutilização do catalisador e ainda pode existir a contaminação do biodiesel pelo mesmo (ENDALEW KIROS e ZANZI, 2011). Outras desvantagens da produção de biodiesel usando catalisadores básicos é que a presença de ácidos graxos (acima de 1%) ou água pode ser um obstáculo para a produção do biodiesel devido à formação de sabão e também a grande quantidade de glicerina bem como mono- e di-acilglicerídeos que podem ser formados como coprodutos, prejudicando a pureza do biodiesel (MELLO et al., 2011).

Desta forma, o processo de esterificação pode ser uma boa solução para estes problemas, pois não há a formação de glicerina ou outros produtos glicerídeos. Neste processo pode-se utilizar matérias primas como óleos com grandes quantidades de ácidos graxos livres (MELLO et al., 2011).

A reação de esterificação é normalmente é realizada em sistemas homogêneos utilizando ácidos minerais fortes, que muitas vezes são relacionados a problemas de corrosão de equipamentos e dificuldade em separar os produtos. Por outro lado, sistemas heterogêneos apresentam rendimentos mais baixos que os sistemas homogêneos. Assim, o desafio consiste em desenvolver catalisadores ácidos heterogêneos que combinem alta atividade, facilidade de separação dos produtos e que não sejam corrosivos (VIEIRA et al., 2013).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo testar o catalisador heterogêneo óxido de cério (CeO_2) em reações de esterificação a 100ºC, procurando obter uma maior conversão de ácido graxo ao éster associado. A reação escolhida para este estudo foi a de esterificação do ácido oleico com metanol.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

O óxido de cério (CeO_2) foi preparado de acordo com o trabalho realizado por SILVA e colaboradores (2011). O sulfato de cério amoniacal dihidratado [$(NH_4)_4Ce(SO_4)_4.2H_2O$] (Sigma-Aldrich) foi utilizado como precursor. Adicionaram-se, lentamente, 250 mL de solução de $(NH_4)_4Ce(SO_4)_4.2H_2O$ 0,158 mol L^{-1} a 50 mL de uma solução de hidróxido de amônio (NH_4OH) a 5 mol L^{-1} (F. Maia). O pH manteve-se entre 12 e 14. A solução resultante ficou sob agitação constante por 30 minutos a 25°C. O precipitado formado foi filtrado, lavado com água tipo II, seco a 100°C por 12 horas e calcinado em mufla a 500°C durante 12 horas a uma taxa de aquecimento de 1°C min^{-1}, obtendo-se assim o óxido de cério (CeO_2) (COELHO, 2014).

O óxido de cério foi analisado por difração de raios-X. O estudo foi realizado via difração de raios-X em um difratômetro da Phillips com variação angular de 2θ, radiação de CoKα = 1,5406 A, com voltagem de 30 kV e corrente de 30 mA, passo de varredura de 1,0 oθ min-1 numa região de 5 a 75º.

Para os testes catalíticos foi utilizado o ácido oleico como molécula modelo. O produto (oleato de metila) foi obtido por meio da rota metílica usando metanol. Os experimentos foram realizados em temperatura constante de 100ºC e pressão endógena, em que variadas quantidades de ácido oleico foram adicionadas em recipientes de vidro contendo 5 mL de metanol e 10% catalisador em relação à massa de ácido oleico. O sistema foi lacrado e as reações foram conduzidas em um banho de silicone com agitação e aquecimento constantes.

As condições testadas para se obter a maior porcentagem de conversão de ácido oleico a oleato de metila foram:

(a) tempo de contato: 2 horas;

(b) razão molar ácido oleico/álcool: 1:10, 1:20 e 1:45.

Em tempos determinados, uma alíquota de 10 µL era retirada, diluída em 1000 µL de hexano e analisada por cromatografia em fase gasosa com detector de ionização de chama (GC-FID) em equipamento Agilent Technology 7890 A. A quantificação do oleato de metila foi feita pelo método da padronização interna, com o padrão de tricaprilina (10 g L^{-1}). A curva analítica foi construída por diluições de uma solução estoque contendo 10 g L^{-1} do padrão de oleato de metila em hexano.

Os catalisadores foram submetidos a testes sucessivos de atividades nas melhores condições reacionais estabelecidas pelos experimentos com catalisadores frescos, com a finalidade de verificar a eficiência catalítica diante do processo de reutilização. Os testes foram realizados de duas maneiras. Na primeira, após a primeira reação, os produtos formados foram retirados do sistema e os catalisadores foram lavados com hexano na proporção de 1:15 (1 g de catalisador e 15 mL de hexano). Os sólidos foram secos em estufa, a 110ºC, por 24 horas. Na segunda, visando verificar a necessidade da lavagem do catalisador com solvente, os catalisadores foram submetidos apenas a secagem a 110ºC por 24 horas. Estes procedimentos foram realizados para três reações consecutivas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o difratograma do catalisador investigado.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

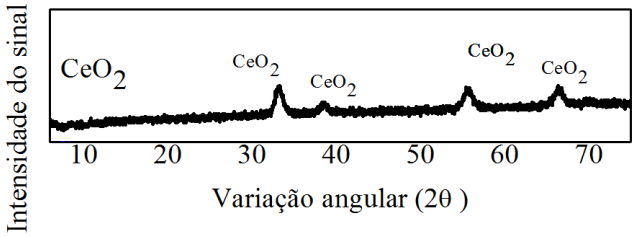


Figura 1: Difratograma do óxido de cério

O teste padrão de DRX revelou que os picos cujas reflexões localizadas em valores de 2θ correspondentes a 32,98°; 38,29°; 55,80° e 66,43° são característicos do óxido de cério cristalino (SILVA et al., 2011; LIU et al., 2011).

Foi avaliada a influência da razão molar ácido oleico/metanol na conversão do ácido oleico a oleato de metila. Também foram realizados experimentos sem o uso de catalisador para fins comparativos com as conversões obtidas na presença de catalisador.

Estequiometricamente, a metanólise de ácidos graxos requer um mol de metanol por 1 mol de ácido graxo. Muitos trabalhos têm relatado o uso de altas razões molares para se obter uma elevada conversão dos ésteres metílicos. Com a finalidade de garantir que todo reagente se transformasse em produto, um excesso de metanol foi adicionado para deslocar o equilíbrio químico da reação no sentido da formação do oleato de metila.

A reação de esterificação do ácido oleico com metanol na ausência e presença de catalisador foi realizada na temperatura de 100°C, tempo de reação de 2 horas. A Tabela 1 apresenta as conversões para as diferentes razões molar ácido oleico/metanol.

Tabela 1 - Influência da razão molar ácido oleico/metanol na conversão de ácido oleico a oleato de metila a 100°C.

Razão molar ácido oleico/metanol	**Conversão**	
	Com catalisador	**Sem catalisador**
1:10	68	29
1:20	59	33
1:45	61	36

Os resultados mostram que houve um aumento da conversão quando nas reações catalisadas por óxido de cério. Observa-se que, quando se utilizou o CeO_2, o aumento da razão molar ácido oleico/metanol causou uma diminuição da conversão, sendo a conversão máxima obtida na razão molar de 1:10. Estes resultados podem ser explicados pelo fato de que quantidades excessivas de álcool no meio reacional pode bloquear os sítios ativos do catalisador fazendo com que as conversões diminuam. Além disso, como a reação de esterificação ocorre com o ácido oleico adsorvido na superfície do catalisador, grande excesso de metanol pode acarretar danos no sistema bifásico inibindo o contato entre o ácido graxo e o metanol (ILGEN, 2014).

A reutilização de catalisadores é de grande importância para a indústria, pois diminui o custo do processo. O teste de reuso foi realizado utilizando a razão molar ácido oleico/metanol de 1:10, condição de maior de conversão. O catalisador foi avaliado por testes diferentes: (1) após cada reação o catalisadore foi seco em estufa a 110ºC por 12 horas e (2) lavado com hexano (1 g de catalisador, 15 mL de hexano) e seco em estufa a 110ºC por 12 horas. Os resultados obtidos se encontram na Figura 3.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

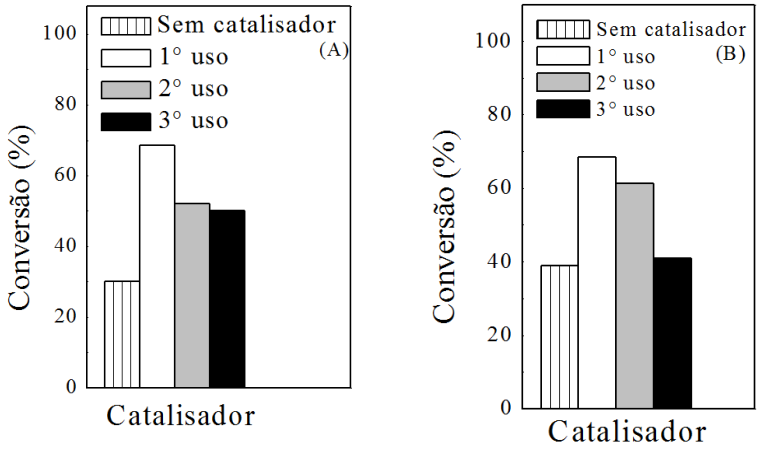


Figura 3: Teste de reuso (razão molar ácido oleico/metanol 1:10): com secagem (A) e lavagem com hexano (B).

Observa-se a perda de atividade catalítica do catalisador após o primeiro uso, sendo este efeito menor para os catalisadores que passaram pelo processo de lavagem. Esta perda na atividade catalítica pode ser atribuída à diminuição da área ativa e/ou do número de sítios ativos devido à deposição de reagentes e/ou produtos da reação nos sítios ativos do catalisador.

CONCLUSÕES

O método de precipitação empregado na obtenção do catalisador se mostrou simples e eficiente, sendo uma boa técnica de preparo para a obtenção de catalisadores heterogêneos.

Para o catalisador em estudo (CeO_2) na temperatura de reação de 100°C, pressão endógena, utilizando 10% de catalisador em relação a massa do ácido oleico, o melhor resultado foi obtido com a razão molar ácido oleico/metanol 1:10, obtendo uma conversão de 68%, se mostrando um catalisador eficiente, uma vez que a reação sem o uso de catalisador nas mesmas condições reacionais foi de 29%.

No teste de reuso, o óxido de cério apresentou perda na atividade catalítica após cada ciclo, no entanto esta desativação foi menos pronunciada quando o catalisador foi submetido ao processo de lavagem com hexano. Mesmo com a perda na atividade, constatou-se que após o terceiro ciclo de reação, as conversões obtidas foram superiores a reação não catalisada.

Os resultados obtidos mostraram que o óxido de cério apresentou-se como um catalisador alternativo e promissor para a reação de esterificação do ácido oleico com metanol.

REFERÊNCIAS

ARANDA, D. A. G.; SANTOS, R. T. P.; TAPANES, N. C. O.; RAMOS, A. L. D.; ANTUNES, O. A. C. Acid-catalyed homogeneous esterification reaction for biodiesel produciton from palm fatty acids. **Catalysis Letters**, v.122, n.1, p.20-25, Nov., 2008.

COELHO, S. M. **Desenvolvimento de catalisadores heterogêneos ácidos para a produção de biodiesel**. 2013. 102f. Dissertação (mestrado em agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CORDEIRO, C. S.; SILVA, F. R da; WYPTCH, F.; RAMOS, L. P. Catalisadores heterogêneos para a produção de monoésteres graxos (biodiesel). **Química Nova**, v.34, n.3, p. 477-486, Jun., 2011.
ENDALEW, A. K.; KIROS, Y.; ZANZI, R. Heterogeneous catalysis for biodiesel production from Jatropha curcas oil (JCO). **Energy**, Swenden, v.36, n.5, p. 269-2700, May, 2011.
ILGEN, O. Investigation of reaction parameters, kinectics and mechanism of oleic acid esterification with methanol by usisng Amberlyst 46 as a catalyst. **Fuel Processing Technology**, v.124, p.134-139, Aug., 2014.
LIU, H.; DENG, S.; ZHOU, W.; HUANG, J.; YU, G. Mn-Ce oxide as a high-capacity adsorbent for fluoride removal from water. **Journal of Hazardous Materials**, v.186, n.2-3, p.1360-1366, Feb., 2011.
MA, F.; HANNA, M. A. Biodiesel Production: A Review. **Bioresource Tecnology**, Essex, v.70, n.1, p.1-15, Febr., 1999.
MEHER, L. C.; SAGAR, D. V.; NAIK, S. N. Technical aspects of biodiesel production by transesterification- a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 10, n.3, p. 248-268, June, 2006.
MELLO, V. M.; POUSA, G. P. A. G.; PEREIRA,M. S. C.; DIAS, I. M.; SUAREZ, P. A. Z. Metal oxides as heterogeneous catalysts for esterification of fatty acids obtained from soybean oil. **Fuel Processing Technology**, v. 92, n.1, p.53–57, Jan., 2011.
PETERSON, C. L.; HUSTRULID, T.; Carbon cycle for rapeseed oil biodiesel fuels. **Biomass and Bioenergy**, v.14, n.2, p. 91, Mar., 1998.
SILVA, A. M.; SOUZA, K. R. de; MATTOS, L. V.; JACOBS, G.; DAVIS, B. H.; NORONHA, F. B. The effect of support reducibility on the stability of Co/CeO_2 for the oxidative steam reforming of ethanol. **Catalysis Today**, v.164, n.1, p.234-239, Apr., 2011.
SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C.B. Quimica Orgânica, 8a. ed., LTC: São Paulo, 2006.

VIEIRA, S.S; MAGRIOTIS, Z.M.; SANTOS, N.A.V.; SACZK, A.A.; HORI, C.E.; ARROYO, P.A. Biodiesel production by free fatty acid esterification using lanthanum (La3+) and HZSM-5 based catalysts. **Bioresource Technology**, Essex, v.13, p.248-255, Apr., 2013.
ZHANG, Y.; DUBÉ, M. A.; MCLEAN D.D.; KATES, M. Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment. **Bioresource Technology**, v. 89, n.1, p.1-16 Aug., 2003.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE CONJUNTO DE SILOS METÁLICOS EXPERIMENTAIS PARA ARMAZENAGEM DE GRÃOS OLEAGINOSOS

RODRIGO MARTINS SANTOS[1], PEDRO RODOLFO BIANCHIM DE OLIVEIRA[2], PEDRO HENRIQUE ALVARENGA CORREA[3], GEOVANI MARQUES LAURINDO[4], PEDRO CASTRO NETO[5], ANTÔNIO CARLOS FRAGA[6]

[1] Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, rodrigomartins_80@hotmail.com.
[2] Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, pedro.bianchimo1994@gmail.com.
[3] Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, pedroalva.engcivil@gmail.com.
[4] Graduado em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, geovanimarques@outlook.com.
[5]Professor DEG, Universidade Federal de Lavras, (35)38295294, oleo@ufla.br
[6]Professor DAG, Universidade Federal de Lavras, (35)38295294, fraga@dag.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Silos são construções destinadas ao armazenamento e conservação de grãos, sementes, cereais e forragens verdes. Este trabalho foi realizado com o objetivo de projetar e construir um conjunto composto de oito silos metálicos experimentais para a condução de experimentos de armazenagem de grãos oleaginosos destinados à extração de óleos para produção de biodiesel. Os silos foram construídos de forma retangular e elevados, com afunilamento trapezoidal na base de escoamento e descarga, suportados por uma estrutura metálica em vigas "I" de 150x100x6 mm. Cada um dos silos apresenta capacidade volumétrica de 5m³, com carregamento superior e descarregamento inferior. A estrutura de suporte dos silos está instalada no início da linha de extração e purificação de óleos vegetais no interior de um galpão fechado, nas bordas de um fosso com dimensões de 1,9 x 1,7 metros e profundidade de 2,8 metros, onde se encontra instalado um elevador de canecas com altura suficiente para carregamento dos silos ou condução do material diretamente à linha de pré-condicionamento e extração de óleo. Todos os silos do conjunto demonstraram fidelidade em relação ao projeto e apresentaram resultados satisfatórios ao final de suas construções. Cada um dos silos está recebendo instrumentação digital para acompanhamento dos parâmetros físicos internos de armazenagem e tem se mostrado adequado para o estudo do comportamento de grãos oleaginosos submetidos à armazenagem em silos metálicos.
PALAVRAS-CHAVE: Silos, grãos, biodiesel.

PROJECT AND CONSTRUCTION OF ENSEMBLE OF EXPERIMENTALS METAL SILOS FOR OLEAGINOUS GRAINS STORAGE

ABSTRACT: Silos are constructions for storage and conservation of dry grains, seeds, cereals and green fodder. This work was realized for development and build a ensemble with eight experimetals metal silos for driving storage oilseeds experiments for extraction of oils for biodisel manufacturing. The silos were constructed in a rectangular shape and high platforms, with trapezoidal tapering at the base of flow and unload, supported by a metal frame beams in "I" of 150x100x6 mm. Each of the silos has volumetric capacity of 5m³, with upper load and lower

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

unloading. The supporting structure of the silos are installed at the beginning of the extraction and purification of vegetable oils line process inside a closed shed, around of one gap with dimensions 1,9x1,7 meters and depth of 2.8 meters, which is installed one bucket elevator with enough height for loading silos or conducting material directly to process of preconditioning and oil extraction. All silos belong of the ensemble demonstrated fidelity to the project and reach satisfactory results at the end of its building. Each of the silos has receiving a digital instrumentation to control the internal physical parameters of the storage and has been shown to be suitable for the study of the behaviour of oleaginous grains subjected to metal silos storage.
KEYWORDS: Silos, grains, biodiesel.

INTRODUÇÃO

No meio agrícola, a utilização de silos é de suma importância para atingir diversos objetivos e planejamentos. Tendo em vista a produção de biodiesel a partir de grãos oleaginosos, vê-se necessária uma devida e correta armazenagem desta matéria-prima, visando como objetivo a estocagem e principalmente a conservação dos grãos para melhor rendimento, aproveitamento e qualidade do óleo no processo de extração de óleos e gorduras vegetais.

As perdas de qualidade de grãos após a colheita ocorrem em sua maior parte por causa de deterioração por fungos, infestações de insetos e ataques por roedores e pássaros. A respiração e a degradação gradual da qualidade nutritiva e das propriedades relacionadas com o uso final dos grãos contribuem com uma proporção menor, porém de grande importância, no total de perdas que ocorrem durante a armazenagem (ATHIÉ et al., 1998; ALENCAR, 2006; ELIAS et al., 2010).

Diante da industrialização dos grãos, visando produzir biodiesel, os períodos de armazenamento aumentarão e muito, e não há estudos de conservação para diferentes tipos de grãos que garantem armazenagem sequer por períodos médios, muito menos por longos períodos, com segurança operacional na cadeia produtiva (CANAKCI et al., 2001).

Durante a pós-colheita, a maior parte dos grãos de cereais e leguminosas passam por uma série de etapas como secagem, armazenagem e, finalmente, processamento. Muitas destas operações podem reduzir a qualidade dos produtos e comprometer sua posterior conservação, porém, o maior gargalo tecnológico de toda a cadeia produtiva é representado pelas operações de secagem e armazenagem. Não há informações seguras sobre parâmetros operacionais de secagem e armazenamento de grãos oleaginosos, em pequena e nem em médias escalas (LORINI et al., 2002).

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e o enredo de um projeto para elaboração e construção de silos específicos para ensaios de armazenagem em pequena escala para estudo e observações, que demonstrem melhores resultados na função de conservação de grãos oleaginosos armazenados visando estocagem.

A etapa de estocagem é a primeira parte do estudo de todo o desenvolvimento para a produção de biodiesel, exigindo assim, a análise periódica das condições internas para atingir e manter resultados satisfatórios para não interferir ou prejudicar o restante da produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental e a construção dos silos se passaram no galpão de pré-condicionamento, extração e purificação de óleos vegetais da usina de estudos voltados para produção e utilização de biodieseis no núcleo de estudos G-óleo (Núcleo de Estudos em Plantas

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Oleaginosas, Óleos Vegetais, Gorduras e Biocombustíveis), localizado no compus sede da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O conjunto é composto de oito silos metálicos, elevados em relação ao chão, nivelados em local plano, isento de ventilação artificial e com instrumentos para monitoramento das condições internas da temperatura e umidade. Um elevador de canecas que recebe o material diretamente de uma moega construída em alvenaria na parte externa do galpão está pré-disposto para o uso, com altura suficiente para carrega-los quando necessário ou conduzir os grãos diretamente para a linha de produção quando não a necessidade de estocagem dos mesmos.

A construção do conjunto de silos foi dividida em três principais partes: a produção dos silos, das bases de sustentação e a montagem completa do conjunto.

Para melhor desenvolvimento na confecção de cada silo, usou-se método de produção fracionada, dividindo-o em quatro partes para melhor aproveitamento de materiais e facilitação na manufatura e montagem do conjunto dentro do galpão fechado. Destas partes, três são retangulares com 100 cm de altura cada, da parte do corpo do silo, e uma parte trapezoidal de 96 cm, na base de escoamento e descarga. Foram utilizados chapas 20 de aço carbono 1050 em todo silo, fixadas com solda inversora para ganho de forma em cada uma das partes.

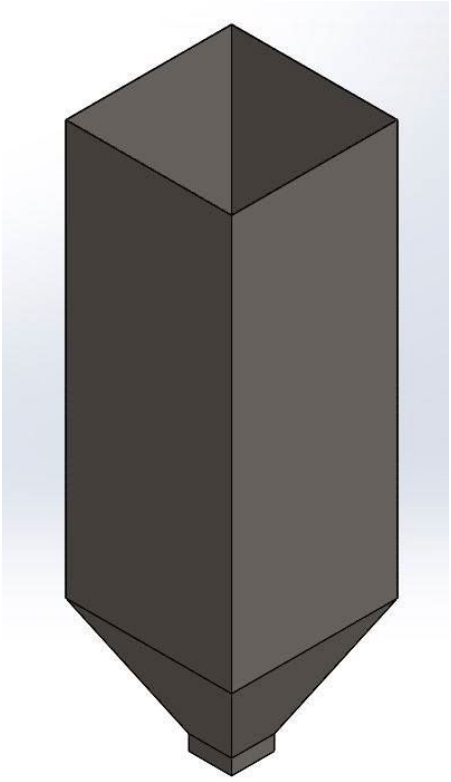


Figura 1 - Desenho confeccionado no SolidWorks, com medidas exatas e escala reduzida, para simulação do corpo completo de um silo.

Todos os silos contêm tampas feitas do mesmo tipo de aço, para contenção e proteção, tanto na boca de carregamento em seu topo, tanto na boca de descarregamento em sua base, na parte inferior. A tampa superior é deslocada para carregamento ou observações internas sem a necessidade de retira-las, presas por dobradiças borboleta. A tampa inferior é necessária à retirada sempre que for descarrega-los, deslizando-a para a lateral.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Cada silo tem 396 centímetros de altura desconsiderando as bases elevadas e 120 centímetros de largura em seus quatro cantos, sendo 300 centímetros de altura da parte retangular e 96 centímetros da parte trapezoidal de seu corpo.

A base que sustenta o conjunto foi produzida com vigas metálicas "I" de aço carbono 1050 de 150x100x6 milímetros, com dois pés de sustentação com tamanho de 205 centímetros em outra barra de 361 centímetros.

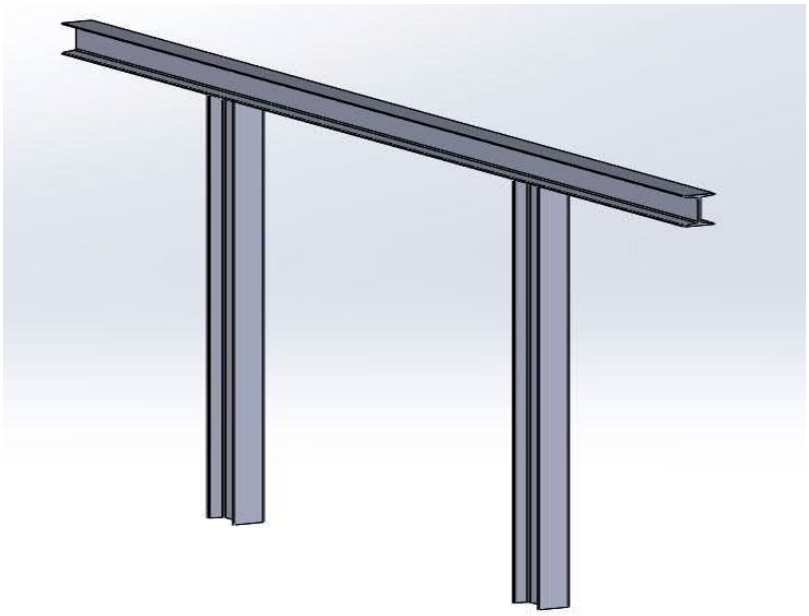


Figura 2 - Desenho confeccionado no SolidWorks, com medidas exatas e escala reduzida, para simulação das bases de sustentação dos silos.

No projeto, foi utilizado SolidWorks e AutoCAD para desenhos, projeções, simulações e percepções para melhor visão teórica e facilitação na confecção do conjunto na parte pratica de manufatura e montagem de cada silo, dos pés de sustentação e da montagem final do conjunto.

Na confecção de todos os componentes dos silos e da montagem do conjunto no galpão, contou com auxilio de empilhadeira, motores para guindaste, solda inversora, eletrodos 6013 de 2.0mm, policorte, furadeira, trenas, parafusos de diferentes tamanhos utilizados desde a fixação das vigas de base ao chão até a fixação das dobradiças borboletas das tampas superiores, medidores de nível e ferramentas gerais, tais como chaves de fenda e Phillips.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A montagem final de todos os silos ocorreu dentro do galpão, unindo as partes previamente confeccionadas, por soldas. As bases foram fixadas ao chão anteriormente à montagem dos silos, que estão em contato com a viga "I" em horizontal. O espaçamento entre cada silo é de 10,5 cm e 7 cm.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

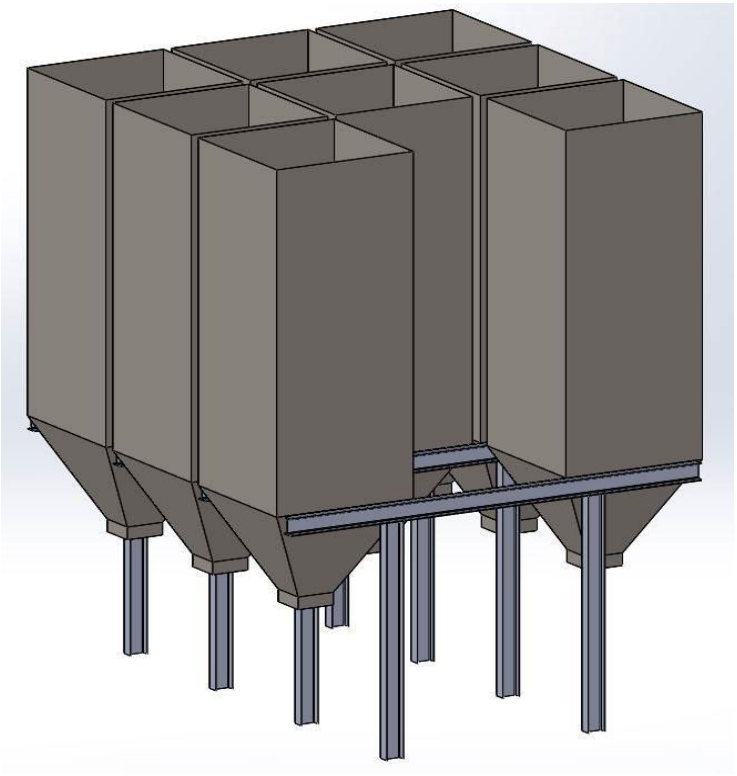


Figura 3 - Desenho confeccionado no SolidWorks, com medidas exatas e escala reduzida, para simulação do conjunto de silos metálicos montado.



Figura 4 - Foto real do conjunto de silos finalizado

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Grãos oleaginosos são em sua maioria, ricos em água, sendo assim, susceptíveis ao desenvolvimento microbiano, respiram mais vigorosamente, provocando aquecimento, perda da quantidade e qualidade da matéria prima. As condições de armazenamento podem afetar a taxa de tocoferol, substância antioxidante, existente no óleo, bem como a atividade de enzimas removedoras de peróxidos (BRIGANTE, 2013).

O nível de qualidade da semente começa a decrescer em consequência de diversos fatores, tais como as oscilações de temperatura durante a maturação, flutuações das condições de umidade do ambiente e outros fatores não menos importantes, como incidência de pragas e doenças. (CARVALHO; FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI, 2006).

A deterioração é um processo inevitável e irreversível, mas que pode ser controlado. A velocidade da deterioração depende das condições ambientais e das características das próprias sementes de maneira geral, a redução da temperatura e umidade, tanto do ambiente quanto das sementes, promovem a redução do metabolismo das sementes (VIEIRA et al., 2002).

Assim sendo, os silos necessitam apresentar comportamentos e características específicas, tais como estas citadas, não apenas para o estudo e pesquisa do comportamento dos grãos na armazenagem, mas também apresentar resultados satisfatórios na minimização destes fatores de degradação e se mostrar apto para utilização destes métodos em grande escala no meio industrial e comercial.

Para colocar em teste a construção e os equipamentos de monitoramento, um dos silos do conjunto foi submetido a testes de medição de temperatura e umidade para a primeira análise, e a partir destes testes, também retirar e adquirir estratégias de futuros resultados.

Para o experimento com o silo vazio, foi posicionado um medidor de temperatura no interior a 20 centímetros da tampa superior e outro na parte externa. Um medidor de umidade foi posicionado em cima do silo, também na parte externa. Com isso, o objetivo foi a análise da mudança de temperatura dentro do silo na parte mais suscetível a variação de temperatura, por causa da proximidade em relação ao telhado.

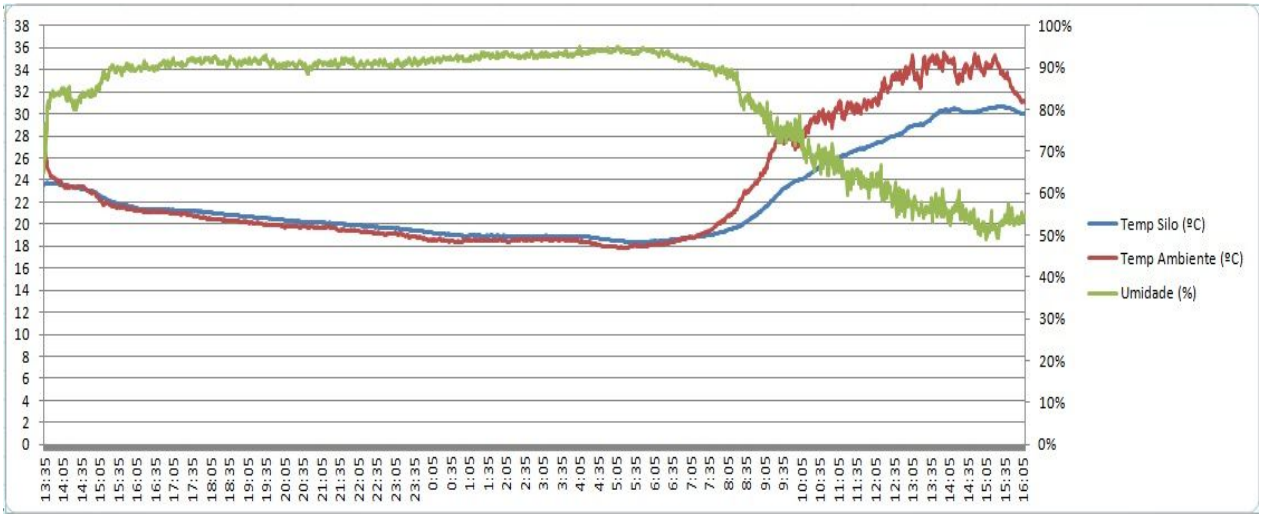


Figura 5 - Gráfico de temperatura interna e externa durante aproximadamente 24 horas com o silo vazio, com dados de umidade do ambiente.

A partir deste resultado, observou-se que mesmo seguindo o padrão da temperatura ambiente, a temperatura interna do silo se modifica em menor intensidade e frequência, mesmo com quedas bruscas na umidade externa. Sendo assim, estabelecer um padrão e estatísticas do comportamento interno do silo se torna mais simples e aproximadas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

O conjunto de silos se mostrou adequado para o estudo do comportamento de grãos oleaginosos submetidos à armazenagem em silos metálicos, levando em consideração todos os recursos para monitoramento e acompanhamento interno e externo, estrutura física e conhecimentos teóricos adquiridos no decorrer das pesquisas e está pronto para futuros estudos e experimentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a UFLA, ao núcleo de estudos G-óleo pelos recursos e oportunidades e às instituições de incentivo RBTB, CNPq, FAPEMIG, FINEP.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, E. R. de. Efeitos das condições de armazenagem sobre a qualidade da soja (Glycine max (l.) Merrill) e do óleo bruto. 2006. 102 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
ATHIÉ, I.; CASTRO, M.F.P.M.; GOMES, R.A.R.; VALENTINI, S.R.T. Conservação de grãos. Campinas, Fundação Cargill, 1998, 236p. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Análise Sanitária de Sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília: Mapa/ACS, 2009, 200p.
CANAKCI, M.; VAN GERPEN, J. Biodiesel production from oils and fats with high free fatty acids. Transactions of the ASAE, v.44, p.1429-1436, 2001. CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Séries históricas de produtividade de grãos.
ELIAS, M.C. Manejo tecnológico da secagem e do armazenamento de grãos. Pelotas. Ed. Santa Cruz. 362p. 2008. ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; SCHIAVON, R.A. Qualidade de arroz na pós-colheita: ciência, tecnologia e normas. Pelotas. Ed. Santa Cruz, 906p. 2010.
LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. Armazenagem de Grãos. Campinas, SP: Instituto Biogeneziz, 1000p. 2002.
BRIGANTE, G. P. Deterioração de sementes de girassol durante o armazenamento. 2013. Tese para obtenção do título de Doutor, apresentada à Faculdade Federal de Lavras, Lavras.
CARVALHO, M. L. M.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Controle de qualidade na produção de semente. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 52-58, 2006.
VIEIRA, R. D.; PENARIOL, A. L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de seja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n.9, p. 1333-1338, set. 2002.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE MÁQUINA PARA COMPOSTAGEM

GEOVANI MARQUES LAURINDO[1], SAULO KIRCHIMAIER TEIXEIRA [2], THIAGO GOMIDE BARCELOS[3], VINICIUS REIS BASTOS MARTINS[4], ANTONIO CARLOS FRAGA[5], PEDRO CASTRO NETO[6]

[1] Agrônomo, UFLA, (35) 99127-4299, geovanimarques@outlook.com
[2] Acadêmico de eng. de controle e automação, UFLA, (35) 99277-2027, saulokirchimaier@gmail.com
[3] Acadêmico de administração pública, UFLA, (35) 8811-1183, tgb57@hotmail.com
[4] Acadêmico de engenharia agrícola, UFLA, (31) 7515-5831, vrbmartins@gmail.com
[5] Prof. Dr. em fitotecnia, UFLA, (35) 9191-2343, fraga@dag.ufla.br
[6] Prof. Dr. em energia na agricultura, UFLA, (35) 9108-0288, oleo@ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015.

RESUMO: A redução cada vez maior do número de trabalhadores rurais e o encarecimento da mão de obra no campo tem gerado a necessidade de mecanização das atividades agrícolas. O aproveitamento de resíduos orgânicos em compostagem pode se consolidar como uma prática sustentável e economicamente viável. A maior dificuldade nesse processo de compostagem é o revolvimento das leiras, que normalmente é realizado manualmente, com intuito de oxigenar e manter a temperatura adequada no processo. Diante destas circunstâncias, o presente trabalho objetivou projetar e construir uma máquina acoplável a tratores agrícolas para o revolvimento de leiras de compostagem. O trabalho foi desenvolvido no laboratório de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG. Para modelagem e criação do projeto foi utilizado o software SolidWorks. A construção foi desenvolvida em quatro etapas: a armação principal em formato trapezoidal; o eixo helicoidal com função de revolvimento; sistema de transmissão do movimento de rotação obtido na tomada de potência do trator e chassi de apoio e acoplamento. O protótipo desenvolvido é eficiente no processo de revolvimento de leiras de compostagem.

PALAVRAS–CHAVE: REVOLVIMENTO, MECANIZAÇÃO, COMPOSTAGEM.

MACHINE DESIGN AND CONSTRUCTION FOR COMPOSTING

ABSTRACT: The reduction increased the number of farm workers and enhancement of manpower in the field has generated the need for mechanization of agriculture. The use of organic waste into compost can be consolidated as a sustainable and economically viable practice. The major difficulty in this composting process is the disturbance of ridges, which is usually done manually, with the aim of maintaining proper oxygenation and temperature in the process. In these circumstances, the present study aimed to design and build an attachable machine tractors for tilling compost piles. The study was conducted in the laboratory of Oilseed Plants, Oils, Fats and Biodiesel in Federal University of Lavras (UFLA), Lavras-MG. For modeling and creation of the project was used SolidWorks software. The construction was carried out in four steps: a trapezoid-shaped main frame; the auger with revolving function; Transmission system obtained rotational movement in making power of the tractor chassis and support and coupling. The prototype is efficient in the revolving process of composting windrows.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

KEYWORDS: Tillage, mechanization, composting.

INTRODUÇÃO

A atividade humana em geral gera uma grande diversidade de resíduos, seja o lixo gerado em centros urbanos, ou resíduos da atividade agrícola, como palhadas, dejetos de animais, cascas de frutos, e restos culturais. Muitas vezes esses resíduos não são aproveitados, e são descartados deliberadamente em lixões, podendo até mesmo provocar sérios problemas de poluição (CARVALHO, 1999). Uma alternativa para essa situação é a utilização desses materiais para a formação de uma pilha de compostagem, gerando um material estabilizado, rico em nutrientes e matéria orgânica, que pode ser aplicado no cultivo agrícola, no plantio ou em cobertura, reduzindo os custos com adubação química ou, no caso da agricultura orgânica, fornecendo integralmente os macro e micronutrientes necessários ao desenvolvimento da cultura (PENTEADO, 2010).

Desde os primórdios da agricultura os restos orgânicos, tanto vegetais quanto animais, vêm sendo utilizados como um material para ser incorporado ao solo com o intuito de favorecer o desenvolvimento das plantas e aumentar a produção agrícola (KIEHL, 1985). Esse fato tem levado os agricultores a utilizar esses restos de produção como fertilizantes de suas terras. Um dos aspectos fundamentais no processo de compostagem é a aeração, pois o oxigênio é vital para a oxidação biológica do carbono dos resíduos orgânicos, para que ocorra produção de energia necessária aos microrganismos que realizam a decomposição (CARVALHO, 1999). Parte dessa energia é utilizada no metabolismo dos microrganismos e o restante é liberado na forma de calor.

Convencionalmente, a aeração da pilha é feita pelo revolvimento do material. Esse processo, apesar de eficiente, possui uma elevada demanda de mão-de-obra, principalmente em pequenas propriedades que não dispõem de máquinas que realizem esse trabalho. Nesses casos, o revolvimento é feito manualmente, com auxílio de ferramentas como pás, garfos e enxadas (CARVALHO, 1999). Visando ter menor gasto com mão de obra e um revolvimento mais homogêneo, algumas empresas e produtores vem desenvolvendo revolvedores mecânicos, que apresentam muito bom desempenho se comparado com o revolvimento manual.

O objetivo desse trabalho foi projetar e construir um implemento para ser acoplado em trator agrícola com a finalidade de promover a aeração de leiras de compostagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de projeção e construção, foi desenvolvido no laboratório de pesquisas em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG, no período de novembro de 2014 até junho de 2015.

Para projeção e simulação foi utilizado o software **SolidWorks** versão 2014, a projeção e construção foram executadas paralelamente, o projeto foi desenvolvido em quatro partes, sendo elas a armação principal em formato trapezoidal, um eixo helicoidal com função de revolvimento, transmissão e chassi de apoio e acoplamento.

As partes estruturais foram construídas com tubos metalon de aço carbono 1050 com media resistência com três mediadas de perfil, dois com perfil quadrado sendo 40x40mm e 50x50mm e um com perfil retangular de 40x50mm, cortados uso de policorte com discos de corte de 4mm de espessura. Para o torneamento dos eixos e ligações entre eles foi usado aço 1020 com densidade

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

média de 7860kg/m³, com o uso de torno mecânico universal e furadeira fresadora para fazer o chavetamento dos eixos.

Para a montagem da transmissão foi usado além dos eixos já mencionados, foi usado um redutor com carcaça em ferro fundido e engrenagens do tipo coroa e pinhão em 90º feito em aço 1045 com redução de 2:1, lubrificado em imersão com óleo SAE 90. Duas polias em ferro fundido com três canais para correias do tipo B, foram usadas fazendo ligação entre o cardam e o redutor, as correias do tipo B tem 15mm de largura e 1450mm de comprimento. Mancais em ferro fundido fazem o apoio dos eixo sendo usados dois tipos, torre e flange, ambos lubrificados com uso de graxa de sabão de lítio ISL MP 2 EP, por meio de bicos de engraxar.

No apoio do implemento foi usado uma roda de aço para pneu 16x6.50-8, com cubo em ferro fundido e rolamento cônicos de roletes

Na montagem dos componentes foi usada solda elétrica com eletrodos revestidos E7013 de 2,5mm de espessura para as peças com espessura de 3mm ou mais e para a chapa de revestimento foi usado eletrodos de 1,5mm usados em uma inversora de solda MMA de 200 amperes. Como proteção anticorrosiva, foi usado duas camadas de primer fundo anticorrosivo verde e tinta esmalte na cor amarelo caterpillar para revestimento e proteção final.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira parte projetada e construída foi a armação da estrutura principal, montada em metalon de perfil quadrado em aço carbono com dimensão de perfil de 40x40mm, nela foram gastos 18,9m de tubos. A quadro estrutural foi construído em formato trapezoidal de forma que a leira de compostagem não perca a forma, sendo assim, o material será revolvido sem perder conformação e sem espalhar pelas laterais, foi adotada a medida de 1,5m de altura com uma base de 2,2m.



Figura 1 – Vista frontal da armação principal de revolvimento com medidas em mm.

Por conter partes moveis na parte inferior ouve a necessidade de fazer uma estruturação cruzada no quadro, no topo em formato de x e nas laterais com peças inclinadas em posições opostas, para que não ocorra torções e empenamento, prejudicando e danificando o equipamento. Na parte inferior da estrutura, centralizada ao eixo helicoidal posicionado em sua parte posterior com 1cm de folga das hastes revolvedoras, foi fixada uma barra com 2,12m de comprimento, mesmo formato e dimensões do restante do quadro, para maior estabilidade e evitar danos ao eixo helicoidal, uma vez que, quando o eixo se encontra em rotação pode gerar oscilações na estrutura do quadro principal.

Os mancais do tipo flange que apoiam o eixo helicoidal de revolvimento, são fixados cada um em uma chapa de aço carbono 1020 com 10 mm de espessura, com parafusos sextavados não

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

passantes com rosca na peça. O mancal externo diferente do interno não possui rolamento interno, conta com um embuchamento de aço e lubrificação por graxa, com diâmetro interno de 60 mm. Já o mancal interno, possui um rolamento de esferas com diâmetro interno de 60 mm e lubrificação por graxa, esse mancal faz a ligação entre o eixo helicoide e a transmissão do movimento de rotação vindo da tomada de potência do trator, o mancal interno possui uma furação central de forma que o eixo se ligue a transmissão.

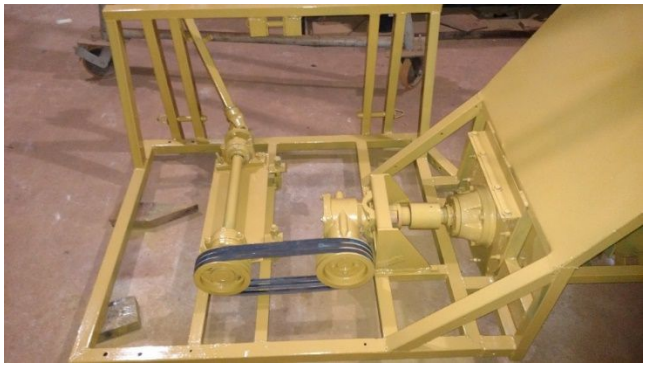


Figura 2 – Foto da transmissão e chassi.

O eixo helicoide foi feito usando como base um tubo schedule com diâmetro externo de 78 mm com parede de 6 mm de espessura e comprimento de 2,20 m, o helicoide foi feito com chapa de aço 1050 com 5 mm de espessura.

Visando um melhor revolvimento após a montagem do helicoide, percebeu-se a necessidade de aumentar a superfície de contato da rosca com o material, com o fim de diminuir a quantidade de material que ficaria em contato com a chão sem ser revolvido, para atender essa necessidade foram adicionadas hastes de aço com medidas de 50 mm de largura, 85 mm de altura e 5 mm de espessura. As hastes foram soldadas na superfície do helicoide a uma distância de 50 mm entre hastes, totalizando 76 hastes.

No centro do eixo foi fixado dois batedouros com 50cm de comprimento e 10 cm de altura, com a função de impulsionar para cima o material transportado das laterais para o centro, aumentado assim a capacidade revolvedora do equipamento

Na terceira parte do implemento temos a transmissão que consiste resumidamente de três partes, cardam, polias com correias, esticador e redutor. Acoplado a tomada de potência do trator, tem-se um cardam com duas cruzetas, seguido de um eixo, o qual está preso e apoiado por dois mancais de torre com rolamentos autocompensador de esferas, sendo que os mancais estão fixados em uma chapa de aço 1020 que atua como esticador de correias. Na outra extremidade do eixo foi fixado uma polia de três correias, com 220mm de diâmetro externo e 3 canais para correias tipo B, que se liga outra polia de mesma especificação.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

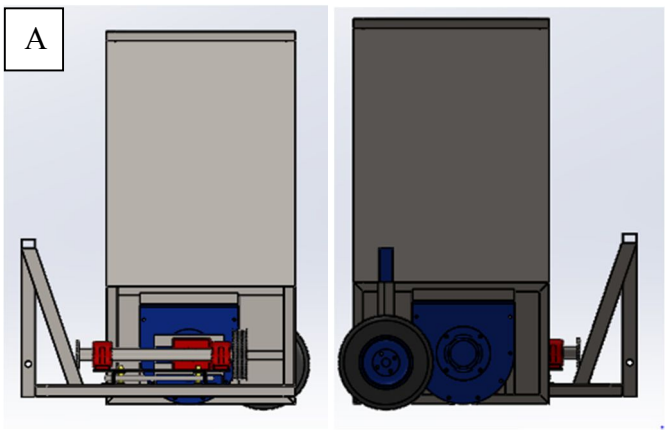


Figura 3 – Vista lateral da máquina.

Fazendo ligação na outra extremidade da correia outra polia que traciona um redutor em 90º de coroa e pinhão com relação de redução de 2:1, diminuindo assim a rotação pela metade, o que é ideal pois revolve satisfatoriamente, e também o eixo helicoidal não deve ter uma rotação muito alta, pois geraria instabilidade no implemento, podendo ocasionar acidentes e quebras na estrutura. Na sequência do redutor foi instalado um acoplamento elástico composto por dois cubos simétricos de ferro fundido cinzento, e um elemento elástico alojado entre eles, de borracha sintética de elevada resistência a abrasão, com 95mm de diâmetro, para que haja amortecimento de impactos provindos do helicoide, ligado ao acoplamento tem-se uma luva que faz a ligação com o eixo helicoide.

Ligando, apoiando e estruturando o quadro da estrutura principal e a transmissão tem-se o chassi, feito em estrutura de tubos metalon quadrados com medida de perfil 50x50 mm e 40x40 mm ambos com parede de 3 mm e metalon de perfil retangular 40x60 mm e espessura 3 mm, sendo o quadro principal feito com o metalon de perfil 50x50 mm com formato retangular com medidas de 1,3 x 1,1 m. Com os tubos de perfil 40x40 m foram feitos os suportes da transmissão, sendo posicionados de forma estratégica para que tivesse um melhor acomodamento das partes da transmissão. Já com os metalons de perfil retangular foi feito a parte de acoplamento no sistema hidráulico de 3 pontos do trator.

O chassi foi fixado de forma que a estrutura principal ficasse 3 cm abaixo, visando a integridade do chassi, pois assim não haverá risco de encostar no chão, para fazer a ligação entre o chassi e a estrutura principal foram soldadas três tubos de perfil 50x50 mm inclinados, fornecendo suporte e sustentação à estrutura e na parte inferior entre as duas partes foras soldadas 4 tubos também de perfil 50x50 m com 10 cm de comprimento para que houvesse um distanciamento entre estruturas. Na extremidade da estrutura principal foi fixada uma roda com pneu de medida 16 x 6.50-8 com regulagem de altura para dar apoio no momento da operação e também delimitar a altura de trabalho.

AGRADECIMENTOS

UFLA, CNPQ, FAPEMIG, FINEP, G-ÓLEO, OLEA

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados durante o desenvolvimento do equipamento pode-se concluir que o programa SolidWorks foi uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento do revolvedor de compostagem.

O programa SolidWorks foi efetivo no desenvolvimento das quatro partes do implemento: Chassi, armação principal, transmissão e eixo helicoidal revolvedor.

A construção do implemento foi possível utilizando-se de materiais disponíveis no mercado local, que alcançando um peso total de 386 kg.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, G. J. Compostagem de resíduos agrícolas. Universidade Federal de Lavras, 1999 (Circular Técnica). 12 p.

PENTEADO, S.R. Adubação na agricultura ecológica – Cálculo e recomendação de adubação numa abordagem simplificada. Campinas – SP. Edição do autor – 2ª edição. 2010, 168 p.

KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba – SP; Editora Ceres, 1985. 492 p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE SISTEMA DINAMOMÉTRICO PARA ENSAIO EM MOTOR MOVIDO A DIESEL E OU BIODIESEL

VINÍCIUS REIS BASTOS MARTINS[1], RODRIGO ALEJANDRO BULMAN[2], PAULO ROGÉRIO RIBEIRO PEREIRA[3], GUSTAVO EDNER PEREIRA DOS SANTOS[4], PEDRO CASTRO NETO[5], ANTÔNIO CARLOS FRAGA[6].

[1] *Graduando em Engenharia Agrícola, UFLA, (31)75155831, vrbmartins@gmail.com.*
[2] *Graduando em Engenharia Agrícola, UFLA, rodrigo.bulman@hotmail.com*
[3] *Graduando em Engenharia Agrícola, UFLA, paulor.rpereira@yahoo.com.br*
[4] *Graduando em Engenharia Agrícola, UFLA, gustavoedner@hotmail.com*
[5] *Pesquisador, UFLA, oleo@ufla.br*
[6] *Pesquisador, UFLA, fraga@dag.ufla.br*

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O dinamômetro é um dispositivo que pode ser utilizado para medições de parâmetros como potência e torque em motores, dentre os diversos tipos, os do tipo hidráulico se destacam por sua simplicidade e menor custo. Atualmente vêm se tornando imprescindíveis e estão sendo utilizados em laboratórios de desenvolvimento, e oficinas. Este trabalho teve como objetivo construir uma bancada de ensaios em um motor a combustão por compressão, tendo como foco inicial o uso biodiesel proveniente de diversas matérias primas de origem animal e vegetal e com diferentes proporções de mistura ao diesel mineral. O projeto foi estruturado pela utilização de 1 motor estacionário monocilíndrico com potência de 10 cv, 1 bomba de engrenagem interna de 2" com registro de gaveta na tubulação de saída permitindo a aplicação de carga no conjunto, termopares de cobre-constantan, fluxômetro, sensor de pressão, sensor de rotação, torquímetro, analisador de gases. Como sistema de aquisição de dados foi utilizado datalogger, com o desenvolvimento de um software especifico para aquisição de dados de todos os sensores em 2Hz (a cada 0,5s). Os dados obtidos serão transferidos para um microcomputador de forma a permitir a obtenção das curvas de torque, potência, consumo e emissão de gases em função da rotação e carga aplicada. Espera-se, com a utilização desse sistema, a obtenção de todos os parâmetros de funcionamento do motor de forma a permitir a mensuração da eficiência dos diferentes combustíveis e suas misturas.
PALAVRAS–CHAVE: Ensaio de motores, Biocombustíveis, Energia Renovável.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF ENGINE TESTING DYNAMOMETER SYSTEMFOR DIESEL AND OR BIODIESEL POWERED ENGINE

ABSTRACT: The dynamometer is a device that can be used for measurement of engine parameters such as power and torque, among several types, the hydraulic is distinguished by its simplicity and lower cost. Currently they are becoming essential and being used in development laboratories, and workshops. This study aimed to build a compression ignition engine test stand designed to test and certify the use of biofuels on Diesel cycle engines. The initial focus is the testing of various biodiesel formulations from plant and animal origin with different mixing ratios to petroleum based diesel. The project was conducted using one single cylinder stationary engine with power output of 10 cv, one internal gear pump 2" in diameter and a gate type valve in the outlet pipe to allow load

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

application via water flow restriction in the hydraulic load system, copper-constantan thermocouples, one flowmeter, one pressure sensor, one speed sensor, one torque wrench and one gas analyzer. For data acquisition, a data logger was utilized, along with the development of a specific software for data acquisition of all the sensors at 2 Hz (each 0.5 s). The data obtained was transferred to a microcomputer to allow the system to obtain torque curves, power consumption and greenhouse gas emissions as a function of speed and load applied. It is expected, using this system, that all operating parameters of the engine will be collected and analyzed to allow measurement of efficiency of different fuels and fuel mixtures.
KEYWORDS: Engine Test, Biofuels, Renewable Energy

INTRODUÇÃO

O motor de ciclo diesel foi criado em 1893 pelo alemão Rudolf Diesel, o combustível utilizado foi óleo de amendoin e mostrou-se muito eficiente sendo um motor com alta taxa de compressão promovendo assim também um alto rendimento térmico. Possui como diferencial, a combustão por compressão o que possibilita um melhor aproveitamento do poder energético do combustível, sendo ele diesel de origem mineral ou biodiesel.

O Dinamômetro é um dispositivo utilizado para medir rotação e toque em um motor, consequentemente sua potência. A mesa dinamométrica tem inúmeras funções, entre muitas, fazer a comparação de misturas de combustíveis avaliando sua eficiência no motor, comparando temperaturas de funcionamento do motor, quantidade de gases emitidos na combustão e potência do motor quando submetido a uma carga.

Em 1938, após a descoberta do processo de transesterificação, o biodiesel foi produzido com êxito, pois era utilizado em motores de ciclo diesel de veículos de transporte público na Europa. As pesquisas ficaram paradas por mais de 30 anos após a segunda guerra mundial, porém com a necessidade da diminuição de uso de combustíveis fósseis e preocupação com o meio ambiente, houve um avanço nas pesquisas em biocombustíveis novamente, sendo assim até hoje uma vasta linha de trabalhos e desenvolvimento de novas tecnologias estão ocorrendo visando aperfeiçoar a produção e melhorar o rendimento energético em seu uso.

Por ser um país com imensa área agricultável, o Brasil tem um enorme potencial para produção de biodiesel proveniente de matéria primas vegetais, possuindo hoje em seu território, 74 usinas já instaladas e em pleno funcionamento. Atualmente, todo diesel comercializado no país possui uma porcentagem de 7% (B7) de biodiesel mas essa porcentagem tende a crescer cada vez mais, por isso a necessidade de pesquisas para sabermos até que ponto, caso exista um máximo, pode chegar essa porcentagem de mistura sem prejudicar o funcionamento dos atuais motores diesel e consequente maior poluição.

Esse projeto teve como objetivo, projetar e construir uma mesa dinamométrica com o intuito de mensurar inúmeras características de funcionamento de um motor de ciclo diesel com diferentes misturas de diesel ao biodiesel proveniente de diferentes matérias primas. A utilização desse sistema permite realizar pesquisas cientificas, dentre elas, descobrir combustíveis e misturas com a menor poluição sem prejudicar o rendimento total da máquina e possibilita enxergar mudanças a serem feitas no motor, adaptando o seu funcionamento aos combustíveis menos poluentes, melhorando assim o seu desempenho.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto e a montagem da bancada dinamométrica aconteceu no Laboratório de Protótipos e mecanização agrícola no núcleo de estudos G-óleo (Núcleo de Estudos em Plantas Oleaginosas, Óleos Vegetais, Gorduras e Biocombustíveis), localizado no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A bancada foi construída com estrutura metálica em metalons de aço carbono com dimensões de 60x40 mm servindo de base para o tampo de pranchas de madeira de 50 mm de espessura, a bancada possui pés de borracha de modo a eliminar a vibração do sistema. As peças metálicas foram fixadas com solda MIG, após a montagem as peças receberam uma camada de primer sintético de modo a proteger a estrutura contra oxidações e uma camada de esmalte sintético amarelo caterpillar. As pranchas de madeira foram fixadas a bancada com parafusos tipo cabeça francesa.

Foi fixado a bancada um motor estacionário de ciclo diesel TR12R com potência de 10 cv e cilindrada de 572 cm³, para fixação foi utilizado parafusos e buchas de borrachas anti-vibração. A transmissão foi feita com correntes e engrenagens de moto, interligando o volante do motor ao sistema de mancais, também foi desenvolvido um sistema esticador para diminuir a inconstância do sistema. O sistema de mancais possui rolamentos e juntas flexíveis, feito único e exclusivamente para uso do torquímetro, medindo torque que acontece em suas extremidades. A bomba de engrenagens bihelicoidal está ligada por junta flexível ao torquímetro por onde é transferida a rotação do motor.

A bomba de engrenagem, submete o motor a uma carga, para aumentá-la e funcionar como um dinamômetro, foi colocado um registro de gaveta de 1 ½´´ na tubulação de saída da bomba, de modo a interromper parcialmente o fluxo de água, aumentando a pressão da água e assim a potência necessária para rodar a bomba. Como meio de mencionar essa carga, utilizou-se de um sensor de pressão eletrônico no qual monitoramos a pressão na tubulação de modo a conseguir uma uniformidade em todos os testes.

Para mensurar e monitorar o funcionamento do motor foi feito a instrumentação em todo sistema:

- 1 Fluxômetro de engrenagem modelo LSF40 para mensurar a quantidade de combustível consumido.(Figura 1)
- 1 Sensor de rotação instalado no volante do motor, medindo assim com exatidão a sua rotação.(Figura 3)
- 7 termopares de cobre-constantan distribuídos pelo motor, permitindo várias leituras de temperaturas como meio de comparação de funcionamento.
- 1 Torquímetro eletrônico instalado no conjunto de mancais onde é possível medir o toque que o motor está realizando para rodar a bomba a certa rotação pré-definida.(Figura 3)
- 1 analisador de gases Discovery G4 da Alfatest.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

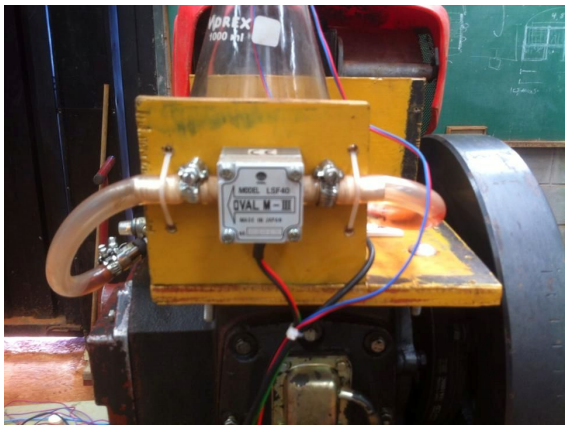


Figura 1 - Fluxômetro.



Figura 2 - Torquímetro.



Figura 3 - Sensor de Rotação.

Como sistema de aquisição de dados foi utilizado um Datalogger modelo CR1000 da campbell SCI, com o desenvolvimento de um software especifico será possível adquirir todos os dados em 2Hz (a cada 0,5s) e esses dados serão transferidos a um microcomputador por interface RS-232-C para a obtenção das curvas de torque, potência, consumo e emissão de gases em função da rotação aplicada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo inicial do trabalho foi alcançado, a construção e montagem de toda configuração do sistema aconteceu como planejado no projeto inicial.

A bancada atendeu a demanda de suportar todos os componentes sem vibração suficiente para alterar o funcionamento do sistema. A figura 4 mostra a bancada.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 4 - Mesa Dinamométrica (detalhe estrutura).

O sistema de transmissão foi eficiente, porém apresentou algumas variações e vibrações que não atendem o padrão de funcionamento. Para resolução, futuramente é planejado a utilização de uma transmissão feita por cardan, sendo assim direta e alinhada com o torquímetro. O dinamômetro feito com a bomba de engrenagem funcionou corretamente como planejado, pois ao ser acionado o registro de gaveta a pressão do sistema aumentou, elevando assim a carga aplicada no motor. A figura 5 mostra a configuração do sistema já fixado a bancada. A figura 6 mostra o detalhe do conjunto de mancais com o torquímetro instalado.



Figura 5 - Sistema dinamométrico.



Figura 6 - Sistema de mancais com torquímetro.

Para que haja o reaproveitamento da água necessária no teste, utilizou-se de um tambor plástico de volume 1m³ o qual alimenta a entrada da bomba e recebe a agua bombeada na saída da bomba. A figura 7 mostra esse sistema instalado.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 7 – Recipiente de armazenamento de água utilizado nos testes.

O sistema de aquisição de dados funcionou perfeitamente, com todos os sensores conectados, o sistema e o software trabalharam como esperado. Mensurando todas as características de funcionamento da bancada dinamométrica. Foi feito um teste para verificar os parâmetros de funcionamento de todo o sistema. A figura 8 mostra o sistema funcionando com o diesel atualmente comercializado (B7).

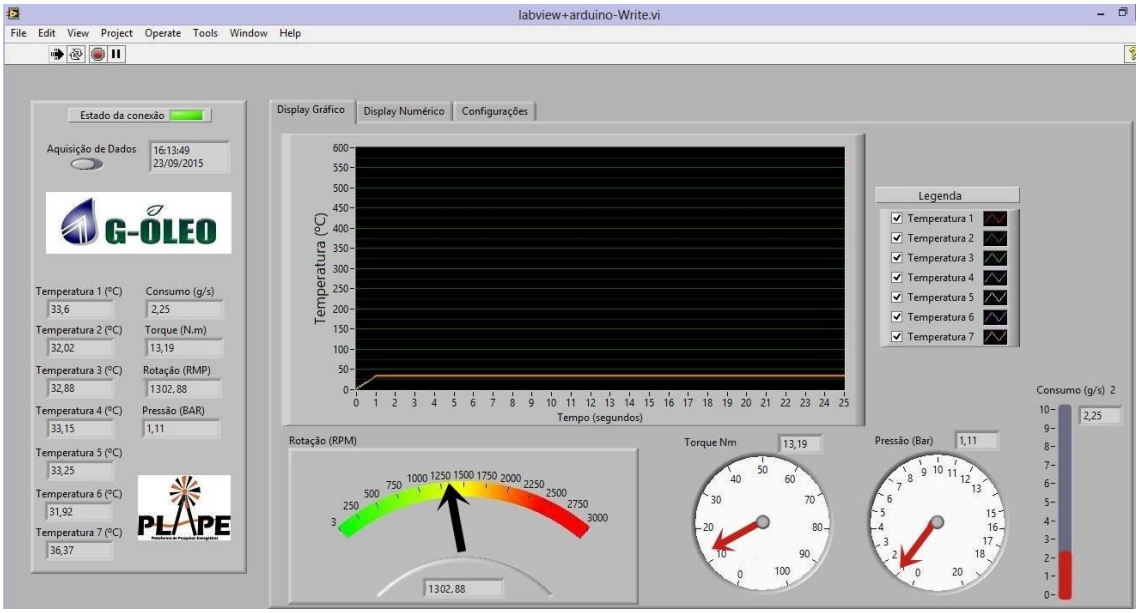


Figura 8 - Software desenvolvido para o sistema dinamométrico.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

Através do sistema construído, será possível realizar diversos estudos sobre misturas de biodiesel no diesel mineral, avaliando seu potencial energético, consumo, anomalias causadas no motor e a emissão de gases tóxicos. O sistema está pronto para receber os testes e ensaios para validação de misturas de biodiesel.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a UFLA, ao CNPQ, a Fapemig, a Finep, ao G-Óleo, a Olea e a RBTB.

REFERÊNCIAS

CASTELLANELLI, Marcio et al . Desempenho de motor ciclo Diesel em bancada dinamométrica utilizando misturas diesel/biodiesel. Eng. Agríc., Jaboticabal , v. 28, n. 1, p. 145-153, Mar. 2008 .

SCARPIN, Lucas Mendes. Montagem de uma bancada dinamométrica e avaliação preliminar do desempenho de um motor operando com misturas diesel-biodiesel. 2014. 108 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2014.

CORREA, Ila Maria, MAZIERO, José Valdemar Gonzalez, UNGARO, Maria Regina et al. Performance of diesel engine fuelled with sunflower biodiesel blends.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas.

Disponível em:< http://www.biodieselbr.com/biodiesel>. Acesso em: 27 de setembro de 2015.

Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/usinas>. Acesso em: 27 de setembro de 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UMA ESTRUTURA PARA ENSAIO COM COMPOSTAGEM

PEDRO HENRIQUE BARCELOS MOTA[1], CARLÚCIO QUEIROZ SANTOS[2], MATHEUS STERZO NILSSON[3] PEDRO CASTRO NETO[4]

[1.] Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, (35) 9201-6317, Pedrobarcelos93@hotmail.com
[2] Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, (38) 9127-7413, carlucioqueiroz@gmail.com
[3] Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, (38) 9127-7413, carlucioqueiroz@gmail.com
[4] Pesquisador, UFLA, oleo@ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A utilização de compostagem tem se tornado uma opção cada vez mais visada para adubação devido aos elevados preços dos adubos minerais. Com isso produtores têm investido em opções de reutilização de subprodutos dentro da sua cadeia produtiva. Objetivou-se nesse trabalho, criar uma estrutura para permitir a realização de ensaios para o estudo do processo de compostagem. Foram construídas setenta e duas células de alvenaria, instalados a 20 cm de altura do piso, com dimensões de 100 x 100 x 100 cm, com uma abertura central de 40 cm de largura instalada na parte frontal de cada célula. A construção foi executada utilizando blocos de concreto pré-moldados com as medidas de 39 cm de comprimento por 19 cm de altura e 9 cm de largura. As células de compostagem foram alocadas em 2 blocos separados, sendo cada um com quatro fileiras de 9 células em cada. As portas das células foram fechadas com chapas metálicas expandidas de forma a permitir a aeração lateral. Ao fundo das células na parte oposta às portas, foi instalada uma tubulação perfurada para permitir a exaustão ou insuflação de ar pela utilização de ventiladores centrífugos. A estrutura se mostrou adequada para o desenvolvimento de pesquisas em compostagem.
PALAVRAS–CHAVE: adubação, subprodutos, aeração.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A STRUCTURE FOR TRIAL OF COMPOSTING

ABSTRACT: The use of compost has become an increasingly targeted option for fertilization due to high prices of mineral fertilizers. Thus producers have invested in by-products reuse options within your supply chain. This work aimed to create a framework to allow for trials to study the composting process. It was constructed seventy-two masonry cells at 20 cm above the floor, with dimensions of 100 x 100 x 100 cm, with a central opening of 40 cm in width mounted on the front of each cell. The construction was performed using precast concrete blocks with measures 39 cm long by 19 cm and 9 cm in width. The composting cells were divided into two separate blocks, each with four rows of cells in each nine. The doors were closed cells with expanded metal plates to allow the side aeration. At the bottom of the cells on the opposite side to the ports, a perforated pipe was installed to allow exhaust air insufflation or by the use of centrifugal fans. The structure was adequate for the development of research on composting.
KEYWORDS: fertilization, by-products, aeration.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

A atividade humana em geral gera uma grande diversidade de resíduos, seja o lixo gerado em centros urbanos, ou resíduos da atividade agrícola, como palhadas, dejetos de animais, cascas de frutos e restos culturais em geral. Muitas vezes esses resíduos não são aproveitados e são descartados deliberadamente em lixões, podendo até mesmo provocar sérios problemas de poluição (CARVALHO, 1999). Uma alternativa para essa situação é a utilização desses materiais para a formação de uma pilha de compostagem, gerando um material estabilizado, rico em nutrientes e matéria orgânica, que pode ser aplicado no cultivo agrícola, no plantio ou em cobertura, reduzindo os custos com adubação química ou, no caso da agricultura orgânica, fornecendo integralmente os micro e macronutrientes necessários ao desenvolvimento da cultura (PENTEADO, 2010).

A compostagem tem se tornado uma boa alternativa para adubação devido ao preço elevado dos adubos químicos, despertando o interesse dos produtores em opções de reutilização de subprodutos dentro da sua cadeia produtiva. A utilização de compostos orgânicos a base de subprodutos tem se tornado uma saída muito viável em cadeias produtivas, pois no cenário agrícola atual, os gastos com fertilizantes têm se tornado bem altos, os mesmos têm tido uma alta por causa do aumento na utilização que cresceu consideravelmente nos últimos dez anos (REDI, 2014).

O estudo do processo de compostagem é fundamental na obtenção de novos conhecimentos dos fatores que influenciam o processo, como temperatura, umidade e aeração (PASSOS, 2014). Para definir parâmetros de uso da compostagem é necessário uma estrutura, de alvenaria por exemplo, que permita a realização de ensaios sistemáticos do processo. A característica mais importante destas estruturas é a sua simplicidade, a colocação de blocos de concreto pré-moldados forma um conjunto simples e resistente sendo assim um processo bastante eficaz. Outras características importantes do material são capacidade térmica, solidez e versatilidade (LOURENÇO, 1996).

O objetivo deste trabalho foi descrever a construção de uma estrutura para ensaios de processos de compostagem divididos em células.

MATERIAL E MÉTODOS

A construção da estrutura de células para compostagem foi realizada no Laboratório de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, na Universidade Federal de Lavras, no município em Lavras, Minas Gerais.

A cidade de Lavras está situada nas coordenadas de 21°14’ sul e 45°00’ oeste, em altitude de 918 m, com precipitação anual normal de 1530 mm. O clima local, pelo sistema de classificação climática de Köppen, é definido como Cwa, 15 ou seja, temperado úmido subtropical com inverno seco e verão quente e chuvoso (BRASIL, 1992; VIANELLO & ALVES, 2012).

A construção das células para ensaio com compostagem foi realizada no interior de uma casa de vegetação, coberta por polietileno de baixa densidade. Setenta e duas células de alvenaria foram instaladas a 20 cm de altura do piso, com dimensões de 100 x 100 x 100 cm, capacidade de 1m³ (1000L) cada e abertura central de 40 cm de largura instalada na parte frontal de cada célula (Figura 1)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

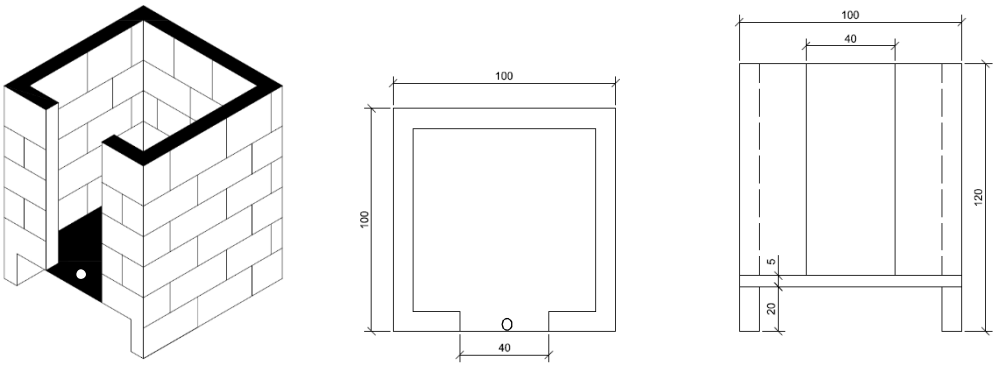


Figura 1 – Perspectiva e projeções de uma célula para ensaio de compostagem

As células de compostagem foram alocadas na casa de vegetação em 6 blocos separados, dos quais 4 blocos laterais contendo 9 células e 2 blocos centrais de 18 células demonstrados no esquema abaixo (Figura 2).

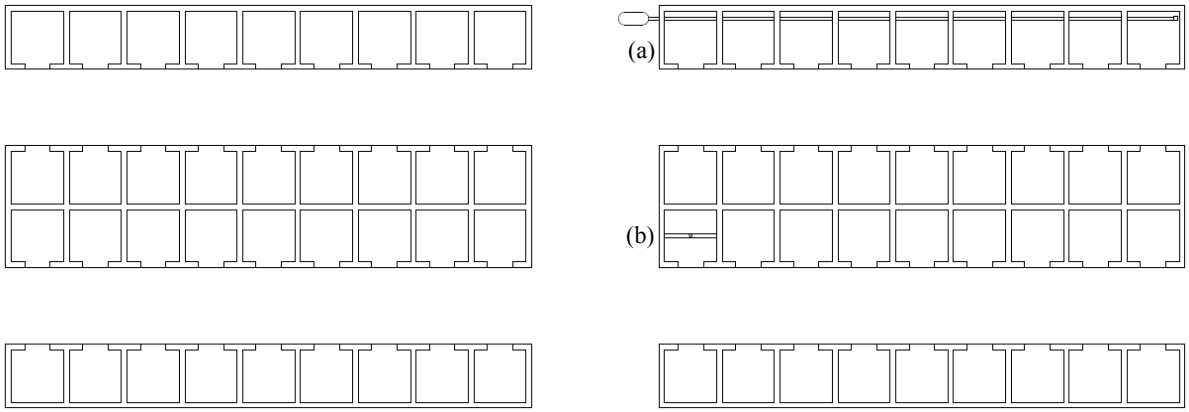


Figura 2 – Disposição das células de ensaios para compostagem na casa de vegetação

As paredes da célula de compostagem foram feitas com blocos de concreto pré-moldados medindo 39 cm de comprimento, 19 cm de altura e 9 cm de largura. As portas das células foram fechadas com telas quadriculadas onduladas para permitir a aeração frontal.

Para o estudo da aeração foi instalada uma tubulação perfurada, na parte oposta as portas ao fundo de 9 células (Figura 2a), para permitir a exaustão ou insuflação de ar pela utilização de ventiladores centrífugos. Tubos de 5 cm de diâmetro foram instalados na base da célula de compostagem, atravessando a célula no sentido horizontal a 10 cm do limite posterior, com orifícios de 1 cm de diâmetro, em 3 pontos do tubo (25 cm, 50 cm e 75 cm) injeção de ar conduzido por tubos, injetado por um compressor radial, com vazão de 6,3 m³/min, visando a renovação da atmosfera no interior do composto. Em uma das células o sistema de aeração foi instalado verticalmente (Figura 2b), na parte central da célula. A vista superior e frontal destas duas células está ilustrada na Figura 3.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

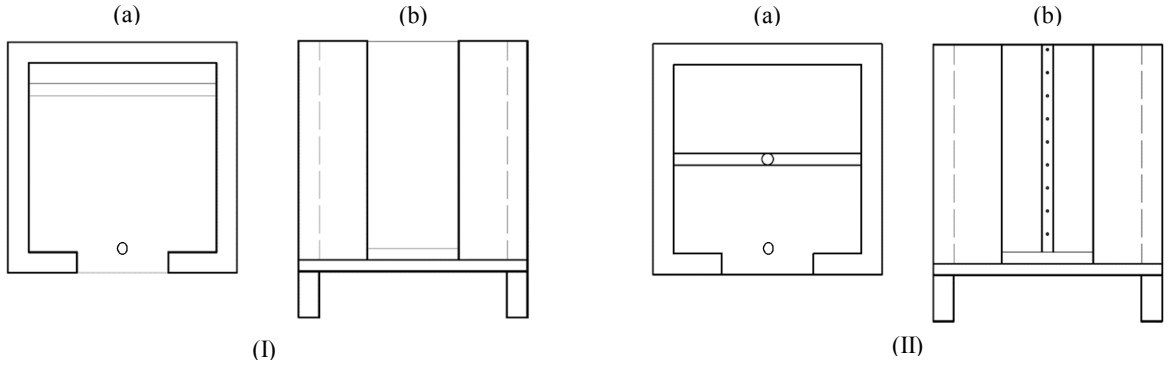


Figura 3 – Vista superior (a) e frontal (b) de uma célula de compostagem de aeração horizontal (I) e vertical (II)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um ensaio para o estudo de compostagem requer um controle contra eventos externos que influenciem o processo. Realizado em uma casa de vegetação, por exemplo, além do melhor controle da umidade e temperatura, animais atraídos pelo odor da compostagem são impedidos de entrar no local dos ensaios, evitando a interferência nos resultados finais.

A estrutura de estudo do processo de compostagem proposta está 20 cm elevada do chão, permitindo a coleta de líquidos de escoamento por um orifício próximo a abertura frontal. As dimensões das células de ensaio (1 m³) permitem a obtenção de parâmetros por unidade de volume, facilitando a conversão do processo de ensaio em escalas maiores (Figura 4).



Figura 4 – Célula de ensaio para compostagem (a) com aeração horizontal (b) e vertical (c)

A divisão de 9 células de ensaio em cada bloco foi feita de acordo com o tamanho da casa de vegetação disponível, otimizando a quantidade com a facilidade de acesso e tipos de processos estudados. Em um dos blocos de células (Figura 2a), podem ser realizados estudos da aeração do processo de compostagem, dispensando o revolvimento do material. A temperatura pode ser

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

controlada através do sistema de aeração por meio de tubos fixados na parte traseira, ligadas a um aerador como demonstrado na Figura 2a. A célula com aeração vertical (Figura 2b) pode ser utilizada para estudos de comparação entre diferentes processos de aeração.

A estrutura em blocos das células de ensaio facilita o monitoramento de temperatura e umidade, além de facilitar o controle de diferentes tipos de ensaios de compostagem simultâneos.

Por estar localizada no g-óleo está perto de uma fonte de matéria prima para compostagem, como por exemplo subprodutos da indústria do biodiesel. O produto final pode ser usado como fertilizantes naturais.

CONCLUSÕES

A estrutura se mostrou apta e eficiente, permitindo controle de alguns fatores externos, a realização de diversos experimentos simultaneamente em um espaço relativamente limitado, podendo assim realizar compostos de diferentes materiais de origem e diferentes tipos de aeração para serem posteriormente feitos em escala maior.

Com tamanha eficiência mostrada em estudos realizados no Laboratório de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel esta estrutura pode ser instalada em outros laboratórios que geram subprodutos matéria-prima para compostagem

AGRADECIMENTOS

CNPq, Fapemig, Capes, G-oleo, Finep, RBTB.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, G. J. **Compostagem de resíduos agrícolas**. Universidade Federal de Lavras, 1999 (Circular Técnica). 12 p.

LOURENÇO, P. B. Um micro-modelo para a análise de estruturas de alvenaria. **Engenharia Civil, Universidade do Minho**, v. 3, p. 15-28, 1996.

PENTEADO, S.R. **Adubação na agricultura ecológica – Cálculo e recomendação de adubação numa abordagem simplificada.** Campinas – SP. Edição do autor – 2ª edição. 2010, 168 p.

Redi Fertilizantes. **Brasileiros usaram 36% mais fertilizante nos últimos dez anos**. 29 de agosto de 2014. Acessado em: 04/10/2015. Disponível em: <http://www.redifertilizantes.com.br/brasileiros-usaram-36-mais-fertilizante-nos-ultimos-dez-anos>

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

PROPRIEDADES DE PAINÉIS OSB PRODUZIDOS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE MARAVALHAS

CAMILA SOARES FONSECA[1], TAMIRES GALVÃO TAVARES PEREIRA[2], CAMILALAÍS FARRAPO[1], LOURIVAL MARIN MENDES[3], RAFAEL FARINASSI MENDES[3]

[1] Doutoranda, Universidade Federal de Lavras, 35 3829 1436, camilasfonseca8@hotmail.com;camila.farrapo@dcf.ufla.br
[2] Mestranda, Universidade Federal de Lavras, 35 3829 1436, tamires_florestal@hotmail.com
[3]Professor, Universidade Federal de Lavras, 35 3829 1436, lourival@dcf.ufla.br; rafael.mendes@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A indústria madeireira produz uma grande quantidade de resíduos, o qual é ainda pouco explorado. Neste contexto, esse trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de utilização de maravalhas para produção de painéis OrientedStrandBoard (OSB). O delineamento experimental do trabalho foi composto por quatro formulaçõescom proporções diferentes das partículas na face e do miolo do painel: F1- 100% de strand, F2-100% do miolo de maravalha, F3 – miolo com 50% de maravalha e 50% de strand e F4 – 100% de maravalha. Os painéis foram produzidos com a madeira de *Pinus oocarpa*, densidade nominal de 0,65 g/cm³, 6% de adesivo fenol-formaldeído, relação face/miolo de 50:50 e ciclo de prensagem de pressão de 4 MPa, temperatura de 160 °C e tempo de 8 minutos. Os painéis foram avaliados antes e após ciclo de envelhecimento acelerado quanto as propriedades de módulo de ruptura e módulo de elasticidade a flexão estática, dureza janka, densidade e ligação interna. Os resultados demonstraram que o uso de maravalhas no miolo dos painéis não afeta significativamente as suas propriedades antes do envelhecimento acelerado. Após o envelhecimento acelerado, os painéis com maravalhas obtiveram menor resistência apenas quanto ao módulo de ruptura a flexão estática.
PALAVRAS–CHAVE: propriedades mecânicas,resíduo, OSB

PROPERTIES OF OSB PANELS PRODUCED WITH DIFFERENT PROPORTIONS OF SHAVINGS

ABSTRACT: The timber industry produces a lot of waste, that is little explored. In this context, this study aimed to evaluate the potential use of shavings for the production of oriented strand board (OSB). The experimental design of this study was four formulations with different proportions of particles in the face and the core of the panel: F1- 100% strand, F2-100% of shavings in the core, F3 - core with 50% wood shaving sand 50% strand and F4 - 100% shavings. The panels were produced with *Pinus oocarpa* wood, 0.65 g/cm³nominal density, 6% phenol-formaldehyde adhesive, face / core ratio of 50:50 and pressing cycle of 4 MPa pressure, temperature 160 °C and time of 8 minutes. The panels were evaluated before and after accelerated aging cycle as the properties of modulus of rupture modulus of elasticity at bending, hardness, density and internal bond. The results showed that the use of shavings in the core of the panels does not significantly affect their properties before accelerated aging. After accelerated aging, the panels with shavings wood obtained lower resistance just for the modulus of rupture at bending.
KEYWORDS: mechanical properties, residue, OSB.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Os painéis OSB começaram a serem utilizados no mercado mundial a partir docomeço da década 80. Esse tipo de painel é produzido com partículas do tipo *strand*(fina e longa) e seu miolo pode estar disposto aleatoriamente ou perpendicular às camadas externas (MENDES et al., 2003). Tais painéis são utilizados principalmente na construção civil, embalagens e aplicações decorativas (VEIGEL et al., 2012; MORALES et al., 2013). Entre essas aplicações destaca-se a utilização desse tipo de painel em aplicações estruturais, como paredes, forros, pisos, componentes de vigas estruturais, etc., devidos suas características de resistência mecânica e boa estabilidade dimensional, competindo diretamente com o mercado de compensados (IWAKIRI, 1999).

A utilização de painéis se consagra como um produto bastante vantajoso no contexto de sustentabilidade(NASCIMENTO et al. 2015). Em documento da Canadian Forest Industries (2006) está relatado que, em alguns setores, os painéis de OSB estão sendo produzidos com alta qualidade, utilizando material reaproveitado como matéria-prima na camada central.

No Brasil, um grande volume de resíduos (mais de 17 milhões de m^3)é produzido nas indústrias de base florestal na forma de maravalhas, costaneiras, refilos, aparas, entre outros (FAO, 2014). A maioria dos resíduos é utilizada para a geração de energia que agrega pouco valor ao produto final. Uma opção para se obter produto de valor agregado superior é aproveitá-lo para a produção de painéis de madeira (HRÁZSKÝet al., 2003).

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar as propriedades mecânicas de painéis OSB produzidos com diferentes proporções de maravalhasda madeira de*Pinus oocarpa* antes e após envelhecimento acelerado.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a produção dos painéis foi utilizada a madeira de *Pinus oocarpa* com aproximadamente 25 anos de idade coletadas no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na cidade de Lavras em Minas Gerais. Após o corte das árvores, as mesmas foram seccionadas em toras e, posteriormente, foram produzidas tábuas com 30 mm de espessura.

As tábuas foram submetidas ao processo de desengrosso com espessura final de 25 mm para obtenção dos blocos. Esses blocos foram cortados em uma serra circular com a dimensão, aproximada, de 25 mm de espessura e 80 mm de comprimento no sentido das fibras.

Em seguida, o material ficou submerso em água até alcançar o ponto de saturação das fibras e posteriormente,foi para um moinho de disco para a obtenção das partículas do tipo *strand* com aproximadamente 0,50 mm de espessura, obtendo assim partículas com as dimensçoes de 80 x 25 x 0,5 mm (comprimento, largura e espessura, respectivamente).Na produção dos painéis foi utilizado, também, os resíduos gerados no desengrosso das tábuas, conhecidos comomaravalhas.Na Tabela 1 é possível verificar o delineamento experimental desse estudo. Para cada formulação foram produzidos três painéis. A densidade nominal de cada painel foi de 0,65 g/cm³. A proporção face/miolo/face utilizada para todos os painéis foi de 25:50:25%, em massa, respectivamente.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1 – Delineamento experimental e proporções de partículas utilizadas em cada formulação.

Formulação	Face superior	Miolo	Face Inferior	Proporção Str/Mar* (%)
F1- Str	*Strand*	*Strand*	*Strand*	100 : 0
F2- Str/Mar/Str	*Strand*	Maravalha	*Strand*	50 : 50
F3- Str/StrMar/Str	*Strand*	50%Strand 50%maravalha	*Strand*	75 : 25
F4-Mar	Maravalha	Maravalha	Maravalha	0 : 100

*Str:*Strand*. Mar: Maravalha

As partículas produzidas foram secas ao ar livre em um galpão coberto e em seguida levadas para uma estufa de circulação forçada de ar, sob a temperatura de 60 ± 3 °C até alcançar a umidade de 5%.

Os painéis foram produzidoscom o adesivo fenol-formaldeído na proporção de 6%. O adesivo utilizado possui teor de sólidos era de 51%, pH de 12,5, viscosidade de 480cP e gel time de 9,07 minutos. O método utilizado para a aplicação do adesivo foi de aspersão em um tambor giratório do tipo encoladeira. Após a aplicação do adesivo,as partículas foram colocadas em uma caixa,para formaçãodos colchões, com dimensões de 45 x 45 cm (largura x comprimento).

Os painéis foram produzidos com as partículas do miolo no sentido perpendicular às partículas da face. Nos painéis que foramcompostos pormaravalha no miolo, as partículas foram colocadas de forma aleatória, uma vez que suas dimensões não permitiram o alinhamento.Napré-prensagem dos colchões foram colocados espaçadores metálicos nas bordaspara ajuste da espessura do painel e o colchão foi prensado em uma prensa manual com pressão aproximada de 4 toneladas, durante aproximadamente 4 minutos. Em seguida, os painéis foram submetidosà prensagem a quenteem uma prensa hidráulica de pratos planos horizontais, com pressão de 4MPa, temperatura de 160 °C por 8 minutos, resultando em painéis com espessura final de 1,5 cm.

Após a prensagem a quente, os painéis foram resfriados à temperatura ambiente e posteriormente foram acondicionados em ambiente controlado com a umidade relativa de 65 ± 5% e temperatura de 20 ± 3 °C. Após esse procedimento, os painéis foram cortados para a obtenção dos corpos-de-prova conforme descrito na norma ASTM D1037 (2006).

As amostras foram submetidas ao envelhecimento acelerado de acordo com a norma PRP 108 D1.O envelhecimento foi realizado por meio da imersão do material em água por de 8 horas, seguida da secagem por 3 horas. A secagem foi realizada em uma estufa com circulação de ar com temperatura de 60°C. Após, o material foi mantido em ambiente controlado com a umidade relativa de 65 ± 5% e temperatura de 20 ± 3 °C durante20 dias.

Para caracterização mecânica do material as amostras, antes e após o envelhecimento acelerado, foram submetidas aos ensaios de Módulo de ruptura (MOR) e Módulo de elasticidade (MOE) a flexão estática, dureza Jankae ligação interna em uma máquina universal de ensaio da marca Arotec, equipada com célula de carga de 20 kN. Além desses, foi realizado, também, o ensaio de densidade. Todos esses ensaios foram realizados conforme a norma ASTM D1037 (2006).

A análise estatística foi realizada em um delineamento inteiramente casualizado. Foi utilizada análise de variância e teste de média Scott-knott, ambos a 5% de significância.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 é possível verificar os valores médios da densidade aparente das formulações analisadas antes e após o envelhecimento acelerado.

Tabela 2–Densidade aparente com e sem envelhecimento acelerado.

Envelhecimento	Densidade aparente (g/cm³)			
	F1-Str	F2-Str/Mar/Str	F3-Str/StrMar/Str	F4- Mar
SE	0,657 (0,099)Ans	0,697 (0,024)Ans	0,697 (0,050)A*	0,658 (0,051)Ans
CE	0,596 (0,041)A	0,601 (0,072)A	0,582 (0,022)A	0,573 (0,027)A

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância. Os valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão. SE= sem envelhecimento; CE= com envelhecimento.ns= não significativo; *= significativo a 5%.

De acordo com os resultados encontrados para a densidade aparente dos painéis, todos tratamentos sem envelhecimento podem ser classificados como painéis de média densidade, que se referem a painéis com densidade entre 0,59 a 0,80 g/cm³ (IWAKIRI,2005). Não foi observada nenhuma diferença significativa comparando as formulações. Comparando cada formulação antes e após o envelhecimento só foi observada diferença significativa nos painéis fabricados com 50% de maravalha no miolo (F3).

A densidade aparente dos painéis que foram submetidos ao envelhecimento ficou inferior aos que não passaram por envelhecimento. Esse fato pode ser justificado pelo aumento do volume do painel devido ao inchamento provocado pela imersão em água. As amostras não retornaram ao volume inicial mesmo após serem submetidos a secagem em estufa e climatização, resultando na redução da densidade aparente dos painéis envelhecidos.

Nas Figuras 1 e 2 estãoapresentados os resultados domódulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR), respectivamente, obtidos no ensaio de flexão estática antes e após o ciclo de envelhecimento acelerado.

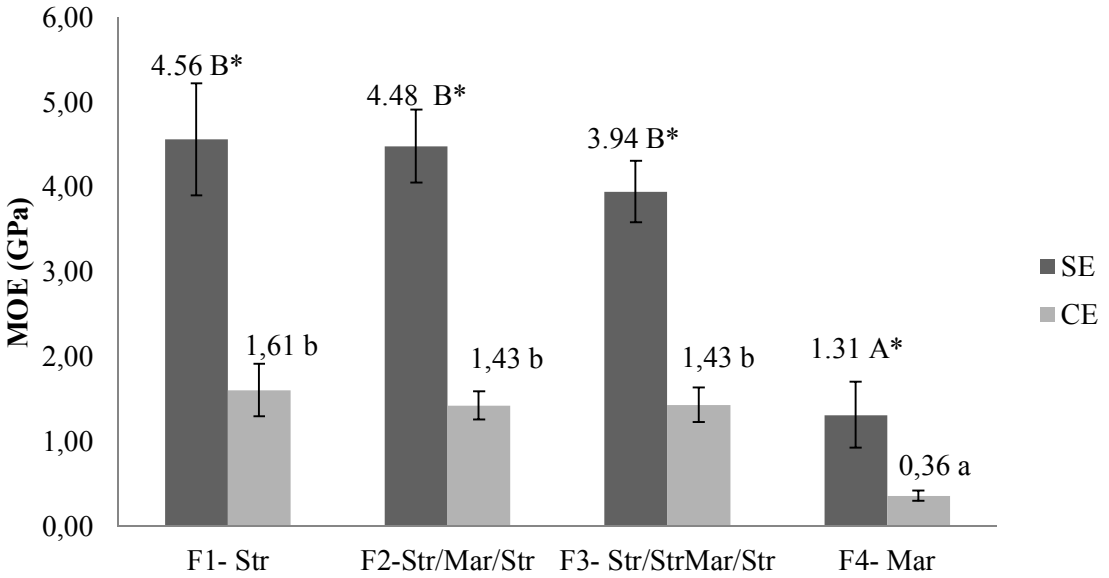


Figura 1 – Módulo de elasticidade (MOE) para painéis sem envelhecimento (SE) e com envelhecimento (CE) acelerado.Valores seguidos de mesma letra, maiúscula para sem

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

envelhecimento e minúscula para com envelhecimento, não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância. *: significativo a 5%.

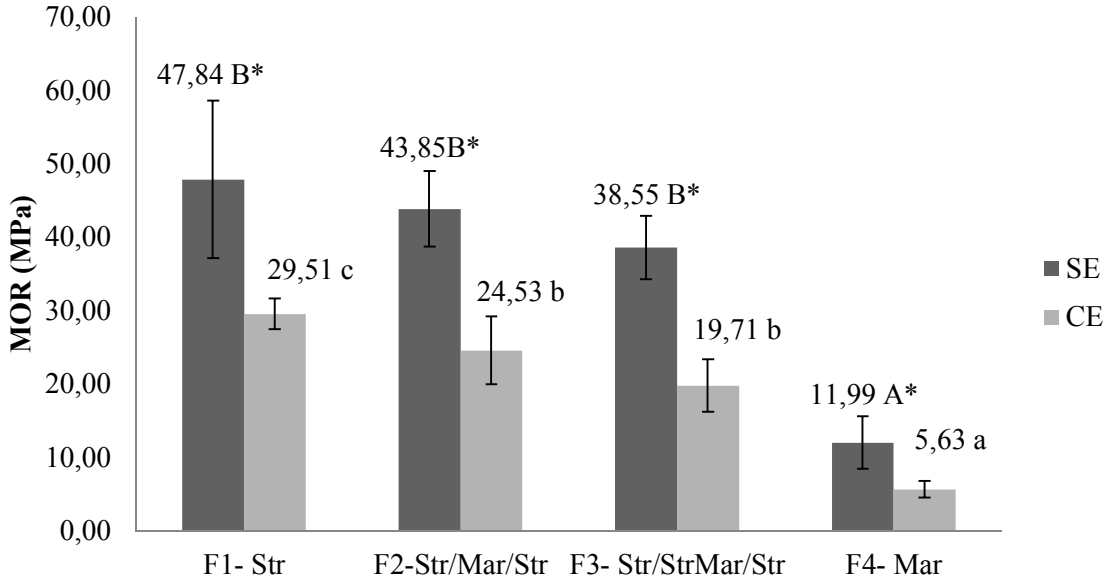


Figura 2 – Módulo de ruptura (MOR) para painéis sem envelhecimento (SE) e com envelhecimento (CE) acelerado.Valores seguidos de mesma letra, maiúscula para sem envelhecimento e minúscula para com envelhecimento, não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância. *: significativo a 5%.

Verifica-se que não ocorreu diferença significativa entre os painéis produzidos com 100% *strand* (F1), com 100% de maravalha no miolo (F2) e o produzido com miolo com 50% de maravalha (F3), diferenciando-se esses três do painel produzido com 100% maravalha (F4) que obteve valor médio de MOE inferior tanto para os painéis que foram submetidos ao envelhecimento quanto aos que não. Com relação ao MOR dos painéis sem envelhecimento as formulação 100% *strand* (F1), 100% de maravalha no miolo (F2) e 50% de maravalha no miolo (F3), não diferenciaram-se estatisticamente e alcançaram valores médios superiores ao do painel produzido com 100% maravalha (F4) . Para as formulações que foram submetidas ao envelhecimento o painel produzido com 100 % *strand*(F1) diferenciou-se estatisticamente do restante e obteve valor médio superior e os painéis produzidos com100% de maravalha no miolo (F2) e 50% de maravalha no miolo (F3) não se diferenciaram estatisticamente e obtiveram valores médios superiores aos dos painéis produzidos de 100% maravalha (F4).

Os valores encontrados tanto para o módulo de elasticidade quanto para o módulo de ruptura são inferiores nos painéis que foram submetidos ao ciclo de envelhecimento acelerado quando comparados aos painéis não envelhecidos. Esses resultados mostram uma redução significativa da resistência mecânica após o envelhecimento. Com relação ao MOE a redução foi mais acentuada para as formulações com 100% de *strand*(F1: redução de 61,7) e com 100% de maravalha no miolo (F2: redução de 56%). Já com relação ao MOR a redução da resistência mecânica foi mais acentuada para os painéis produzidos com 100% de maravalha (F4: redução de 72,5%) e para os produzidos com 100% de maravalha no miolo (F2: 68,1%).

Iwakiri et al.(2009) encontraram, para painéis OSB produzidos *com Pinus taeda,* valores de MOR e MOE paralelo de 44,5 MPa e 6,069 GPa, respectivamente.

Okino et al. (2009) obtiveramem suas análises para os painéis OSB produzidos com *Pinus*

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

taeda valores de 7,00 GPae 33,2MPa para o MOE e MOR, respectivamente.

De acordo com a norma CSA 0437 (1993) o valor mínimodo MOE paralelo deve ser de 4,41 GPa e do MOR paralelo de 22,9MPapara as classificações O-1. Mediante ao exposto, atenderam ao exigido pela norma com relação ao MOE apenas os painéis produzidos com 100% *strand* (F1) e o produzido com 100% de maravalha no miolo(F2). Já com relação ao MOR, atenderam ao exigido pela norma os painéis produzidos com 100% *strand*(F1: SE e CE), com 100% de maravalha no miolo(F2: SE e CE) e com 50% de maravalha no miolo (F3: SE).

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios de ligação interna para as formulações analisadas antes e após o ciclo de envelhecimento acelerado.

Tabela 2- Ligação Interna e Dureza Janka para painéis sem envelhecimento e com envelhecimento acelerado.

	Formulações			
	F1-Str	F2-Str/Mar/Str	F3-Str/StrMar/Str	F4-Mar
Ligação Interna (MPa)				
SE	0,36 (0,02) Ans	0,33 (0,05)A*	0,29 (0,17) A*	0,18 (0,18) A*
CE	0,17 (0,05)B	0,11 (0,01) A	0,16 (0,01)B	0,11 (0,04) A
Dureza Janka (N)				
SE	3360 (730)Ans	3740 (750) A*	4250 (1130) Ans	3570 (620) A*
CE	2330 (450) A	2240 (320) A	2180 (710) A	1540 (90) A

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5% de significância; ns= não significativo; *= significativo a 5%. Os valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão. SE= sem envelhecimento; CE= com envelhecimento.

Conforme pode ser verificado na Tabela 2 os valores médios de ligação interna foram superiores para os painéis sem envelhecimento. Não ocorreu diferença significativa na ligação interna entre as formulações sem envelhecimento. Já os painéis que foram submetidos ao envelhecimento,asformulações com 100% *strand*(F1) e com 50% de maravalha no miolo(F3) não diferenciaram estatisticamente e foram superiores as formulações com 100% de maravalha no miolo (F2) e com 100% maravalha (F4). Essas duas últimas formulações também não diferenciaram estatisticamente. Com relação as análises entre as formulações antes e a pós envelhecimento acelerado só não foi verificada diferença significativa da ligação interna entre os painéis produzidos com 100% de partículas s*trand* (F1).

Para dureza janka, não acorreu diferença significativa para as formulações sem envelhecimento. O mesmo foi observado também para as formulações após o envelhecimento. Foi verificada diferença significativa nos painéis produzidos com 100% de maravalha no miolo (F2) e 100 % de maravalha (F4), comparando essas formulações antes e após envelhecidas.

A norma CSA 0437-93 determina que o valor mínimo para a ligação interna é de 0,34 MPa para classificação O-1. Apenas os painéis produzidos com 100% de*strand*(F1), sem ser submetida ao envelhecimento, atende ao especificado na norma com relação à ligação interna.

Okinoet al (2009) encontraram para painéis OSB produzidos com *Pinus taeda* valores de 0,14 MPa e 6646 N para a ligação interna e a dureza janka, respectivamente.

De acordo com os dados da Tabela 2, com relação à dureza janka, não foram observadas diferenças significativas entre as formulações.Os valores médios de dureza janka obtidos para todas as formulações, sem envelhecimento, foram superiores ao mínimo requerido pela norma CSA

O437- 93, classe R-1, que é de2226 kN. Já os painéis que foram submetidos ao ciclo de envelhecimento acelerado somente as formulações com 100% *strand*(F1) e com 100% de maravalha no miolo (F2) atenderam a norma.

CONCLUSÕES

O uso de maravalhas no miolo dos painéis não afeta significativamente as suas propriedades antes do envelhecimento acelerado. Após o envelhecimento acelerado, os painéis com maravalhas obtiveram menor resistência apenas quanto ao módulo de ruptura a flexão estática.

De forma geral, o uso de maravalhas no miolo de painéis se mostrou com um grande potencial de utilização. No entanto, algumas modificações nas variáveis de produção ainda são necessárias, visando assim a adequação desses painéis as normas de comercialização.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA - ABIPA. Números. 2014. Disponível em: Acesso em 24/09/2015.

CANADIAN FOREST INDUSTRIES.WoodBased Panel Products Technology.2006.Disponível em: <http: //s3.amazonaws.com/zanran.storage/www.ie.ic.gc.ca/ContentPages/5685312.pdf>Acessoem: 18/09/2015.

FAOSTAT. All data. [Brazil]: FAO, 2014. Disponível em: http://faostat.fao.org/default.aspx Acessado em: 24/09/2015.

HRÁZSKÝ, J.; KRÁL, P.The influence of particle composition in a three-layer particleboard on its physical and mechanical properties. **Journalof Forest Sceince**, v.49, n.2, p.83-93, 2003.

IWAKIRI, S. et al. Influência da espessura de partículas e reforço laminar naspropriedades dos painéis de partículasorientadas - OSB de Pinustaeda. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 1, p. 116-122, 2009.

IWAKIRI, S. Painéis de partículas orientadas “OSB”. **Revista da Madeira**: (ABPM), Curitba. n. 41, p. 52-53. 1999.

MENDES, L.M.; ALBUQUERQUE, C.E.C.; IWAKIRI, S. OSB- opção no mercado. **Revista da Madeira**, Curitiba, p.82-87. 2003. Edição Especial.

MORALES, E. A. M. etal.StudyofBrazilianCommercialOrientedStrandBoardPanelsUsing stress Wave. **Wood Research**, Bratislava, v. 58, n. 2, 2013.

OKINO, E.Y.A. et al. Uso de madeiras de Seringueira, Pinus e Ciprestenafabricação de chapas OSB. **Floresta**, Curitiba, p. 457-468. 2009.

NASCIMENTO, M.F. et al. Painéis OSB fabricados com madeiras da caatinga do nordeste do Brasil. **Ambiente Construído**,Porto Alegre,v.15, n.1, p.41-48. 2015.

VEIGEL, S. et al. Particle Board and Oriented Strand Board Prepared With NanocelluloseReinforced Adhesive. **Journal of Nanomaterials**, p. 1-8, jan.2012.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RECICLA-ÓLEO: SISTEMA DE COLETA, TRATAMENTO E USO DE ÓLEOS E GORDURAS RESIDUAIS

GUILHERME DE OLIVEIRA MARTINS[1], THIAGO GOMIDE BARCELOS[2], ARNOM OLIVEIRA[3], LUCAS AMBROSANO[4], PEDRO CASTRO NETO[5], ANTÔNIO CARLOS FRAGA[6]

[1] Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Lavras, guilherme.ambientalufla@gmail.com
[2] Graduado em Biologia, UNILAVRAS, tgb57@hotmail.com
[3] Graduando em Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Lavras, oliveiraarnon@gmail.com
[4] Doutor, Universidade Federal de Lavras, lucasambrosano@gmail.com
[5] Professor Titular no Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, pedrocn@deg.ufla.br
[6] Professor Titular no Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, fraga@dag.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Grande parte do consumo de óleos e gorduras em padarias, lanchonetes e indústrias em geral é descartada diretamente nos esgotos urbanos mesmo não existindo uma forma adequada para o descarte desse material, o que causa diversos problemas ambientais. Estes compostos podem ser empregados na produção de biodiesel já que tem um grande potencial químico e podem reduzir os custos na produção. O presente trabalho teve por objetivo implantar projetos de educação ambiental na cidade de Lavras conscientizando a população sobre as consequências do descarte incorreto, bem como montar uma estrutura no Laboratório de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras adequada para a coleta, recepção, purificação e reutilização de óleos e gorduras residuais (OGR). O tratamento consiste em coleta utilizando bombonas plásticas, separação de materiais sólidos, separação gravimétrica utilizando decantadores desenvolvidos no laboratório visando separar água e borras. Após a separação gravimétrica, o OGR é submetido a uma centrífuga para separação líquido-sólido, sendo a borra destinada a processos de compostagem e o líquido submetido a lavagem para retirada de componentes químicos, secado e depositado em tanques metálicos para posterior utilização. O projeto tem sido bem recebido pela população em geral e tem havido uma constante procura dos geradores deste resíduo para sua destinação correta no laboratório.
PALAVRAS-CHAVE: Óleo, Gorduras residuais, Biodiesel.

RECICLA-ÓLEO: SYSTEM OF COLLECTION, TREATMENT AND USE OF OILS AND WASTE FAT

ABSTRACT: Large part of the consumption of oils and fats in bakeries, coffee shops and industries in general is discarded directly in urban sewage even there is a proper way to dispose of this material, which causes various environmental problems. These compounds may be employed in the production of biodiesel as it has a large chemical potential and can reduce costs in production. The objective of the present work was to deploy projects of environmental education in the city of Lavras realizing the population about the consequences of improper disposal, as well as assembling a structure in the Laboratory of oleaginous plants, oils, fats and Biodiesel of the Federal University of Lavras suitable for collection, reception, purification and re-use of oils and fats residual (OGR). The treatment consists of collection using plastic drums, separation of solid materials, gravimetric

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

separation using decanters developed in the laboratory to separate water and lees. After the gravimetric separation, the OGR is subjected to a centrifuge for separating liquid-solid, and the lees for composting and the liquid subjected to washing for withdrawal of chemical components, dried and placed in metal tanks for later use. The project has been well received by the population in general and has been a constant demand for generators of this residue to its correct destination in the laboratory.
KEYWORDS: Oil, waste fat, Biodiesel.

INTRODUÇÃO

Com a crescente escassez dos recursos não renováveis, e a demanda energética atual, tem-se a necessidade de substituí-los por recursos que agridam e poluam menos o meio ambiente. A geração de grandes quantidades de resíduos a partir de óleos de frituras utilizados em padarias, lanchonetes e restaurantes em geral torna-se um grande problema e a procura pela sua reutilização torna-se indispensável para um equilíbrio ecológico nas cidades. Com isso, pode-se aliar a produção de biocombustíveis a partir desses resíduos aproveitando-se o potencial químico dos mesmos gerando um biodiesel mais barato e sustentável.

O biodiesel apresenta muitas vantagens ambientais, entre elas a diminuição das emissões de gás carbônico (CO_2), a ausência de enxofre e menor geração de partículas poluentes. Para se ter uma ideia, uma tonelada de biodiesel evita a emissão de 2,5 toneladas de CO_2 para a atmosfera. Grande quantidade de óleo de fritura é gerado, cujos destinos incluem a produção de sabão, de massa de vidraceiro e de ração animal, mas também boa parte de seu volume é inaproveitado sendo descartado diretamente em redes de esgotos (MENEZES, FIDALGO, SILVA, 2010).

Em virtude da recente evolução do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB e da agregação de valor a coprodutos de cadeias afins, uma parcela significativa de potenciais dejetos, antes descartados de forma incorreta no meio ambiente, é hoje destinada à fabricação do biodiesel.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a implantação de projetos de educação ambiental na cidade de Lavras-MG visando conscientizar a população geradora de grandes quantidades de óleos sobre sua reutilização na produção de biocombustíveis. Visou-se também os processos de coleta, armazenamento e purificação do óleo, separando os compostos químicos que tenham potencial para a transformação em biodiesel da borra utilizada na compostagem de resíduos orgânicos também provenientes da produção em geral.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no laboratório de pesquisas em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG no período de março de 2015 até o fim de agosto do mesmo ano. Os pontos de coleta foram selecionados mediante a quantidade de óleo geradas, sendo escolhidos estabelecimentos alimentícios como padarias, bares, restaurantes e lanchonetes. O total (em litros) de óleo arrecadado no período de seis meses esta de acordo com a figura 1.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

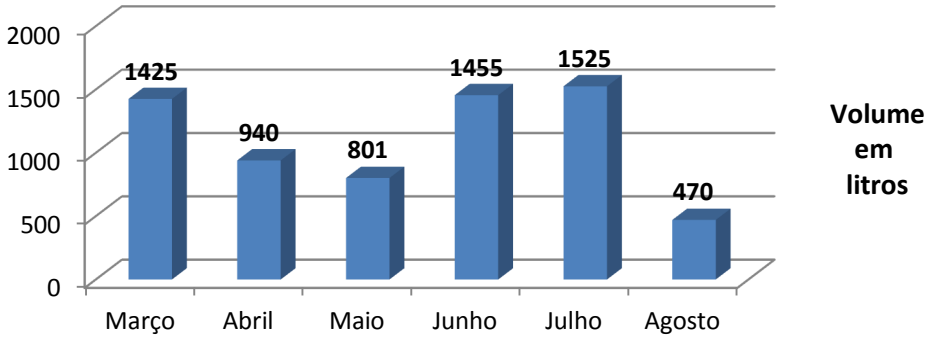


Figura 1: Total de óleo arrecadado por mês.

Para o armazenamento e transporte, o óleo foi colocado em bombonas plásticas de polietileno com capacidade para 200 litros e levadas até o laboratório. O volume total de óleo arrecadado está de acordo com a figura 2.

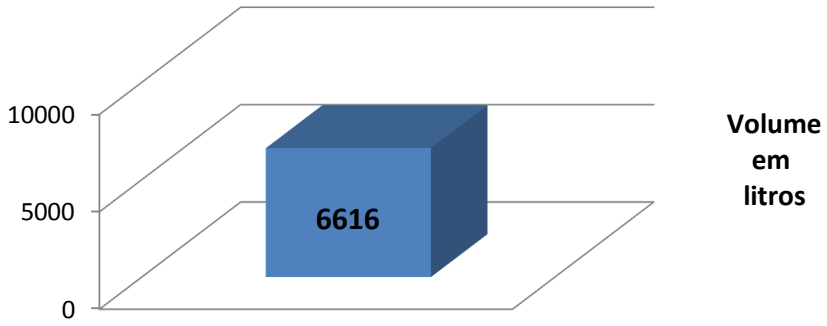


Figura 2: Volume total de óleo arrecadado para o experimento.

O óleo coletado chegou ao laboratório ainda com impurezas (como restos de alimentos provenientes das frituras) foi levado um sistema de decantação. A decantação ocorreu em um tanque de ferro (figura 3) onde o óleo depositado ficou em repouso por aproximadamente sete dias, dividindo toda a amostra a fim de heterogeneizar impurezas e óleo através da densidade dos componentes da mistura.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 3: Tanque para decantação dos componentes da mistura de óleo.

Após a decantação acoplou-se ao tanque uma mangueira de sucção ligada a um motor Motobomba Auto Escorvante modelo BD-710 CFE (figura 4) para que o óleo e a borra fossem succionados para uma centrífuga Gratt Decanter modelo 186S (figura 5) de modo que fossem separadas as fases liquido-solido.



Figura 4: Motor para sucção do óleo.

Nesta etapa do processo, a separação das fases acontece pela diferença de densidades das substancias dos compostos através da força centrífuga atuante no interior do tambor rotativo, sendo possível separar as fases sólida e líquida. Neste processo o sólido que geralmente apresenta a maior densidade é forçado para a superfície interna do tambor e é arrastado continuamente pelo caracol transportador até os bocais de descarga, passando pelo cone onde é desidratado, ou seja, tem sua umidade reduzida significativamente. O líquido classificado sendo menos denso fica afastado da superfície do tambor e através dos bocais de descarga é direcionado ao coletor de líquido.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 5: Centrífuga para separação das fases liquido-solido.

Após a separação, a parte solida (borra) é recolhida e levada para ser compostada com outros resíduos da produção do biodiesel. A parte liquida (óleo) é depositada em tanques de 15.000 litros (figura 6) para ser armazenada.



Figura 6: Tanques para armazenagem do óleo.

Depois de armazenado, espera-se que o óleo esteja pronto para dar inicio a cadeia de produção do biodiesel. Nesta etapa, não foi encontrado valor químico na borra para que se produzisse o biocombustível. Para que não fossem gerados resíduos, a borra foi empregada na produção de compostagem orgânica. Este subproduto adquire um papel importante no fornecimento de nitrogênio necessário nesse processo. Através da compostagem, podem ser obtidos compostos ricos em nutrientes altamente valiosos para plantas, podendo ser usado na adubação de culturas em geral.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

Tendo em vista a implantação do projeto de coleta e pré-tratamento do óleo residual para produção de biodiesel, pode-se concluir que houve boa aceitação da população diante da conscientização da mesma sobre o correto descarte dos resíduos, e sendo assim classificou-se a inserção de propostas de educação ambiental nos centros urbanos necessária pois reduz os impactos ambientais da geração de lixo e coopera com a reciclagem de compostos químicos potencialmente renováveis.

Em relação ao pré-tratamento do óleo (transporte, purificação e armazenamento), os métodos utilizados foram eficientes, pois não houve interferências durante a execução do projeto. Não foi necessário reagir nenhum componente químico na preparação do óleo.

Visando o reaproveitamento da borra, conclui-se que a compostagem é uma alternativa sustentável para redução dos resíduos, pois diminui o descarte incorreto, e tende a ser competitivo no mercado agrícola ou em menor escala, pode ser utilizados em projetos paralelos de fabricação de biodiesel a partir da extração de plantas oleaginosas que poderiam ser cultivadas com o composto obtido.

Por fim, podemos concluir que os experimentos realizados estão de acordo com uma politica sustentável de reutilização de compostos químicos e implantação de processos que sejam ecologicamente corretos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Lavras, ao laboratório de pesquisas em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel (G-Óleo) pelos recursos e oportunidades e às instituições de incentivo CNPq, FAPEMIG, FINEP e a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB).

REFERÊNCIAS

Menezes, C. G. P.; Fidalgo, J. L. G.; Silva, T. D.; **Produção de biodiesel a partir de óleos residuais de fritura: sustentabilidade e maior demanda energética.** p. 279-283, 2010.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RECUPERAÇÃO ARBÓREA DE UM TRECHO DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (NASCENTE) DOMINADA PELO CAPIM-ELEFANTE (*PENNISETUM PURPUREUM,* SCHUM.) NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE – MG

DAVI PINTO COELHO SALVADOR CORREA[1], EDUARDA MOREIRA NASCIMENTO[2], FLÁVIO LUIZ SANTOS SOARES[3], ELIZABETH RODRIGUES BRITO IBRAHIM[4]

[1] Graduando em Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH, (31) 9306-8373, pcsdavi@gmail.com
[2] Graduanda em Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH, (31) 9587-5459, emn2103@gmail.com
[3] Graduando em Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH, (31) 9175-5854, flavioluizsoares1@gmail.com
[4] Pós-doutora em Engenharia Ambiental e Docente, Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH, (31) 9245-7360, Elizabeth.ibrahim@prof.unibh.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A perda da vegetação arbórea resulta em problemas como: desnudação do solo, poluição da água, redução da capacidade de armazenamento da bacia hidrográfica e consequentemente redução da vazão na estação seca. Em ações de recuperação de um curso d'água degradado, o planejamento mais sensato seria pensar nas atividades iniciando de montante para jusante. Em vista disso, o projeto aplicado teve como intuito o plantio de espécies arbóreas nativas e frutíferas, ambos com espaçamento 2 x 2 m, em substituição à espécie exótica Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) que dominava a área da nascente, seguindo os modelos científicos e técnicos para recuperação de áreas degradadas e trabalhos experimentais realizados com os mesmos espaçamentos utilizado. O local onde foram plantadas as espécies arbóreas no presente projeto não abrangeu toda a área em que o Capim-Elefante está presente, necessitando futuramente a expansão do plantio. Após o desbaste o capim foi útil no recobrimento do solo, sendo responsável pela proteção do mesmo e evitando o aumento da turbidez da água da nascente, além de aumentar a disponibilidade de matéria orgânica ao solo, favorecendo a adubação das espécies arbóreas plantadas.
PALAVRAS-CHAVE: Recuperação Florestal, Capim-Elefante, Área de Preservação Permanente, Nascente.

FOREST RECOVERY OF A STRETCH OF PERMANENT PRESERVATION AREA (HEADWATER) DOMINATED BY Pennisetum purpureum, Schum. IN BELO HORIZONTE CITY – MG

ABSTRACT: **:** The lost of arboreous vegetation results in problems, such as desnudation of the soil, water pollution, reduction of the capability of storage of the watershed and consequently, reduction of the flow of water during dry seasons. Thinking on the recovery actions of a degraded course of water, the wisest plan would be to think about the activities starting from upstream to downstream. As a result, the applied project had the aim of the planting of native and fruit tree species, both with spacing 2 x 2 m, to replace the exotic species Elephantgrass (Pennisetum

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

purpureum, Schum.) which has dominated the area of the headwater, following scientific and technical models for recoverying of degraded areas and experimental work carried out with the same spacing used. The area where this project applies is not the wrole are where the Elephant Grass takes place, needing future expansion of the plantantion. After the thinning of the grass, it was used for cover the soil, proventing it from increased spring water turbidity, as well as increase the availability of organic matter to the soil, favoring the fertilization of planted tree species.. THE ACABA MUNDO POPULATION WAS INVOLVED THROUGHOUT THE PROCESS AS A FORM OF ENVIRONMENTAL EDUCATION.
KEY-WORDS: Forest Recovery, Elephant Grass, Headwater, Permanent Preservation Area.

1 INTRODUÇÃO

Dentro do contexto brasileiro dos rios urbanos, pensando nas ações de recuperação de um curso d'água degradado, o planejamento mais sensato seria pensar nas atividades iniciando de montante para jusante (SILVA, M., 2013).

Segundo South African River Health Programme (2015) e Kozlowski (2011), as matas ciliares e florestas desempenham importante papel no ecossistema local, tais como: regulando o fluxo (tanto fisicamente bloqueando a passagem da água, quanto absorvendo a água pelas raízes) e regulando a qualidade da água (a mata ciliar age como um limite entre os nutrientes, sedimentos, contaminantes e bactérias do terreno e o curso d'água).

As matas ciliares são classificadas pela Lei Nº 12.651/2012, como sendo Áreas de Preservação Permanente – APP e seguem delimitações de preservação estabelecidas segundo as características dos córregos, rios, lagos e nascentes (BRASIL, 2012). Na Lei 9.024 de 10 de Abril de 1995, no Art. 98, expõe que fica proibido qualquer tipo de construção capaz de potencializar a degradação das nascentes, de forma a poluir e deixá-las inutilizáveis.

Segundo a Food and Agriculture Organization of The United Nations – FAO (2015), o Capim-Elefante é nativo do Zimbabwe (África subtropical), obtendo maior crescimento em áreas com pluviosidade superior a 1500 mm por ano (*apud* RUSSELL & WEBB, 1976), não tolerando locais inundados, com reprodução somente através de estacamento, sendo uma das gramíneas de maior potencial produtivo e muito bem adaptada às condições climáticas brasileiras (FAO, 2015; SOBRINHO *et al.*, 2005).

Silva (2013) aponta que as favelas são detentoras das poucas áreas urbanas nas metrópoles, onde se preservaram alguns valores ambientais que a sociedade hoje estabelece e julga serem preciosos, como é o caso dos cursos d'água em leito natural. A comunidade do Acaba Mundo se enquadra a essa realidade com a presença do córrego Acaba Mundo (pertencente à bacia do Ribeirão Arrudas), passando pela área da vila em seu leito natural (CBH-VELHAS, 2012). A realidade à jusante da bacia já é totalmente diferente da apresentada dentro da comunidade, tendo seu curso alterado, canalizado e coberto até o final da década de 1970 (SILVA, M., 2013).

Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo a recuperação florestal de um trecho da Área de Preservação Permanente – APP (nascente), que no ano de estudo estava dominada pela espécie exótica *Pennisetum purpureum* (Schum.), mais popularmente conhecida por Capim-Elefante, por meio de implementação de espécies nativas do bioma Cerrado/ Mata Atlântica e espécies arbóreas frutíferas; bem como promover educação ambiental com a população do entorno, permitindo assim que essas famílias contribuam e participem da recuperação da área.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

2 METODOLOGIA

2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho utilizou como objeto de estudo a nascente denominada AR022 (CBH-VELHAS, 2012). A nascente é conhecida pelos moradores como nascente da Cachoeira, que compõe o córrego Desenganos, pertencente à sub-bacia Acaba Mundo (PBH, 2011). A nascente localiza-se na comunidade Acaba Mundo, região Centro-Sul da cidade de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais – Brasil (Figura 1), ente as coordenadas: 19º57'39.1"S/ 43º55'37.2"W/ Elevação: 1050m (GPS Garmin, modelo *eTrex*® 10). O clima é classificado como Cwa: Tropical de Altitude (Köppen, *apud* ASSIS, 2012) e segundo o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, no histórico dos anos de 2000 a 2013 a temperatura média anual é de 23,1ºC, sendo a média no verão de 27,2ºC e no inverno de 19,1ºC. A precipitação média anual é de 1.795,77 milímetros (INMET, 2015). A vegetação nativa é a Floresta Estacional Semidecidual (VELOSO *et al*., 1991). Na área de aplicação o solo é classificado como sendo "Cambissolo Háplico Tb Distrófico" (IBGE, 2001). De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2000), a geologia estrutural da área pertence à formação Cercadinho, composto por rochas de quartzo, quartzito ferruginoso e dolomíticas da idade Paleoproterozóico (2.500 a 1.600 milhões de anos). E o relevo apresentado é formado por Serras do Quadrilátero Ferrífero, fortemente ondulado (IBGE, 2006).

2.2 MATERIAIS

As ferramentas utilizadas diretamente ou indiretamente no plantio foram: boca de lobo, colher de jardineiro, enxada comum, alavanca, foice, regador, facão para mato, trena 50 metros, perneira, GPS Garmin (modelo *eTrex*® 10) e lona plástica.

Para a confecção do mapa utilizou-se o programa ArcMap® 10.2 2013. E na modelagem do croqui no delineamento da área da aplicação das parcelas e plantio, foi utilizado o programa *AutoCad*® 2014.

Em cada cova onde foi plantada as mudas arbóreas, fez-se a adição de 100g de adubo orgânico PROVASO (SILVEIRA; COELHO; ROCHA, 2008) e 1 litro de hydrogel denominado de Hydroplan-EB. O hydrogel é considerado um polímero condicionante do solo, que absorve cerca de 350g de água para cada grama do produto (COSTA *et al.*, 2014).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

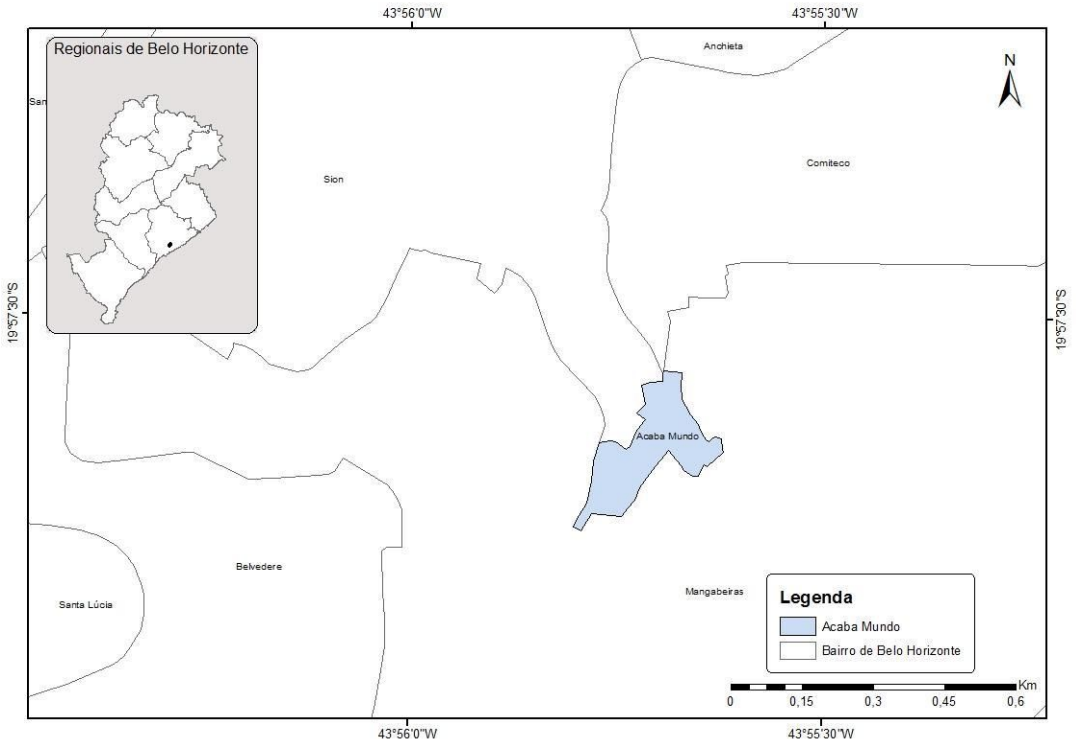


Figura 1: Localização da comunidade Acaba Mundo, situado na região Centro-Sul de Belo Horizonte – Minas Gerais, 2015. Fonte – Adaptado Prodabel, 2010.

Elaborou-se um ofício com pedido de autorização das atividades de recuperação da mata no entorno da nascente AR022 (nascente da cachoeira), destinado à Secretária Municipal de Meio Ambiente do município de Belo Horizonte no dia 18 março de 2015. No dia 20 março de 2015, a secretaria deu parecer favorável às atividades. Foi entregue também um ofício de mesmo teor à Associação de Moradores do Acaba Mundo, com a finalidade de obter o apoio da comunidade nos trabalhos desenvolvidos.

A análise do solo foi realizada no Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA, para os testes de matéria orgânica; CTC – Capacidade de Troca de Cátions (fertilidade, sódio, capacidade efetiva de troca de cátions, capacidade de troca de cátions, índice de saturação de base, índice de saturação de alumínio), seguindo os padrões indicados pelo IMA. Para a análise, o solo foi coletado a uma profundidade de 30 cm (IMA, 2015).

Em campo, foram realizados os testes das características morfológicas dos horizontes: estrutura (tipo, classe de tamanho, grau de estrutura); consistência (quando seco, quando úmido, quando molhado – plasticidade e pegajosidade); e porosidade (SANTOS*et al.*, 2013), com a finalidade de descrever as características morfológicas do horizonte "A" e "O" do solo presente na área de estudo e observar sua constituição: arenosa, siltosa ou argilosa, que determinará se este reterá maior quantidade de água e minerais, contribuindo para sua fertilidade. Para os testes em campo, foram coletadas duas amostras: uma na parcela delimitada com espécies frutíferas e uma amostra nas parcelas com espécies nativas, ambas em ambientes secos e afastados da área encharcada da nascente, para não haver interferência nos resultados.

Como forma de promover a integração do projeto e a comunidade, foram realizados convites aos moradores para participarem do processo de plantio na área de aplicação, através do presidente da Associação dos Moradores do Acaba Mundo, a fim de englobar a comunidade no presente projeto, tornando-os parte importante do processo de recuperação desse bem.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O trabalho estabeleceu duas diretrizes no que diz respeito às espécies utilizadas na recuperação da mata arbórea do entorno da nascente: introdução de espécies nativas ao ecossistema local com espaçamento de 2 x 2 m e introdução de espécies arbóreas frutíferas de interesse dos moradores, seguindo o mesmo padrão de espaçamento das espécies nativas, conforme modelo descrito por Crestana; Toledo Filho; Campos (1993) e Daronco; Melo; Machado (2012). Foi realizado a demarcação de três parcelas com as seguintes medidas: 10 x 6 m, 20 x 10 m e 6 x 2 m (comprimento e largura), no qual em cada parcela citada foram plantadas respectivamente espécies frutíferas, nativas de áreas bem drenadas, nativas de áreas com inundação temporária e permanentemente. Como o terreno apresentou bastante pedregosidade e enormes touceiras optou-se pela divisão da parcela 20 x 10 m em outras cinco menores (Figura 2).

O plantio foi realizado de forma manual. As covas tiveram a dimensão de 0,50 x 0,20 m – profundidade e diâmetro (adaptado de MARTINS, 2013; SILVEIRA; COELHO; ROCHA, 2008). No plantio da parcela mais próxima às nascentes (parcela 2 x 6 m), não houve a necessidade de utilizar o hydrogel nas covas, por ser uma área brejosa com afloramento de água aproximadamente a 15 cm. Ao todo foram plantadas 42 mudas de espécies arbóreas nativas da Floresta Mata Atlântica e Cerrado e 21 mudas de espécies frutíferas. As mudas arbóreas nativas foram obtidas através da parceria com o setor de reprodução de mudas do Parque das Mangabeiras – Belo Horizonte. Já as mudas de plantas frutíferas foram obtidas através da doação dos moradores locais.

O levantamento das espécies nativas e as características das espécies arbóreas adquiridas se basearam nos estudos de Lorenzi (2011) e de Silveira; Coelho; Rocha (2008). As técnicas de recuperação arbórea da nascente AR022 foram: plantio aleatório de espécies pioneiras (P), não pioneiras (NP) e secundária inicial (SI), com base nos modelos descritos por (MARTINS, 2013), (SILVEIRA; COELHO; ROCHA, 2008), (CRESTANA; TOLEDO FILHO; CAMPOS, 1993), e trabalhos experimentais de (COSTA *et al.*, 2014), (CASTRO; MELLO; POESTER, 2012), (DARONCO; MELO; MACHADO, 2012) e (BOBATO *et al.*, 2008).

A escolha do local de plantio das mudas foi baseada nas características de cada espécie. Sendo as principais características: grupo ecológico, indicação e área apropriada, segundo (SILVEIRA; COELHO; ROCHA, 2008) e (LORENZI, 1998).

O local estava dominado pelo Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum,* Schum.), necessitando antes do plantio o desbaste da área. Para combater o Capim-Elefante presente na área, foi realizado roçada manual com foice nos dias 11, 18 e 25 de Abril de 2015, pois este foi o meio mais viável principalmente no aspecto econômico. A biomassa produzida pós capina serviu como cobertura natural para o solo contra possíveis processos erosivos, fonte de matéria orgânica e na "ciclagem de nutrientes" (SILVEIRA; COELHO; ROCHA, 2008). Nas áreas onde havia a presença de touceiras densas e a possibilidade de rebrota do capim, a técnica utilizada de combate foi o sombreamento artificial com lonas plásticas cobrindo tais locais.

O plantio na parcela com as espécies frutíferas foram nos dias 02 e 09 de Maio de 2015. As espécies nativas de área encharcada (parcela 2 x 6 m) foram plantadas nos dias 16 e 23 de Maio de 2015, e as nativas de área seca nos dias 23 e 30 de Maio e 04 e 06 de Junho de 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises do solo feitas pelo IMA mostraram que o solo apresenta boa fertilidade e boa capacidade de troca de cátions – CTC.

Os testes das características físicas do solo mostraram que o solo possui uma maior matriz argilosa, o que confere ao solo a estabilidade estrutural, fixando minerais como o cálcio, potássio e outros, além de reter maior quantidade de água, que será utilizado pelas plantas (DUFRANC *et al.*, 2004). O solo apresentou uma pequena camada de 8 cm de coloração escura, indicando a presença de matéria orgânica. A agregação da matéria orgânica no solo se desenvolveu devido as constantes queimadas do Capim-Elefante relatadas, segundo relatos dos moradores (SILVEIRA; COELHO; ROCHA, 2008).

Várias estratégias têm sido propostas para a recuperação de matas ciliares. Os trabalhos realizados por (COSTA *et al.*, 2014), (CASTRO; MELLO; POESTER, 2012), (DARONCO; MELO; MACHADO, 2012) e (BOBATO *et al.*,2008) utilizaram parcelas e espaçamentos definidos.

As espécies frutíferas foram implementadas na parcela de dimensões 10 x 6m, pois esta parcela se encontra em um local de fácil acesso para os moradores e se localiza em uma área mais afastada da nascente, em respeito à Lei Nº 12.651/2012 alterada pela Lei Nº 12.727/2012 que estabelece a recuperação de nascente no raio de 15 metros (Figura 2). Na parcela de 6 x 2 m foram incorporadas espécies de área permanentemente alagada, pois é a realidade do local e sendo assim estas espécies têm maiores chances de sucesso no seu desenvolvimento. Nas demais parcelas foram plantadas espécies de áreas bem drenadas e não alagáveis. Na Figura 2 mostra os locais das parcelas e todos os locais onde foram plantadas as mudas.

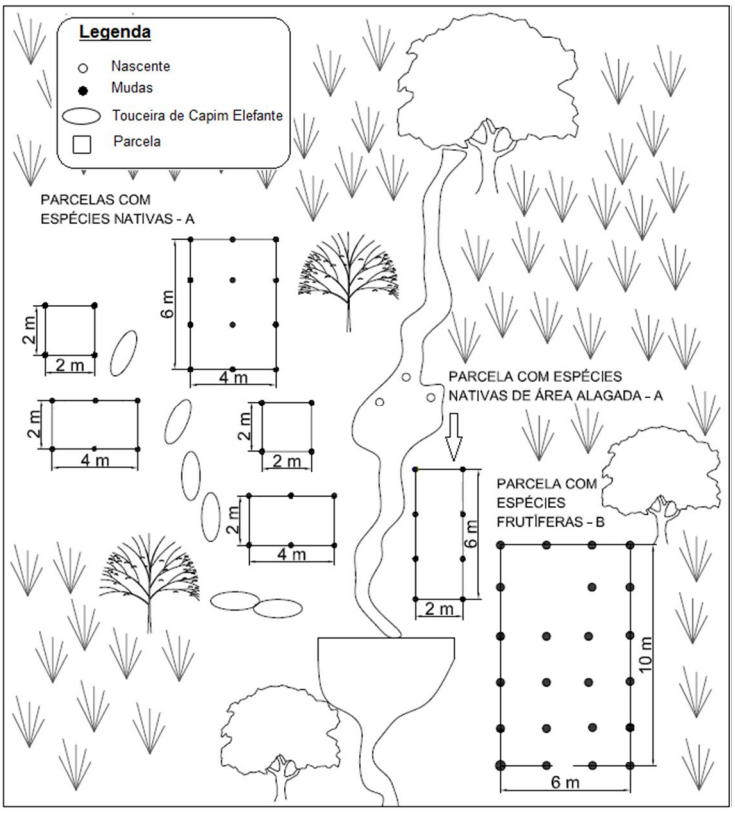


Figura 2: Croqui da delimitação das parcelas.
Fonte – Acervo particular, 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Nas semanas subsequentes ao plantio, observou-se que não haveria a necessidade de realizar o combate as formigas cortadeiras, pois não foi constatado indícios da presença das mesmas, como corte das folhas por exemplo.

Houve a necessidade de desbaste do Capim-Elefante no período de três em três semanas, devido ao seu potencial germinativo observado no local de estudo. O sombreamento artificial foi eficaz, mas como houve a necessidade de fazer pequenos furos na lona para não acumular água e consequentemente ter a proliferação de vetores de doenças como o mosquito *Aedes aegypti* (vetor da dengue). Com isso o Capim-Elefante crescia através desses orifícios, reduzindo a eficácia da técnica de sombreamento artificial.

CONCLUSÃO

O local onde foram plantadas as espécies arbóreas no presente projeto não abrangeu toda a área em que o Capim-Elefante está presente, necessitando futuramente a expansão do plantio.

Após o desbaste o capim foi útil no recobrimento do solo, sendo responsável pela proteção do mesmo e evitando o aumento da turbidez da água da nascente, além de aumentar a disponibilidade de matéria orgânica no solo, favorecendo a adubação das espécies arbóreas plantadas.

As relações criadas nas atividades com a população local fomentaram uma conscientização ambiental ainda maior pela área. Os moradores têm como objetivo futuro para o local, a criação de um parque, horta comunitária e área de convivência voltada para o uso da comunidade. Como comprovação da identificação com o espaço, os moradores pararam até o presente estudo de dispor inadequadamente resíduos domiciliares no local.

O trabalho não finaliza neste documento, tendo em vista o interesse dos moradores em aumentar a área do plantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, W. L. **Os Climas Naturais do Município de Belo Horizonte – MG**, Boa Vista – RR, ed. Especial, p. 115-135, jun 2012. Disponível em: <http://goo.gl/OU5vSb>. Acesso em: 13 abr. 2015. ISSN 1980-5772.

BOBATO, A. C. C. *et al.* Métodos comparativos para recomposição de áreas de mata ciliar avaliados por análise longitudinal. **RevistaActa Scientiarum. Agronomy.** Maringá, v. 30, n. 1, p. 89-95, 2008. http://goo.gl/JYMgrT, acesso em 08 abril 2015. ISSN: 1807-8621.

BRASIL. Presidência da República. Art. 98 da Lei Nº 9024. 10 de Abril de 1995. Brasília, 10 de Abril de 1995.

____. Presidência da República. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, 05 de Outubro de 1988.

____. Presidência da República. Lei Nº 12.651. 25 de Maio de 2012. Brasília, 28 de Maio de 2012.

BRASIL. Presidência da República. Lei Nº 4.132. 10 de Setembro de 1962. Brasília, 11 de Novembro de 1962.

____. Presidência da República. Lei Nº 9.985. 18 de Julho de 2000. Brasília, 19 de Julho de 2000.

____. Presidência da República. Resolução CONAMA Nº 357. 17 de Março de 2005. Publicada no DOU Nº 053, de 18 de Março de 2005, págs. 58-63. Brasília, 17 de Março de 2005.

COSTA, T. C. C.*et al*. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreo-arbustivas nativas brasileiras para recuperação de paisagem degradada no Cerrado Mineiro. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 95**, ago. 2014, ed. 21, 2 p. http://goo.gl/LfYtp4, acesso em 28 maio 2015. ISSN 1679-0154.

CASTRO, D.; MELLO, R. S. P; POESTER, G. C. **Práticas para restauração da mata ciliar.** Porto Alegre: Catarse – Coletivo de Comunicação, 2012. 60p. http://goo.gl/eQN1xT, acesso em 28 maio 2015. ISBN 85-63-199072.

CBH-VELHAS – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. **Projeto de Valorização das Nascentes Urbanas.** Belo Horizonte: CBH Rio das Velhas, 2012. http://goo.gl/otx3Bz, acesso em 23 abril 2015.

____. **Histórico da Vila Acaba Mundo.** Belo Horizonte: Plano Global Específico (PGE) – URBEL, 2007. http://goo.gl/XPvefz, acesso em 23 abril 2015.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta geológica de Belo Horizonte – MG, Escala 1:100.000.** 2000. http://goo.gl/2r08EB, acesso em 09 abril 2015.

CRESTANA, M. S. M.; TOLEDO FILHO, D. V.; CAMPOS, J. B. **Florestas**: **sistemas de recuperação com essências nativas**. Campinas: CATI, 1993.

DARONCO, C.; MELO, A. C. G.; MACHADO, J. A. R. Consórcio de espécies nativas da floresta estacional semidecidual com mandioca (*Manihot sculenta Crantz*) para restauração de mata ciliar. Viçosa – MG: **Revista Árvore**, v.36, nº 2, p.291-299, 2012. http://goo.gl/DDyRex, acesso em 20 março 2015.

DUFRANC, G; *et al*. **Atributos físicos, químicos e biológicos relacionados com a estabilidade de agregados de dois latossolos em plantio direto no Estado de São Paulo**. Viçosa - MG: Ver. Bras. Ciênc. Solo, v. 28, n. 3, p. 505-517, Jun. 2004. Disponível em <http://goo.gl/JmJQMN>. Acesso em: 14 abr. 2015.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. ***Pennisetum purpureum* Schumach.** 2015. http://goo.gl/cf20rk, acesso em 03 maio 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de solos do Brasil, escala 1:5.000.000**. 2001. http://goo.gl/ewk22Q, acesso em 09 abril 2015.

____.**Mapa de Unidades de Relevo do Brasil, Escala 1:5.000.000**. 2006. http://goo.gl/W6nioy, acesso em 09 abril 2015.

IMA – INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA. **Análise de Solos**. 2015. Disponível em <http://goo.gl/1a1PoG>. Acesso em: 14 abr. 2015.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) – Série histórica – Dados mensais**, 2000 à 2013. http://goo.gl/N3scrd, acesso em 13 abril 2015.

KOZLOWSKI, D. *et.al.* **Linking Changes in Managment and Riparian Physical Functionality to Water Quality and Aquatic Habitat:** A Case Study of Maggie Creek, NV.San Francisco: USEPA. 2011. http://goo.gl/BsqUec, acesso em 06 maio 2015.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, 1998. Vol.: 1 e 2.

MARTINS, L.; COUTINHO, E. L.; PANZANI, C. R.; XAVIER, N. J. D. **Fruteiras nativas do Brasil e exóticas**. Campinas: CATI, 2002. p. 112. http://goo.gl/cEyvw0, acesso em 07 abril 2015.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Áreas Degradadas: Ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração.** 3ª ed. Viçosa – MG: Aprenda Fácil, 2013.

SILVA, M. M. A. **Aos Destituídos, as Cabeceiras:** o Lugar das Favelas em Belo Horizonte**.** Belo Horizonte: Revista da Universidade Federal de Minas Gerais, v. 20, n. 2, p. 94-123, Jul-Dez. 2013. http://goo.gl/iVHXRI, acesso em 18 março 2015. ISSN 2316-770x.

SOUTH AFRICAN RIVER HEALTH PROGRAMME. **The Importance of Riparian Vegetation.** 2015. http://goo.gl/r6ePzo, acesso em 27 abril 2015.

VELOSO, H. P.; FILHO, A. L. R. R.; LIMA, J. C. A.**Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. ISBN 85-240-0384-7.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo.** 6ª Ed. Viçosa – MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100p. ISBN 978-85-86504-03-7.

SILVEIRA, C. J. A; COELHO, A. N; ROCHA, M. G. B. **Nota técnica para o Programa de Fomento Ambiental – IEF.** Belo Horizonte: IEF, 2008. Disponível em <http://goo.gl/g7cydH>. Acesso em: 05 abr. 2015.

SOBRINHO, F. S.; LÉDO, F. J. S.; PEREIRA, A. V.; OLIVEIRA, J. S.; REIS, M. C.; VILELA, H. **Capim-Elefante Híbrido Hexaplóide Revisão.** 2005. 67 f. Dissertação (Mestrado) – UFLA, Lavras – Minas Gerais, 2005. http://goo.gl/YtoVEy, acesso em 10 abril 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

SISTEMA DE CONTENÇÃO DE TALUDES: TÉCNICA APLICADA A ASSOCIAÇÃO DE PLANTAS DISTINTAS EM UM TALUDE NO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BELO HORIZONTE - UNIBH

MAGNO ANDRÉ DE OLIVEIRA[1], OSORIO JOSÉ DOS SANTOS[2], LORRANA ZELIA MARTINS DE SOUZA[3].

[1] Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Belo Horizonte, (31) 96967610.
[2] Engenharia Civil, Escola de Engenharia Kennedy, (31) 99442069.
[3] Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Belo Horizonte, (31) 92773762.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A utilização de plantas para estabilização de solos caracteriza-se como uma técnica de baixo custo quando comparado com as grandes obras de bioengenharia. Desta forma, o capim Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) e a Braquiária apresentam-se como boas opções de plantas na reabilitação e estabilização de solos, pois possuem enorme capacidade de sobreviver à secas prolongadas, uma vez que suas raízes atingem elevadas profundidades, o que lhes proporciona retirar água do solo mesmo nas épocas de estiagem. Além disso, apresentam grande capacidade na estabilização de solos sujeitos a processos erosivos e com déficit nutricional, aumentando o poder de agregação do solo. Neste sentido o objetivo do presente trabalho fora avaliar o desenvolvimento de mudas de capim Vetiver (*V. zizanioides*) e da gramínea Braquiária quanto à eficiência de contenção em uma área de talude no *campus* Estoril do Centro Universitário de Belo horizonte - UniBH, MG, sendo avaliadas as distribuições de mudas em diferentes espaçamentos e coletado o solo carreado para análises.
PALAVRAS–CHAVE: Proteção de encostas, capim vetiver, braquiária.

CONTENTION SYSTEM OF SLOP: APPLIED TECHNIQUES ASSOCIATED TO DISTINCT PLANTS AT A SLOP ON CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BELO HORIZONTE - UNIBH

ABSTRACT: The use of plants for soil stabilization is characterized as a low-cost technique when compared to big works of bioengineering. In this way, the grass Vetiver (Vetiveria zizanioides) and Brachiaria present themselves as good plant choices in rehabilitation and stabilization of soils because they have enormous capacity to survive the prolonged drought, since its roots reach great depths, which gives them the capability of using ground water even in the dry seasons. Moreover, they present capacity on the stabilization of soils propicious to erosion and nutritional deficit, increasing the power of soil aggregation. In this sense the objective of this study was to evaluate the development of grass seedlings Vetiver (V. zizanioides) and Brachiaria grass on the containment efficiency in a slope area in Estoril campus of the Centro Universitário de Belo horizonte - UniBH, MG, and evaluated the seedlings distributions at different spacings and collected leaned soil for analysis.
KEYWORDS: Protection of slop, vetiver grass, brachiaria.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Para Fernandes *et al*. (2009) deslizamento, por sua vez, caracteriza-se pelo movimento gravitacional, descendente e para fora da encosta, de material sem a ajuda da água corrente como um agente de transporte. Para Silva & Cabeda (2005), Rocha *et al*. (2002) e Silva & Carvalho (2007) é agravado em relação à urbanização intensa e as construções nas encostas acentuadas, modificando a paisagem urbana, os aterros, cortes, depósitos de lixo e transfigurações na drenagem. De acordo com Filho (2012), os deslizamentos são comuns em áreas de taludes, constituem riscos da natureza, que provocam consequências graves como, por exemplo, o bloqueio de vias de circulação, o soterramento de casas e, consequentemente, a ocorrência de vítimas, em casos mais graves podem levar ao óbito. Além dos danos sociais e econômicos, provocam diversos danos ambientais, alterando a paisagem urbana e, com isso, tornando a mesma mais vulnerável a novas ocorrências, uma vez que sua conjectura conforme (Fernandes *et al*.,2001).

De acordo com Carvalho (2000), tais locais devem ser revegetados adequadamente para que não desencadeiem problemas como erosão e deslizamento no futuro. Para tanto, é necessário elaborar e implantar projetos de contenção de taludes, incluindo medidas mitigadoras e reconstrução topográfica, de acordo com o grau e o tipo de impacto ambiental causado.

A recuperação das áreas atingidas pelas atividades antrópicas está prevista na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal 6938/81) e na Constituição Federal de 1988, Parágrafo 20 do Artigo 225.

O capim Vetiver (*Vetiveria zizanioides.)* devido a sua estrutura favorece a formação de uma cobertura densa quando plantadas bem próximas, permitindo a retenção dos sedimentos e formação de uma barreira viva para o escoamento superficial (DONJADEE; TINGSANCHALI, 2013). Como elucidado por Barbosa; Lima (2013) possui tolerância a variações climáticas intensas, por possuir raízes profundas, amplia a resistência do solo ao cisalhamento.

Para Mateus (2000), a gramínea Braquiária (*Brachiaria brizantha*), de origem africana, se desenvolve nas regiões tropicais e subtropicais de ambos os hemisférios. Foram introduzidas no Brasil como forrageiras e se tornaram o capim mais plantado no país, pois sua utilização é excelente nas fases de cria, recria e engorda dos animais. Vem sendo vastamente utilizadas em projetos de contenção de encostas, como em áreas de mineração, ao longo das principais rodovias do país e em taludes que apresentam resistência do solo fraca, conjugada com diversas outras espécies exóticas invasoras, ou simplesmente por consórcio (BOGDAN, 1977).

Diante do exposto, o presente trabalho busca propor um planejamento em área susceptível a erosão hídrica e deslizamento de talude. Tendo como base um estudo de caso realizado no Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH, Campus Estoril, onde se testou a eficiência do capim Vetiver e da Braquiária como alternativa aos métodos convencionais de proteção de encostas.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir de estudos de revisão bibliográfica foi selecionada a gramínea Vetiver para estudo de contenção de taludes. As mudas utilizadas (FIG. 1) foram doadas pela empresa Deflor Bioengenharia, totalizando 120 unidades.

De acordo com a quantidade de mudas selecionou-se um talude de 7m x 7m (altura x largura) ((A) FIG. 2), com canteiros e espaçamento entre mudas, seguindo parâmetros oferecidos por Ferreira *et al*. (2009). O talude selecionado e cedido para o experimento está localizado no Centro Universitário de Belo Horizonte – *campus* Estoril, nível C, no qual foi retirada toda a vegetação

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

local para a implantação e execução do projeto. O terreno, devidamente delimitado, fora capinado com o uso de enxadas e garfos de jardinagem, tendo a ajuda de funcionários dos serviços gerais ((B) FIG. 1).



Figura 1: (A) Terreno selecionado; (B) Preparação do talude.
Fonte: Arquivo Pessoal.

Devido ao experimento conter diferentes adensamentos, o terreno foi divido em cinco faixas latitudinais de 1m cada com intervalos de 0,5m entre elas. Utilizou-se uma cavadeira articulada com cabo para fazer o coveamento no intuito de inserção das mudas, com o auxílio de uma trena para medir os espaçamentos, seguindo um esboço do projeto. Em seguida ocorreu o plantio manual da gramínea.

Posteriormente demarcou-se a área fazendo uso de fita zebrada ((A) FIG. 3). Para a condução do sedimento carreado foram reaproveitados materiais metálicos provenientes de tubulações de ar condicionado inservíveis, os quais são aplicados para tal fim no UniBH, adaptando-os com o uso de uma maquita e, então, sendo direcionados aos tambores metálicos reutilizados do campus, como pode ser visto em documento fotográfico ((B) FIG. 2).



Figura 2: (A) Área de estudo cercada; (B) Coletor de sedimento.
Fonte: Arquivo Pessoal.

No primeiro canteiro as mudas foram plantadas com espaçamento de 2m x 0,4m, totalizando 6 mudas, e no segundo canteiro o adensamento foi de 1m x 0,4m, com o total de 12 mudas. Já nos canteiros 3 e 4 as mudas foram plantadas, respectivamente, com espaçamento de 0,15m x 2m e 0,15m x 0,5m, somando 18 e 54. Em sequência, no último canteiro não ocorreu plantio, ficando este desnudo para avaliações posteriores testando o crescimento do Vetiver, comparadas ao talude sem cobertura vegetal. Deste modo, a totalização de mudas utilizadas foi de 90 unidades.

Após os processos de montagem dos coletores, cada muda foi identificada por um número para facilitar o controle de desenvolvimento das mesmas. Para isso, reutilizaram-se caixas de suco (Tetra Pak), cortando-as em triângulos pequenos, marcando o número à caneta e, posteriormente, amarrando-os às mudas com fio dental.

Posteriormente à identificação das mudas, deram-se início aos monitoramentos. Estes foram semanais, com duração do dia 30/abr à 04/jun (1º semestre de 2013).

A partir do segundo semestre de 2013, inseriu-se um pluviômetro para acompanhar a

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

quantidade de precipitação – medida no período de 01/10 a 30/10/2013 - e incidência da mesma no talude, bem como os efeitos que causará. Após episódios de precipitação, ocorreu a coleta de solo úmido e sua pesagem - quando houve perda de solo –, realizada no período de 15/10 a 31/10/2013, ocorrendo posterior pesagem do solo seco após secagem em estufa no Laboratório de Mecânica dos Solos do Centro Universitário de Belo Horizonte, UniBH. Foram utilizados béqueres de vidro e balança analítica para pesagem do solo.

A quantidade de solo carreado e a precipitação foram relacionados, levando em consideração o adensamento dos canteiros e a intensidade da precipitação (esta última sendo analisada de acordo com dados obtidos das Estações Automáticas da Pampulha e do Rola-Moça), para observar o comportamento do sistema de proteção da gramínea vetiver. Assim, foram realizadas pesagens de solo úmido e seco, comparando a quantidade coletada nos diferentes espaçamentos para determinação de sua eficiência.

A quantidade de solo carreado e a precipitação foram relacionados, levando em consideração o adensamento dos canteiros e a intensidade da precipitação (esta última sendo analisada de acordo com dados obtidos das Estações Automáticas da Pampulha e do Rola-Moça), para observar o comportamento do sistema de proteção da gramínea vetiver. Assim, foram realizadas pesagens de solo úmido e seco, comparando a quantidade coletada nos diferentes espaçamentos para determinação de sua eficiência. Posteriormente, em novembro/2013, totalizando 7 meses desde o plantio, foram retiradas 3 mudas de cada canteiro para análise de média de crescimento aéreo e de raiz, utilizando o método de Análise de Regressão Linear Múltipla.

No ano de 2015, dois anos após o início das pesquisas plantou-se no mesmo terreno onde ainda se encontravam os Vetiveres, mudas de Braquiária. O plantio foi feito fazendo uso de 37 pinos de madeira, medindo cada um 30cm. Os mesmos foram inseridos com até 15cm no solo, permanecendo o restante exposto em superfície de forma a medir a maior evacuação de solo de suas bordas.

Foram medidos o diâmetro, o número de folhas e o crescimento vertical de cada muda com suporte na manipulação do paquímetro, a partir do tracejado de duas linhas sobre o solo exposto, concedendo ainda, uma coleta de dados sobre o solo. Tais informações foram utilizadas para elaboração de planilha e gráficos de barras desses parâmetros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos nos monitoramentos do primeiro semestre de 2013, puderam-se calcular as médias de crescimento dos parâmetros já descritos e elaborar os gráficos de barras, ilustrando a evolução do capim Vetiver. No segundo semestre, com a coleta do volume de precipitação diária e o recolhimento e pesagem do solo carreado nos dias chuvosos, foram elaborados gráficos apresentando comparações de eficiência dos canteiros na contenção do talude.

4.1.Avaliação do Desenvolvimento das Mudas

4.1.1 Taxa de Sobrevivência das Mudas

Não houve diferença significativa para esse parâmetro, levando em consideração os diferentes espaçamentos, como pode ser verificado de acordo com a alta taxa de sobrevivência das mudas (Tabla 1).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1. Taxa de Sobrevivência de Mudas de Vetiver sob Diferentes Espaçamentos, no Campus Estoril no UniBH em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Taxa de sobrevivência de mudas de Vetiver	
Espaçamento dos Canteiros	Taxa de sobrevivência (%)
2x0.40	100 a
2x0.15	98 a
1x0.40	100 a
0.5x0.15	99 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

4.1.1. Perda de Solo X Adensamento dos Canteiros

Através da pesagem da perda de solo, poder-se-ia concluir que os canteiros 1 e 2 foram os mais eficientes devido à quantidade de solo perdido, como pode-se verificar na Tabela 2, abaixo.

Tabela 2. Média da Perda de Solo nos Diferentes Canteiros.

Perda de Solo - Estudo de Caso		
Canteiro	Soma (g)	Média (g)
1	2052,8	513,2
2	1138,3	284,6
3	2938,6	734,7
4	2287,5	571,9
5	3490,9	872,7

Porém, devido à incompatibilidade do canteiro 4, que possui um maior adensamento, ter ocorrido maior perda de solo que os canteiros 1 e 2, que possuem o menor número de mudas. Verificou-se o terreno onde foi realizado o estudo de caso e, avaliando atentamente, percebeu-se que a presença de uma árvore a noroeste da área (estando, portanto, mais próxima dos canteiros 1 e 2) pode ter interferido na questão da pluviosidade, ou seja, dependendo da inclinação da chuva, as folhas da árvore interceptaram as gotas de água, diminuindo a erosão hídrica, consequentemente, a perda de solo.

4.1.1. Perda de Solo X Pluviosidade

A pluviosidade foi medida em um intervalo de 30 dias, 01/out a 30/out, com monitoramento de perda de solo a partir do 15° dia. Sendo assim, as coletas foram realizadas nos dias em que houve perda de solo, de acordo com o gráfico 3.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

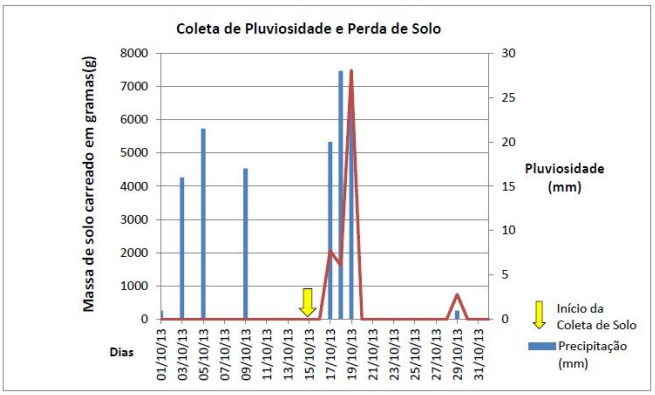


Gráfico 1. Perda de Solo Associado à Pluviosidade Diária.
Arquivo: Fonte Pessoal.

Como frisado anteriormente, há uma árvore interceptando a chuva que cai sobre os canteiros 1 e 2, fazendo com que diminua a intensidade da mesma quando entra em contato com a gramínea e o solo. Levando-se em consideração o que foi dito, podemos relacionar com o gráfico 4 e perceber que apesar do dia 19/10/2013 ter a segunda maior incidência de precipitação (25mm), houve a maior quantidade de solo total carreado registrada, com 7485,5g coletado. Pode-se inferir também que nem sempre uma quantidade grande de pluviosidade significa uma maior intensidade, sendo bem ilustrado pelo dia 18/10/2013, onde choveu 28mm e carreou apenas 1614,7g de solo.

A partir dos dados obtidos através da pesagem de solo úmido e seco foi possível estabelecer a relação entre eles, ou seja, a umidade do solo. Esta se encontra indiretamente relacionada à pluviosidade medida, já que o solo úmido coletado só foi possível em dias de índices pluviométricos consideráveis.

De acordo com a tabela 3, nota-se que o maior valor médio de umidade de solo foi encontrado no canteiro 3, que possui maior adensamento de vetiver. Fato justificado devido ao maior enraizamento, propiciando maior infiltração e armazenamento de água precipitada.

Tabela 3. Umidade Média de Solo Coletado

Umidade de Solo - Estudo de Caso	
Canteiro	Média (%)
1	43.4
2	35.4
3	38.3
4	49.7
5	30.8

No ano de 2015, dando continuidade à pesquisa, foram realizados os seguintes testes para monitoramento da atuação do capim Vetiver e da Braquiária, plantada posteriormente. A partir dos dados obtidos nos monitoramentos de chuva, entre o período de 19 de abril a 26 maio de 2015 pôde-se calcular as medidas entre os parâmetros associados pelas diferentes plantas descritas e elaborar gráficos, ilustrando este comportamento.

Em função do efeito *splash* a braquiária apresentou um resultado satisfatório na cobertura do solo, onde forma uma "cortina" cobrindo parte do solo exposto evitando o impacto da gota de chuva sobre o mesmo. Quanto ao espaçamento de plantio à interferência das plantas sobre o escoamento

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

superficial, é relativamente favorável quando plantadas bem próximas, permitindo a retenção dos sedimentos e formação de uma barreira viva para o escoamento superficial.

De modo geral, tal associação entre as plantas apresentou diferença na altura, diâmetro e influencia da cobertura vegetal. Assim as técnicas de bioengenharia segundo Fernando *et al.* (2009) podem ser explicadas pela maximização do volume de solo estabilizado pelas densas raízes entrelaçadas em sua camada superficial e uma completa e abundante cobertura vegetal.

A pluviosidade fora medida no intervalo de 19 de abril a 26 de maio de 2015. As coletas foram realizadas conforme os gráficos a seguir (Gráfico 2 (A) e (B)) :

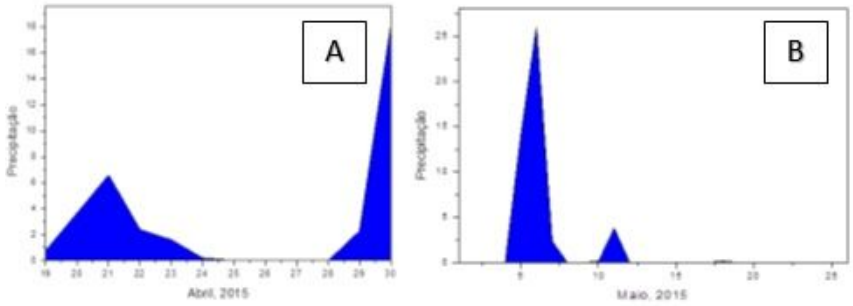


Gráfico 2. Coletas de Pluviosidade no Ano de 2015: (A) Mês de abril; (B) Mês de maio
Fonte: Arquivo Pessoal.

Observa-se que entre os dias 19 a 24 de abril, a ocorrência de chuva foi constante, apresentando uma maior incidência de precipitação no dia 21, por consequência, maior infiltração de água no solo por ser caracterizada como chuva fraca e moderada. Entre os dias 24 a 28 de abril não houve pluviosidade, sendo novamente representada no dia 28, com maior incidência de precipitação no dia 30. Nota-se que em maio os índices pluviométricos apresentaram uma maior incidência no dia 6. Já dia 10, houve a ocorrência de uma chuva fraca, a qual fora cessada, voltando novamente no dia 18 com índices pouco acima de zero.

A chuva considerada forte e não constante, ocasiona a saturação do solo e decorrente redução de sua capacidade de infiltração. Sendo responsável ainda pela extensão do escoamento superficial, além de resultar em perda de solo, a qual também fora medida na borda dos pinos inseridos no plantio e no em cada canteiro (Gráfico 3).

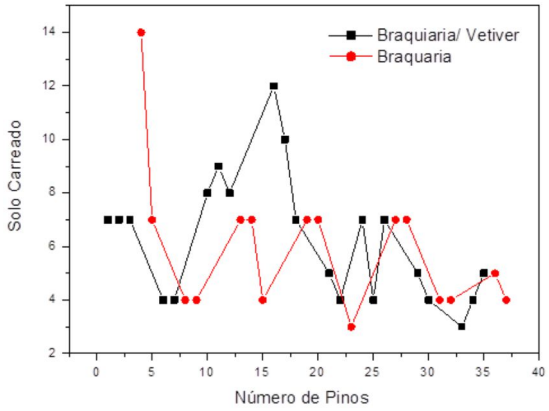


Gráfico 3. Perda de Solo em cada Canteiro
Fonte: Arquivo Pessoal.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Devido às imperfeições do solo e ao pouco espaçamento do plantio das mudas de Vetiver realizadas no ano de 2013, a diferença na perda do solo em cada canteiro fora considerada mínima. Entretanto, observou-se que o canteiro Braquiária/ Vetiver apresentou alterações na quantidade de solo carreado (algo em torno de duas grandes carreações), onde há elevação em alguns pinos e se estabiliza em outros. O canteiro que contêm apenas a Braquiária também ocorreu o mesmo.

CONCLUSÕES

Contudo conclui-se que a aplicação de capim Vetiver e da gramínea Braquiária é eficiente na contenção de taludes e recuperação do solo, antes exposto, por apresentar os resultados obtidos e demonstrados no decorrer do trabalho como a redução do efeito *splash* e do carreamento do solo. O que demonstra um processo de grande valia para a redução de processos erosivos.

REFERÊNCIAS

AGRONOMIA. **Série Gramíneas Tropicais - Gênero Brachiaria (Brachiaria brizantha).** Vitória, 2009.

BARBOSA, Michele Cristina Rufino and LIMA, Hernani Mota de.Resistência ao cisalhamento de solos e taludes vegetados com capim vetiver. ***Rev. Bras. Ciênc. Solo***. 2013, vol.37, n.1, pp. 113-120. ISSN 0100-0683.

BRILHO, C. C.; SANTOS, S. R. dos. **Cultivo do Vetiver e produção do seu óleo essencial.** O Agronômico, v. 17, n. 1-2, 1965. (Série Técnica Apta).

CARVALHO, C.S. Análise quantitativa de riscos e seleção de alternativa de intervenção: exemplo de um programa municipal de controle de riscos geotécnicos em favelas. In: WORKSHOP SOBRE RISCOS NA ENGENHARIA, 1, 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 2000.

CASTRO, P.T.C. **Cobertura vegetal e indicadores microbiológicos de solo em talude revegetado.** UFV, Viçosa-MG, 2007.

CASSOL, E. A.; LIMA, V. S. **Erosão em entressulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo**. Pesq. Agrop. Bras., Brasília, v. 38, n. 1, p. 117-124, 2003.

CATRO, Cleber Marques; PEIXOTO, Maria Naíse de Oliveira; RIO, Gisela Aquino Pires. **Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações Abordagens e Escalas**. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. V.28, p.15. 2/2005.

CERRI, L. E. S. **Mapeamento de Risco em Assentamentos Precários no Município de São Paulo (SP)**. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 26, n. 2, p. 143-150, 2007.

COELHO NETTO, A. L. **Catastrophic landscape evolution in a humid region (SE Brazil): inheritances from tectonic, climatic and land use induced changes**. Supplementi di Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, III, T.3: 1999. 21-48.

MACHADO, P A L. **Direito Ambiental Brasileiro.** Malheiros Editores Ltda., São Paulo: 2001 (9ª ed.), 1031 pgs.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

SULFATO DE FERRO E ÁCIDO ASCÓRBICO EM FILMES COMESTÍVEIS DE AMIDO

THAÍS FERREIRA DA SILVA[1], GISELE APARECIDA DOS SANTOS[2], KELEN CRISTINA DOS REIS[3]

[1] Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFLA, (35)9120-0895, thais.ferret@hotmail.com
[2] Química Industrial, UNILAVRAS, (35)9115-3377, giselesantos0714@hotmail.com
[3] Pesquisadora Doutoranda em Engenharia de Biomateriais, PPGBiomat, UFLA, (35)9131-6663, kelen_cr@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Filmes comestíveis auxiliam no valor nutricional de alimentos uma vez que são consumidos juntos com o alimento e pode vir adicionado de nutrientes e ou substâncias funcionais. O presente trabalho objetivou desenvolver e caracterizar filmes comestíveis de amido de milho adicionados de sulfato de ferro e ácido ascórbico com o objetivo de aplicações como embalagem primária de alimentos. Os filmes obtidos foram analisados quanto a propriedades físicas e mecânicas. Os resultados demonstraram que concentrações de 10%, 20% e 30% de ambos, sulfato ferroso e ácido ascórbico, influenciaram a opacidade dos filmes, sendo que a adição destes compostos proporcionou uma maior absorção de luz. Quanto à análise mecânica (teste de força de punctura), as concentrações de 10% e 20% obtiveram maiores valores quando comparados com os filmes com 30% da adição dos compostos e ao controle (filme de amido puro). Neste trabalho inicial verificou-se que a adição de sulfato de ferro e ácido ascórbico tem pouca influencia nas propriedades óticas dos filmes de amido e de resistência à punctura de filmes de amido. Os filmes elaborados poderão aumentar o valor nutritivo de alimentos embalados e ou revestidos. A aplicação destes filmes é viável como cobertura comestível de frutas, com o intuito de aumentar o consumo do ferro em crianças, sendo que o mesmo poderia ser usado na conservação e como alimento funcional na merenda escolar.
PALAVRAS–CHAVE: Biopolímero, revestimento comestível, alimento funcional.

SULFATE IRON AND ASCORBIC ACID IN CORN STARCH EDIBLE FILMS

ABSTRACT: Edible films aid in nutritional value of foods as they are consumed together with the food and can come and added nutrients or functional substances. This study aimed to develop and characterize edible films cornstarch added iron sulfate and ascorbic acid for the purpose of applications such as primary food packaging. The films were analyzed for physical and mechanical properties. The results showed that concentrations of 10%, 20% and 30% of both ferrous sulfate and ascorbic acid, influenced the opacity of the film, and the addition of these compounds provides a larger light absorption. As for the mechanical analysis (puncture strength test) concentrations of 10% and 20% showed higher values as compared with films with 30% addition of the compounds and control (neat starch film). In initial work it found that the addition of iron sulfate and ascorbic acid has little influence on the optical properties of the starch film and resistance to puncture starch films. The elaborate films can increase the nutritional value of packaged foods and laminated. The application of these films is viable as edible coating of fruit, in order to increase iron intake in children, and the same could be used for conservation and as a functional food in school meals.
KEYWORDS: Biopolymer, edible coating, functional food

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Em nosso organismo existem substâncias que são importantes para o seu funcionamento e assim sendo, a falta de alguma delas acarreta o surgimento de doenças, como por exemplo, à baixa taxa de ferro no organismo que pode levar ao indivíduo a apresentar anemia, que é um problema constante a ser enfrentado por países em desenvolvimento e (BATISTA FILHO; FERREIRA, 1996; GUERI, 1996; MONTEIRO et al., 2000), mesmo em países desenvolvidos a deficiência de ferro é a principal causa das anemias em todos os grupos etários (DALLMAN et al., 1984). Um dos tratamentos é a ingestão do sulfato ferroso.

O sulfato ferroso possui uma importante vantagem de poder ser absorvido por difusão passiva em situações de deficiência de ferro moderada a grave. O sulfato ferroso é o sal hidratado, FeSO4.7H2O, possui aproximadamente 20 % de ferro elementar, os sais ferrosos são absorvidos cerca de três vezes mais do que os sais férricos e com doses elevadas essa diferença aumenta ainda mais (PIRAN et al.; 2008).

O sulfato ferroso e o Ácido ascórbico, também conhecido com Vitamina C, são substâncias que se utilizadas em conjunto contribuem para a existência de uma absorção mais eficaz do ferro em nosso corpo. O ácido ascórbico (vitamina C) é um dos principais antioxidantes usados em frutas e hortaliças, seu uso se dá para prevenir escurecimento e outras reações oxidativas (CARVALHO; CHALFOUN, 1991) e atua sequestrando o cobre, que é o cofator enzimático da polifenoloxidase, reduzindo as quinonas de volta a fenóis, antes de se formarem pigmentos escuros (SAPERS & MILLER, 1998). A vitamina C no ácido ascórbico é uma vitamina solúvel em água, encontrada em frutas cítricas e vegetais verdes e que faz parte de um grupo de substâncias químicas que auxiliam no funcionamento do organismo (QUINÁIA; FERREIRA 2007). Em nosso país existem, devido ao seu clima tropical, uma enorme variedade de frutas cítricas que são fontes de Vitamina C.

O amido que pode ser encontrado em vários alimentos que são cultivados em larga escala aqui no Brasil, como por exemplo, o milho e a mandioca, e que podem ser usados em filmes comestíveis na hora de embalar os alimentos para protegê-los do ambiente externo. Devido ao seu baixo custo e a sua alta disponibilidade tem sido bastante estudado no sentido de ser modificado ou misturado com outras substâncias químicas afim de melhorar seu processamento (PRADELLA, 2006).

O objetivo do trabalho foi desenvolver filmes comestíveis de amido de milho adicionados de sulfato de ferro e ácido ascórbico e estudar as propriedades físicas (Cor e opacidade) e propriedades mecânicas (força de puctura) com o intuito da aplicação deste material como filmes comestíveis em embalagem ativa para alimentos aumentando o consumo de ferro na dieta.

MATERIAL E MÉTODOS

Elaboração dos filmes

Os filmes foram elaborados segundo a técnica *Casting* (SOBRAL, 2000), que consiste no preparo de uma solução filmogênica, a partir de 3g de amido, 20% glicerol (plastificante) e 100 mL de água destilada e aquecidos a 65°C por 5 min, sob agitação constante e enriquecidos com sulfato ferroso e ácido ascórbico em diferentes concentrações (0%,10%, 20% e 30%), conforme demonstra a Tabela 1. Após resfriamento, a mistura foi vertida em placa de petri e mantida em estufa com ventilação forçada (25°C por 72 horas). Os filmes totalmente secos foram retirados das placas de petri e armazenados em sacos de polietileno para posteriores análises.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1. Composição dos filmes de amido de milho*.

Amido	Glicerol	Sulfato Ferroso	Ácido Ascórbico
3g	20%	0%	0%
3g	20%	10%	10%
3g	20%	20%	20%
3g	20%	30%	30%

*As porcentagens de glicerol, sulfato ferroso e ácido ascórbico são em relação a massa de amido.

Caracterização dos filmes

Cor

Os filmes foram submetidos à análise de cor, as quais foram realizadas no espectrofotômetro de cor (Konica Minolta, CM-5), com ângulo de observação 10° e iluminante D65 para obter as coordenadas L*a*b (L* = luminosidade, faixa de 0 (preto) a 100 (branco); parâmetro a* = variação no eixo verde/vermelho (-a*/a*) e o parâmetro b*= variação no eixo azul/amarelo (-b*/b*) , C * = croma (representando a intensidade da cor ou saturação) e H*= ângulo Hue (vermelho a 0°, amarelo a 90°, verde a 180°, e azul a 270°) calculados a partir da medição dos parâmetros a* (vermelho) e b* (amarela). As alterações em cada parâmetro individual de cor foram calculadas de acordo com as Eq. 1 a 3 (HUNTERLAB, 1996):

$$\Delta L* = L* - L*0 \quad (1)$$

$$\Delta a* = a* - a*0 \quad (2)$$

$$\Delta b* = b* - b*0 \quad (3)$$

Onde: $L*_0$, $a*_0$ e $b*_0$ referem-se ao parâmetro inicial de cor da amostra. A diferença total de cor (ΔE*) foi determinada usando a Eq. 4, de acordo com HUNTERLAB (1996):

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta a*)2 + (\Delta b*)2 + (\Delta L*)2} \quad (4)$$

Croma é parte da cor, na qual não há participação da luminosidade, representada no espaço bidimensional. O material é considerado transparente quando a luz incidente ou atravessa com mínimo de absorção e reflexão. O oposto da transparência é a opacidade, onde o objeto absorve ou reflete toda luz nele incidente, sem que ocorra a transmissão de luz. A cor das amostras transparentes é avaliada pela transmissão da luz, fazendo a leitura da luz transmitida (FERREIRA, 1991).

A cromaticidade foi obtida pela equação 5:

$$C* = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (5)$$

em que (C) representa cromaticidade, na qual, a e b são parâmetros de L*a*b.

Para o cálculo de tonalidade empregou-se a fórmula do ângulo Hue (H°) de acordo com os valores de a* e b* obtidos, da seguinte forma:

a) Valores de a* e b*>0: H°= arctg (b*/a*)
b) Valores de a*<0 e b*>0: H°=180° + arctg (b*/a*)
c) Valores de a* e b*>0: H°= 270° + arctg (b*/a*)
d) Valores de a* e b*>0: H°= 360° + arctg (b*/a*)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Opacidade

A opacidade aparente dos filmes foi determinada utilizando-se um espectrofotômetro. Os filmes foram cortados em retângulos e aderidos a parede interna da cubeta do espectrofotômetro. Nessas condições, foi realizada a leitura no comprimento de onda da luz visível de 600 nm. Os resultados foram reportados como a absorbância dividida pela espessura da película (mm) baseada em três repetições (PARK; ZHAO, 2004).

Espessura e força máxima na punctura

A espessura dos filmes foi medida com um micrômetro conforme metodologia proposta por Monterrey e Sobral (1999) com algumas modificações. As medidas foram obtidas em três pontos diferentes, considerando-se a espessura do filme como a média das três leituras.

O teste de punctura foi realizado para determinar a força máxima (Newton). Utilizou-se o texturômetro Analyzer TA-XT2 (Stable Microsystems, Surrey, Reino Unido) com célula de carga de 5 kg onde as amostras com diâmetros de 70 milímetros foram fixadas na placa do equipamento ao longo de um orifício de 20 mm de diâmetro, com a ajuda de fita. Uma sonda cilíndrica de 5 mm de diâmetro foi deslocada perpendicularmente à superfície da película a uma velocidade constante de 1 mm, s^{-1} até a sonda passar através do filme e a força necessária no ponto de ruptura foi determinada. Duas amostras foram analisadas para cada formulação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cor

Os parâmetros de cor (L*, a*, b*, C* e ºH) dos filmes analisados foram afetados pela adição de sulfato ferroso e ácido ascórbico. De acordo com os valores observados para os parâmetros a*, b* e L* (Tabela 2) é possível afirmar que os filmes com a adição de 10% encontram-se entre verde e azul e os com 0%, 20% e 30% encontra-se entre amarelo e o vermelho. Os filmes adicionados de sulfato de ferro e ácido ascórbico apresentaram tons mais escuros (L* <50), enquanto o padrão (somente amido) apresentou tons mais claros (L*>50).

Os filmes com 20% de concentração de sulfato de ferro e ácido ascórbico apresentaram os maiores valores para diferença de cor. A diferença de cor varia de 0 a 100, sendo 0 não há diferença e 100 totalmente diferente. A adição de sulfato de ferro e ácido ascórbico nos filmes de amido de milho resultou em alteração da aparência dos filmes conforme valores de diferença de cor, croma e ângulo Hue.

O croma (*C**) define a intensidade de cor, ou seja, valores próximos a zero são indicativos de cores neutras (branco e/ou cinza) e valores ao redor de 60 indicam cores vívidas e/ou intensas (FERNANDES *et al*, 2010). Sendo assim, os filmes de amido de milho apresentaram cores neutras mesmo após o enriquecimento com ácido ascórbico e sulfato ferroso. O ângulo Hue define a tonalidade de cor, observando-se uma mínima variação na saturação de cor na alteração de tonalidade (ângulo Hue).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 2. Parâmetros de cor, diferença de cor (ΔE*), croma (C*), ângulo Hue (ºH) para filmes de amido de milho adicionados de sulfato de ferro e ácido ascórbico em diferentes concentrações.

Concentração	L*	a*	b*	ΔE*	C*	ºH
0%	98,94±0,26	0,06±0,03	0,39±0,028			
10%	25,7 ± 1,11	-0,10 ± 0,28	-1,09 ± 0,52	73,25	1,48	1,46
20%	23,67 ± 0,38	0,73 ± 0,13	1,67 ± 0,24	75,28	1,82	1,16
30%	26,18 ± 0,39	0,36 ± 0,01	1,31 ± 0,22	72,77	0,97	1,26

*L (luminosidade) 0=preto e 100=branco, a (-verde, + vermelho) e b (-azul, +amarelo). Média de 3 determinações e desvio padrão.

Opacidade

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram que os filmes de amido de milho adicionados com sulfato ferroso e ácido ascórbico apresentam maior absorção de luz quando comparado com os filmes de amido de milho puro. Isso pode significar que as concentrações adicionadas de sulfato ferroso e ácido ascórbico influenciam na maior opacidade dos filmes resultando na maior absorção de luz. Filmes de amido modificado e fortificados com ferro apresentam maior opacidade que ocorre por força da pigmentação alaranjada devido ao ferro (Piran et al., 2008).

Tabela 3. Opacidade dos filmes de amido de milho

Concentrações	Opacidade (Abs. mm $^{-1}$)*
0%	4,31^{-1}±0,42
10%	8,46 $^{-1}$±0,48
20%	15,17^{-1}±1,00
30%	11,98^{-1}±0,76

*Médias de 3 determinações e desvio padrão.

Espessura e força máxima na punctura

A espessura dos filmes influência nas propriedades mecânicas, principalmente na força máxima na punctura. Quanto maiores as espessuras dos filmes, mais resistentes estes são à perfuração (Mali, Grossamann, & Yamashita, 2010). Com relação à espessura os filmes de amido de milho não enriquecidos apresentam uma maior espessura quando comparados com os filmes com 10%, 20% e 30% de sulfato ferroso e ácido ascórbico, conforme demonstrado na Tabela 4. A força máxima na punctura ou força máxima na perfuração dos filmes adicionados com 10% e 20% apresentaram valores maiores que os apresentados pelos filmes com 0% e 30% de sulfato ferroso e ácido ascórbico (Tabela 4). Os filmes com 30% de sulfato ferroso e ácido ascórbico foram menos resistentes a punctura que os demais filmes adicionados com os compostos ativos (sulfato ferroso e ácido ascórbico) o que pode ser devido a baixa dispersão dos compostos na matriz de amido o que causa aglomeração e pontos de falhas na interface do filme.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 4. Espessura (mm) e força máxima na punctura (N) para filmes de amido de milho adicionados de sulfato de ferro e ácido ascórbico em diferentes concentrações.

Concentração	Espessura (mm)*	Punctura/Força (N)*
0%	0,098±0,011	0,018±0,028
10%	0,058±0,011	0,032±0,024
20%	0,062±0,015	0,480±0,183
30%	0,053±0,006	0,103±0,045

*Médias de 3 determinações e desvio padrão

CONCLUSÕES

As concentrações adicionadas de sulfato ferroso e ácido ascórbico em filmes de amido de milho influenciaram na maior opacidade dos filmes resultando na maior absorção de luz; e resulta em alteração da aparência dos filmes conforme valores de diferença de cor, croma e ângulo Hue. A força máxima de punctura dos filmes adicionados com 10% e 20% é maior que dos filmes de amido de milho puro e com 30% de sulfato ferroso e ácido ascórbico.

O presente estudo permitiu inferir que é possível desenvolver filmes comestíveis de amido de milho adicionados de sulfato de ferro e ácido ascórbico como compostos ativos, e estes compostos poderão aumentar o valor nutritivo de alimentos embalados e ou revestidos por estes filmes. Trata-se de um trabalho inicial e que tem como objetivo analisar a influencia nas características de aparência e resistência para aplicação destes filmes como cobertura comestíveis de frutas com o intuito de aumentar o consumo do ferro em crianças, onde o mesmo poderia ser usado na conservação e como alimento funcional na merenda escolar.

REFERÊNCIAS

BATISTA FILHO, M. ; FERREIRA, L. O. C., Prevenção e tratamento da anemia nutricional ferropriva: Novos enfoques e perspectivas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12, p.37-45, 1996.

CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M. A importância do cálcio na agricultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 170, p. 17-28, 1991.

DALLMAN, P. R.; YIP, R. ; JOHNSON, C., Prevalence and causes of anemia in the United States, 1976 to 1980. **American Journal of Clinical Nutrition,**v.39, p.437-445, 1984.

FERNANDES AM; SORATTO RP; EVANGELISTA RM; NARDIN I. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno. **Horticultura Brasileira**. v.28, p. 299-304, 2010.

FERREIRA, V. L. P. *Colorimetria em alimentos.* Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, p.43, 1991.

GUERI, M., *Estimación de la Prevalencia de Anemia enAmerica Latina y el Caribe*. Washington,DC: OrganizaciónPanamericana de la Salud, 1996.

HUNTERLAB. Applications Note. Disponível em:<http://www.hunterlab.com> . v.8, n.7, 1996. Acesso em 28 de agosto de 2015.

Mali, S., Grossamann, M. V. E., & Yamashita, F. (2010). Filmes de amido: produção, propriedades e petencial de utilização. Semina: Ciências Agrárias, 31, 137–156.

MONTEIRO, C. A.; SZARFARC, S. C. & MONDINI, L;. A tendência secular da anemia na infância na cidade de São Paulo (1984-1996). *Revista de Saúde Pública, p.* 34:62-72, 2000.

MONTERREY, E. S.; SOBRAL, P. J. A. Caracterização de propriedades mecânicas e óticas de biofilmes a base de proteínas miofibrilares de tilápia do Nilo usando uma metodologia de superfície-resposta. Ciência e Tecnologia de Alimentos,Campinas, v. 19, n. 2, p. 294-301, 1999.

PARK, S.; ZHAO, Y. Incorporation of a high concentration of mineral or vitamin into chitosan-based films. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 52, p. 1933-1939, 2004.

PIRAN, A. R.; RINGO, L. Avaliação de filmes fortificados com ferro. **Braz. J. Food Technol**. , VII BMCFB, dez. 2008

PRADELLA J. G. C., "Biopolímeros e Intermediarios Químicos", **RelatórioTécnico**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. SP, Brasil, p.1-6, 2006.

QUINÁIA, P.S.; FERREIRA, M. Determinação de ácido ascórbico em fármacos e sucos de frutas pro titulação espectrofotométrica. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v9, n 1, jan/jun., 2007.

SAPERS, G. M.; MILLER, R. L. Browning inhibition in freshcutpears. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, n. 2, p.342-346, 1998.

SOBRAL, P. J. A. Influência da espessura de biofilmes feitos à base de proteínas miofibrilares sobre suas propriedades funcionais. **Pesquisa Agropecuári Brasileira**, v. 35, n.6, p. 1251-1259, 2000.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

SYSALMOX – UMA PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ALMOXARIFADO PARA O IFES – CAMPUS DE ALEGRE

EDMILSON GERALDO BALBINO DA SILVA[1], ROBSON LOCATELLI MACEDO[2], MAYKON DE CASTRO MENDEL[3], ANTÔNIO LUIZ DA SILVA LOCA[4], SUSANA BRUNORO COSTA DE OLIVEIRA[5]

[1] Acadêmico em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Ifes – Campus de Alegre, 28999768731, ebalbino93@gmail.com.
[2] Acadêmico em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Ifes – Campus de Alegre, 28999380097, robson_loc@hotmail.com.
[3] Acadêmico em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Ifes – Campus de Alegre, 28992733391, maykonmendel.mcm@gmail.com.
[4] Servidor, Ifes – Campus de Alegre, 28992767895, alloca2@ifes.edu.br.
[5] Professora Doutora do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Ifes – Campus de Alegre, 2899252-9583, sbrunoro@ifes.edu.br.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: No meio organizacional, as respostas às solicitações devem ser rápidas e principalmente, confiáveis, não se pode perder tempo a procura de fontes de informação para a criação de relatórios. Por isso, a inserção de tecnologias da informação em meio ao ambiente organizacional proporcionam a geração de respostas confiáveis e precisas em tempo hábil. Pensando em um ambiente organizacional mais controlado e melhor gerido pelos seus funcionários, foi desenvolvido um sistema de gerenciamento para o almoxarifado do Ifes - Campus de Alegre, denominado SysAlmox. O SysAlmox tem como objetivo principal, a melhora do gerenciamento dos processos de entrada e saída de notas e o controle de mercadorias do setor, visto que atualmente o sistema utilizado está ultrapassado e não atende às atuais requisições da organização. Para o desenvolvimento, foram usados os recursos das ferramentas da linguagem PHP (Hypertext Preprocessor), CSS (Cascading Style Sheets), Sistema Gerenciador de Banco de Dados MySQL e Framework Laravel. O sistema foi desenvolvido utilizando o padrão de arquitetura MVC (Model-View-Controller). Todos os objetivos do sistema foram atingido com êxito. Após a implantação, observou-se que o SysAlmox proporcionou melhor retorno aos usuários finais por meios dos relatórios gerados pelo sistema e consequentemente melhor poder nas tomadas de decisões no setor.
PALAVRAS–CHAVE: Framework Laravel, Arquitectura MVC, Tecnologia da informação

SYSALMOX – A PROPOSAL FOR DEVELOPMENT OF A WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM FOR IFES – CAMPUS ALEGRE

ABSTRACT: In the organizational environment, responses to requests should be brief and primarily reliable, not being able to waste time looking for sources of information for reporting. Therefore, the inclusion of information technology in the organizational environment provides the generation of reliable and accurate answers in a timely manner. Thinking of a more controlled organizational environment that better managed by its employees, a management system was created for the warehouse of IFES – Campus Alegre, called SysAlmox. The SysAlmox aims to improve the management of the entry and exit procedures and control of goods in the sector, since the system currently used is outdated and does not meet the current requests of the organization. For development, the tools that were used were PHP (Hypertext Preprocessor), CSS (Cascading Style

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Sheets), the database management system, MYSQL, and the Laravel framework. The system was developed using the MVC architectural pattern (Model-View-Controller). All system objectives were achieved successfully. After deployment, it was observed that the SysAlmox provided better returns for end users through the reports generated by the system and consequently better power in decision making in the sector.
KEYWORDS: Laravel Framework, MVC architecture, information technology

INTRODUÇÃO

O almoxarifado é o local responsável pela guarda de materiais, de forma organizada e sincronizada para que os produtos sejam disponibilizados com agilidade sempre que solicitados. Para melhor controle de um almoxarifado, são aplicados métodos modernos de gestão de estoques, permitindo redução de custos e uma melhora nos serviços prestados.

O gerenciamento de estoque está relacionado aos interesses financeiros e econômicos, para a evolução e amplitude da empresa. Para que isso aconteça, é necessário um planejamento estruturado, sob a administração de materiais no próprio almoxarifado.

Levando em consideração que o sistema de controle de almoxarifoado é importante para o bom desempenho das atividades, este trabalho tem como objetivo propor o desenvolvimento e implantação de um sistema de controle de almoxarifado para o Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre.

O Ifes – Campus de Alegre é uma instituição de ensino localizada no sul do Estado do Espírito Santo, caracterizada por ser uma instituição agrotécnica. A instituição em questão, além de abastecer os diversos setores com os materiais que são indispensáveis ao seu bom funcionamento, também atua com entradas e saídas de produção interna, caracterizando assim uma política de economato.

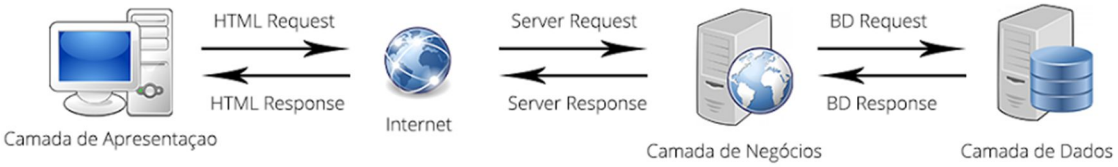
Diante disso, esse estudo traz uma proposta de desenvolvimento e implantação de um sistema de controle de almoxarifado, que atenda às tarefas cotidianas de um almoxarifado comum bem como ao economato (produção interna).

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema proposto foi desenvolvido para uma plataforma web com a linguagem de programação interpretada, PHP, e o sistema de gerenciamento de banco de dados(SGBD), MySQL, no servidor HTTP Apache. Esta combinação foi usada por causa da sua ubiquidade na comunidade de desenvolvimento web com a linguagem PHP sendo usada em uma estimação de 244 milhões de sites (IDE, 2013), o SGBD MySQL instalado em mais de 12 milhões de servidores (MySQL, 2009) e o servidor Apache disponibilizando cerca de 54% dos sites ativos (NETCRAFT, 2013). Esta ubiquidade permite uma manutenabilidade e portabilidade melhor e implantação mais fácil.

A arquitectura do sistema foi baseado no padrão de design, Model-View-Controller (MVC), cujo propósito é separar os elementos de um sistema, os principais sendo os dados, a lógica de negócio e a apresentação, permitindo mudá-los de forma independente. Essa separação de conceitos cria uma sistema mais mutável e portável que apoia um desenvolvimento incremental, facilitando a implementação de novas funcionalidades.

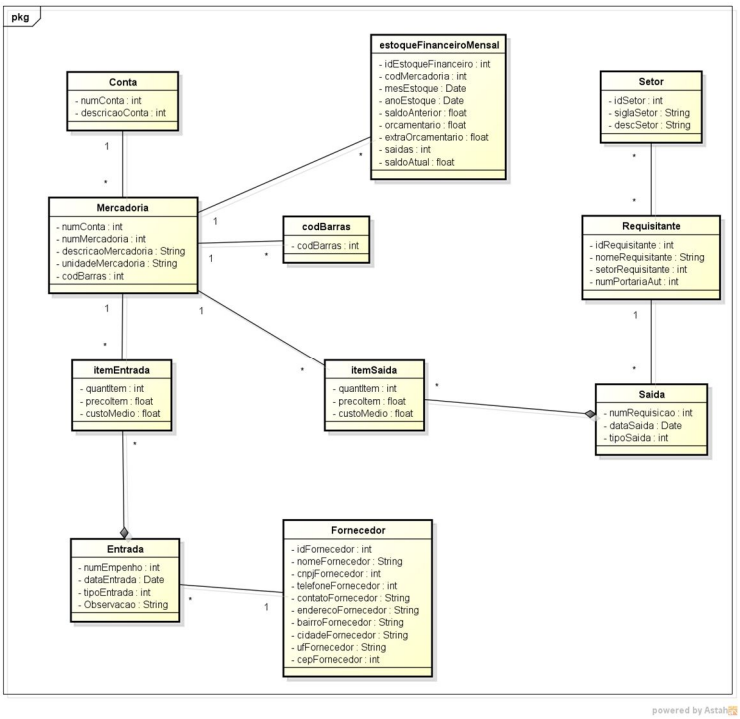
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Para implementar a arquitectura MVC, o sistema foi criado usando o framework Laravel, um framework web MVC feito em PHP. Esse framework traz uma estrutura pronta para o desenvolvimento de aplicativos web MVC e também fornece ferramentas para auxiliar no desenvolvimento como testes de unidade, gerenciador de dependências e engine de templating para o criação de interfaces.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de ser levantadas as necessidades do almoxarifado de IFES – Campus Alegre e um análise do sistema antigo que estava sendo usado, iniciou-se o planejamento do software, que contou com o levantamento de requisitos, a modelagem de dados e pesquisas sobre sistemas semelhantes. Identificou-se as fases do processo, de forma a criar mecanismos ao software, de auxiliar os funcionários completar seu trabalho.



Concluído o planejamento, o sistema passou a permitir que o usuário pudesse inserir informações no banco de dados. A partir da tela inicial o usuário poderá navegar por todo o sistema, bastando clicar no item desejado no menu superior. Para registrar um item, estando logado no sistema, o usuário deverá clicar no botão correspondente ao item que deseja registrar (mercadorias e fornecedores, por exemplo).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



CONCLUSÕES

Neste trabalho abordou-se o desenvolvimento de uma solução prática para o controle e gerenciamento interno de um almoxarifado, no qual foram utilizadas tecnologias, recursos, entrevistas e pesquisas para solucionar o problema proposto.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho observou-se que a metodologia adotada para a implementação e teste do software atendeu aos seus requisitos básicos, auxiliando assim os servidores do setor a efetuar um controle e gerenciamento de forma mais precisa.

Com isso, conclui-se que o SysAlmox cumpre os seus objetivos, mas, ainda assim, se verifica a necessidade de melhorias para melhor atender ainda mais setor.

Avalia-se a possibilidade de ser desenvolver no futuro funcionalidades no sistema que permita ao usuário realizar requisições de compra ou pedidos de material ao setor de forma totalmente online, bem como funções de controle de produção interna e outras necessidades que venham surgir.

REFERÊNCIAS

DE, Andy. **PHP just grows and grows.** Disponível em: <http://news.netcraft.com/archives/2013/01/31/php-just-grows-grows.html>. Acesso em: 21 set. 2015.

MYSQL AB. **CIO Guide: The Strategic Value of MySQL:** Reducing Costs and Improving Business Agility. 2009. Disponível em: <http://www.theleanmachine.com/MySQL_WhitePaper_CIO_v6.pdf>. Acesso em: 23 set. 2015.

NETCRAFT. **June 2013 Web Server Survey.** 2013. Disponível em: <http://news.netcraft.com/archives/2013/06/06/june-2013-web-server-survey-3.html>. Acesso em: 23 set. 2015.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

TÉCNICA DE PULSO DE ULTRASSÔNICO PARA AVALIAÇÃO DE DANOS MECÂNICOS EM GRÃOS DE CAFÉ BENEFICIADOS

MARIANA DE OLIVEIRA E SILVA[1],FRANCISCO CARLOS GOMES[2], MAYKMILLER CARVALHO RODRIGUE[3], RODRIGO ALLAN PEREIRA[4]

[1] Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, marianaoesilva@gmail.com
[2] Professor Associado, Universidade Federal de Lavras, fcgomes@deg.ufla.br
[3] Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, maykrodrigues@hotmail.com
[4] Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, rallap.ufla@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O conhecimento das características físicas do grão de café permite a transição do modelo de armazenamento convencional em sacarias para o armazenamento em silos e como medida indireta da melhoria e conservação da qualidade do grão armazenado. Nesse contexto, este trabalho foi realizado com o intuito de se determinar o módulo de elasticidade de uma massa de grãos de café pelo método de ensaio não destrutivo *Stress Wave Timer*. Para tanto um silo modelo foi construído, reproduzindo as condições de armazenamento, e os valores do módulo de elasticidade foram determinados. Os valores obtidos pelo *Stress Wave Timer* se encontram entre 2,54 a 4,23 MPa, sendo que a carga máxima exercida foi de 8,32 kN, e a pressão vertical calculada foi de 1,526 kPa. Para avaliar o impacto das condições de armazenamento e das cargas aplicadas durante o ensaio não-destrutivo, testes laboratoriais, aplicados em sementes, foram realizados.
PALAVRAS–CHAVE: módulo de elasticidade, *Stress Wave Timer*, teste de compressão

ULTRASONIC PULSE TECHNIQUE FOR EVALUATION OF MECHANICAL DAMAGE IN PROCESSED COFFEE BEANS

ABSTRACT: The knowledge of physics characteristic to grain coffee would allow the transition of the conventional storage model to grain store and as an indirect measure of improving and preserving the quality of stored grain. In this context, this work was realized with the intention of know the elasticity modulus of bulk grains of coffee by the method of non-destructive testing Stress Wave Timer. Thus a silo model was built to reproducing the conditions of storage, and the values of the elastic modulus measured. The values obtained with the Stress Wave Timer are among 2,54 to 4,23 MPa, and maximum load applied was 8.32 kN and vertical pressure was calculated in 1,526 kPa. To assess the impact of storage conditions, laboratory tests, applied to seeds were performed.
KEYWORDS: elasticity modulus, *Stress Wave Timer,* compression test

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Para a comercialização dos produtos agrícolas existem legislações reguladoras, sendo que para o café existe a Instrução Normativa n° 8, de 11 de julho de 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA e para o caso de sementes, a sua produção é regulada de acordo com o documento Regras para Análise de Sementes – RAS do MAPA. Ambos se utilizam de testes destrutivos e que são realizados em parcelas amostrais. Portanto não podem ser aplicadas em grandes quantidades de café armazenados, e percebe-se a necessidade de respostas da qualidade dos grãos de uma forma ampla e no menor tempo possível, com um custo reduzido.

O conhecimento das características físicas de grãos de café permite melhorias para minimizar danos mecânicos que possam ocorrer na colheita, no processamento e no armazenamento. Em grãos de café o dano mecânico externo acarreta em prejuízo, devido à perda de peso, e para sementes o dano interno pode inviabilizar a germinação. O dano mecânico é uma falha, um colapso na estrutura que ocorre em qualquer material devido à atuação de forças. Para as simulações e cálculos para a predição do comportamento de um material quando submetido a diferentes tipos de carregamento é necessário o conhecimento das propriedades mecânicas.

Para o desenvolvimento de uma metodologia não-destrutiva que realize a avaliação da qualidade de grãos de café armazenados, aplicada em grandes volumes, o conhecimento do módulo de elasticidade para grãos de café armazenados a granel surge como uma escolha economicamente viável, devido ao fato deste ser um indicativo de falha do material, servindo então como medida indireta da qualidade. Uma opção não destrutiva para determinar o módulo de elasticidade é a técnica de pulso ultrassônico, que possui um conceito simples, de fácil aplicação e que tem sido amplamente empregado na determinação do módulo de elasticidade dos materiais sólidos.

O emprego de ondas ultrassônicas no estudo do comportamento mecânico de diversos materiais encontra-se difundido, sendo possível encontrar equipamentos comerciais para a aquisição de dados. Outra forma de determinar o módulo de elasticidade é por meio do teste de compressão universal. O teste pode ser descrito como sendo a aplicação de uma carga de compressão, estática ou cíclica, em corpos de prova e durante o ensaio são medidos os dados de força-deformação e se obtém uma curva de deformação em função do tempo.

Testes laboratoriais fornecem resultados para detecção e avaliação de danos mecânicos. Possuem a desvantagem de serem destrutivos e acontecerem em parcelas amostrais, mas como SILVA & MARQUES (2006) salientaram estes ensaios servem como parâmetros de calibração para ensaios não-destrutivos. O teste de tetrazólio é um teste bioquímico, geralmente utilizado para avaliar o vigor, determinar a viabilidade das sementes, detectar danos por secagem, por insetos e por umidade bem como, danos mecânicos de colheita e/ou beneficiamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o experimento foram utilizadas amostras de café comerciais. Os grãos foram beneficiados, assim como na agroindústria. Depois foram selecionados manualmente, descartando aqueles que apresentassem danos visuais.

Os grãos de café foram submetidos a dois tipos de ensaios mecânicos, o ensaio de compressão uniaxial e o ensaio de pulso ultrassônico simultaneamente. E para avaliar o efeito e a diferenciação entre os ensaios, foi realizado o teste de tetrazólio adaptado.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Teste de Compressão Uniaxial

Para a realização dos ensaios mecânicos foi construído um modelo (FIGURA 1) semelhante ao aparelho de ensaio utilizado por CHUNG (2006) e por JOHNSTONE (2010. O modelo foi construído com base no que é proposto pela EN 1991-4 199.

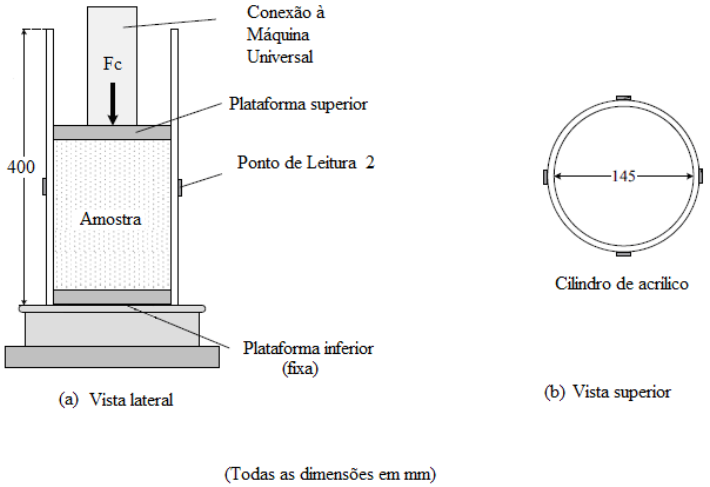


Figura 1- Configuração experimental para o ensaio de compressão.

O cilindro foi carregado com os grãos de café e deu-se início ao teste de compressão. No ensaio, a carga fixa aplicada pela mesa foi de 30 kN e a velocidade constante de deslocamento da mesa de 2 mm/min. Durante este movimento de descida a mesa foi pausada em alturas pré-determinadas para que fosse realizada a leitura pela técnica de pulso ultrassônico. As leituras ocorreram em três medidas de alturas. Após os testes, amostras de grãos de café foram retiradas e submetidas aos testes laboratoriais, para avaliação dos efeitos da compressão nos grãos de café.

Técnica de Pulso Ultrassônico

O ensaio pela técnica de pulso ultrassônico foi realizado por meio do equipamento *Stress Wave Timer*, modelo 239A, da fabricante Metriguard. Este equipamento gera uma onda elástica num material sólido e consegue medir o tempo de propagação desta onda por uma distância conhecida, permitindo o cálculo da velocidade, conforme pode ser visto na Equação 1. E por meio da Equação 2 podemos estimar o valor do módulo de elasticidade.

$$v_0 = \frac{L}{t} \tag{1}$$

$$E_d = \frac{v_0^2 \times D}{g} \times 10^{-6} \tag{2}$$

Na Equação 2 temos que v_o é a velocidade de propagação da onda, L a distância percorrida pela onda em metros (m), t o tempo de trânsito da onda medido pelo aparelho em milisegundos (ms). Na Equação 3 temos que E_d é o módulo de elasticidade em MPa, g a aceleração da gravidade e D a densidade da massa de grãos em kg/m³.

As medições foram realizadas na lateral do protótipo, a partir de três cotas do modelo do silo, considerando a parte inferior na cota de 100mm, a parte central 200mm e a parte superior 300mm, seguindo uma única direção. Assim, foram realizadas as leituras de tempo de trânsito da onda medido pelo aparelho em milisegundos (ms).Para cada pausa pré-determinada foram realizadas três leituras em três alturas de medições. Foram realizados três ensaios, com três repetições cada. No primeiro ensaio, as alturas de descida pré-determinadas da mesa da máquina de ensaio foram de 5 mm e de 10 mm. No segundo ensaio foram de 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm. No terceiro ensaio

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

foram de 5 mm, 10 mm, 15 mm, 20 mm, 25 mm e de 30 mm. Em todos os ensaios foram realizadas as leituras antes do ensaio para desconsiderar o efeito da compressão em 0 mm.

Teste de Tetrazólio

O teste foi conduzido com quatro repetições de 25 grãos café de cada ensaio que foram selecionados ao acaso, descartando apenas os grãos tipo moca, para que houvesse uma maior padronização física na leitura dos resultados. O teste foi realizado apenas no endosperma, para verificação de danos externos (VIEIRA, 1998). Para o teste foi realizada a embebição dos grãos por 48 horas, à temperatura de 30°C, em água destilada. Depois ocorreu a lavagem em água destilada e a embebição na solução de tetrazólio 1% em frascos escuros, mantidos a temperatura de 30°C por um período de 24 horas, período este em que ocorre a coloração. Após a coloração foi realizada outra lavagem e os grãos foram postos para secagem. Os grãos foram, então, digitalizados por meio do Sistema de Análise de Imagens, aparelho desenvolvido pela empresa Tbit, onde houve uma ampliação das imagens para uma melhor visualização dos defeitos que foram coloridos pelo tetrazólio. Por meio da avaliação visual, foi possível classificar os danos externos dos grãos de acordo com a localização e a extensão.

Seguindo uma metodologia semelhante à que foi aplicada por FREITAS (2013), foi realizada a análise visual de danos que foram coloridos, atribuindo-se notas de 1 a 3 (FIGURA 2). A análise foi realizada por apenas um avaliador, objetivando uniformização de resposta e a minimização de possíveis erros.



Figura 2 - Atribuição de notas aos danos evidenciados pelo teste de tetrazólio. Nota 1, grãos com área afetada menor que 25 %; Nota 2; grãos com área afetada entre 25 e 75%; Nota 3, grãos com área afetada maior que 75%.

Utilizando-se desta escala de notas foi contabilizada a porcentagem de grãos de café que correspondiam a cada nota em cada repetição. Buscando obter um valor integrado para cada repetição dos tratamentos, ou seja, um valor que tenha variância de 0 (nenhum dano) a 100% (máximo dano), empregou-se a Equação 3, que é uma adaptação do índice de MCKINNEY (1923). Com esta equação e conceito foi determinado o Índice de Severidade de Danos (ISD) com a capacidade de caracterizar o grau dos danos dos grãos de café.

$$ISD = \frac{\sum(grau\ de\ escala \times frequência)}{(n°total\ de\ unidades \times grau\ máximo\ da\ escala)} \times 100 \quad (3)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teste de Compressão Uniaxial e Técnica de Pulso Ultrassônico

A máquina de ensaios universal forneceu os diagramas de tensão-deformação. Também foram fornecidos os valores de carga em kN para cada movimento da mesa. O aparelho *Stress Wave Timer* forneceu os dados necessários para o cálculo do módulo de elasticidade por meio da Equação 3. Na

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

tabela 1 podemos verificar os valores médios dos módulos de elasticidade (Ed) obtidos para cada cota em cada tipo de teste, sendo estes valores as médias entre as repetições.

Tabela 1 - Valores médios do Módulo de Elasticidade obtidos com o ensaio de compressão e pela técnica de pulso ultrassônico

Ensaio	**Média dos Módulos de Elasticidade (MPa)**	
	Compressão Uniaxial	**Stress Wave Timer**
cota 1 (0-100mm)	5,27	2,54
cota 2 (0-200mm)	6,09	2,83
cota 3 (0-250mm)	6,18	4,23

Observa-se um aumento gradual do valor do módulo de elasticidade com o aumento da carga. Isto se deve ao fato do valor do módulo ser dependente da densidade da amostra, que aumentou em cada tratamento devido à maior compactação desta. Da mesma forma, os gráficos da tensão-deformação, obtidos pelo software da Máquina de Ensaios Universal para cada repetição de cada cota, apresentam uma maior inclinação com o aumento da carga e com a mudança das cotas. Como é observado no Gráfico 1.

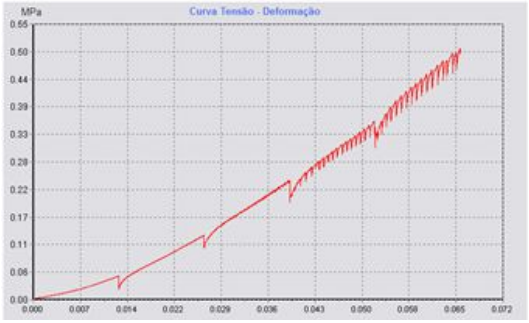


Gráfico 1 - Gráfico tensão-deformação fornecidos pela Máquina de Ensaio Universal equivalentes a repetição 3 da cota 3.

No gráfico observa-se o momento em que foram feitas as pausas para a leitura do aparelho *Stress Wave Timer*. O decréscimo das tensões se deveu as acomodações do produto no momento da medição da carga do acelerômetro. É possível observar que no último trecho ocorre variações da carga aplicada, estas podem ser provenientes da acomodação dos grãos nos espaços vazios e devido à sua forma semicircular. A carga máxima aplicada ao café ocorreu durante a cota 3 na repetição 3, com o valor de 8,32 kN.

Os dados obtidos pela técnica de pulso ultrassônico possuem um comportamento semelhante aos obtidos pela máquina de ensaios universal, ou seja, um aumento gradual do valor do módulo. Para o cálculo do módulo de elasticidade utilizamos a Equação 1. Esta pressupõe que com um aumento da densidade e/ou da velocidade haverá um aumento do módulo da elasticidade, criando uma curva linear. Durante as leituras não se observou esse comportamento, havendo picos ou quedas do valor do módulo de elasticidade em alguns pontos. As variações podem ser observadas no Gráfico 2 que representa o valor do módulo de elasticidade em função da densidade para cada altura de leitura realizada em cada cota. Para a confecção deste gráfico os valores de densidade de todas as cotas foram adicionados de forma crescente e separados apenas com relação à altura de leitura do aparelho *Stress Wave Timer*. Para cada valor de densidade há um valor correspondente de módulo de elasticidade obtido por meio da Equação 1. Observa-se uma maior linearidade no gráfico correspondente a leitura realizada na altura de 200mm (b), ou seja, no ponto médio do silo modelo.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

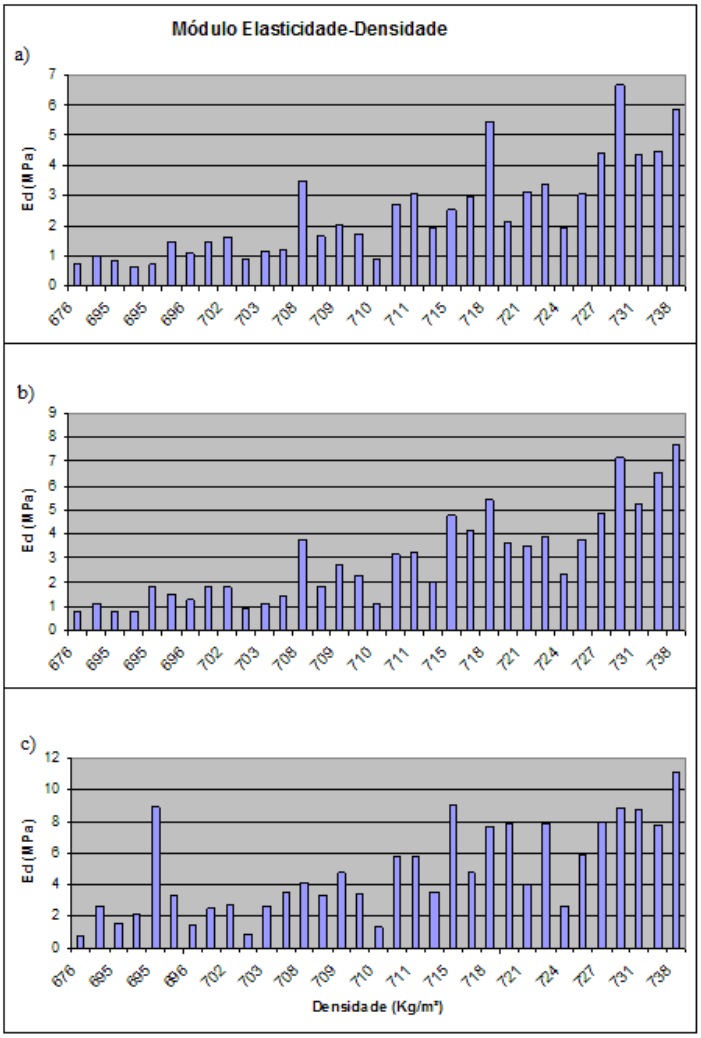


Gráfico 2 - Variação do Módulo de Elasticidade em função da Densidade. a) Leitura a100 mm. b) Leitura a 200 mm. c) Leitura a 300 mm.

Teste de Tetrazólio

Na Tabela 2 encontramos os resultados do teste de tetrazólio. É possível observar, com base na classificação descritiva, o Índice de Severidade dos Danos em função dos tratamentos.

Tabela 2 - Índice de Severidade dos Danos, Condutividade Elétrica.

Cotas	**ISD (%)**
0	86,37 a1
1	88,55 a1
2	90,66 a1
3	94,66 a2

* Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste Scott-Knott (5% de significância).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Com relação ao ISD os resultados classificam os grãos como danificados, mesmo a testemunha (cota 0), não podendo ser possível determinar uma grande variação entre as cotas. O teste de Scott-Knot indica a cota 3 como o mais severo e é possível observar um significativo aumento do índice, sinalizando uma maior quantidade de danos externos, pois a testemunha (cota 0) obteve o menor ISD, com valor de 86,37 % e a cota 3 obteve o maior, com valor de 94,66 %. O teste de tetrazólio evidenciou os danos externos, que provavelmente são oriundos do beneficiamento mecânico.

CONCLUSÕES

O ensaio de compressão e o aparelho *Stress Wave Timer* forneceram valores de módulo de elasticidade. Embora estes valores sejam diferentes entre si, apresentam o mesmo comportamento, ou seja, o seu valor médio aumenta com o aumento da carga aplicada e da densidade da amostra.

O método do *Stress Wave Timer* indicou um módulo de elasticidade de 4,23 MPa denotando a partir deste valor danos mecânicos constados pelo teste tetrazólio.

O teste de tetrazólio, aplicado ao endosperma e por meio do índice de severidade de danos, foi capaz de diferenciar estatisticamente as cargas aplicadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de suporte financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS

CHUNG, Y. C. and OOI, J. Y. Confined Compression and Rod Penetration of a Dense Granular Medium: Discrete Element Modelling and Validation. **Modern Trends in Geomechanics** v. 106, p. 223-239, 2006.

Eurocode 1, Part 4, Basis of design and actions on structures, Actions in silos and tanks. EN 1991-4 (2006)

FREITAS, M. N.; Métodos fisiológicos, bioquímicos e análise de imagem para avaliar a qualidade do café. 2013. 165 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2013.

JOHNSTONE, M. W. Calibration of DEM models for granular material using bulk physical tests. 2010. 310 p. Tese (Doctor of Philosophy) – The University of Edinburgh, 2010.

MCKINNEY, R. H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by Helminthosporium sativum. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 6, p. 195-218, 1923.

SILVA JR., S. F.; MARQUES, P. V.. Ensaios Não Destrutivos. 2006. Apostila.

VIEIRA, M. G. G. C.. Testes rápidos para a determinação da viabilidade e da incidência de danos mecânicos em sementes de cafeeiro. Lavras, MG: UFLA, 1998 34 p. (UFLA. Boletim Agropecuário ; 26).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

TEMPERATURA SUPERFICIAL DE CODORNAS JAPONESAS SUBMETIDAS A TEMPERATURAS ENTRE 20°C E 26°C

WELLINGTON WASHINGTON ANDRADE DE MELO JUNIOR[1], ANDRÉ LUIZ NOGUEIRA AMARO[2], JAQUELINE DE OLIVEIRA CASTRO[3], TADAYUKI YANAGI JUNIOR[4], ÉDISON JOSÉ FASSANI[5], DANÚBIA LAZARINI DE BARROS[6]

[1] Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras - UFLA, wamelo@outlook.com
[2] Mestrando em Engenharia de Sistemas, Universidade Federal de Lavras - UFLA, andr.nogueira@gmail.com
[3] Zootecnista, Prof. Adjunto, Universidade Federal de Lavras - UFLA, (35) 3829-1491, jaqueline.castro@deg.ufla.br
[4] Engenheiro Agrícola, Prof. Associado, Universidade Federal de Lavras - UFLA, yanagi@deg.ufla.br
[5] Zootecnista, Prof. Associado, Universidade Federal de Lavras - UFLA, (35) 3829-1231, fassani@dzo.ufla.br
[6] Graduanda em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras - UFLA, danubia.barros@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Objetivou-se avaliar a influência de diferentes temperaturas do ar (t_{ar}) sobre a temperatura superficial máxima, média e mínima ($ts_{máx}$, $ts_{méd}$ e $ts_{mín}$, respectivamente) de codornas japonesas em fase de postura, por meio da termografia. O experimento foi conduzido em quatro túneis de vento climatizados, durante 21 dias, em que as t_{ar} contínuas dentro de cada túnel representavam um tratamento, 20°C, 22°C, 24°C e 26°C, sendo 20°C o tratamento controle. As codornas passaram por período de aclimatação em temperatura de conforto (20°C) durante 10 dias. Foram utilizadas quatro repetições e oito codornas em cada repetição, em um delineamento inteiramente causalizado. Imagens termográficas de cada repetição foram feitas semanalmente e analisadas por meio do *software* SmartView®. As $ts_{máx}$, $ts_{méd}$ e $ts_{mín}$ foram obtidas por meio da delimitação de cada codorna e, posteriormente, foram calculadas as médias de cada repetição. As temperaturas superficiais aumentaram a medida que a $t_{ar,}$ aumentou, sendo as maiores temperaturas superficiais observadas quando as codornas foram submetidas a 26°C. As $ts_{máx}$, $ts_{méd}$ e $ts_{mín}$ foram influenciadas pela temperatura ambiente a partir de 24°C. Foram observadas diferenças na $ts_{mín}$ assim como na $ts_{méd}$, a partir de temperaturas do ar de 24°C e 26°C, no entanto, não houve influência na ts_{max} nestas t_{ar}. Portanto, a temperatura ambiente a partir de 24°C promove a variação da temperatura superficial de codornas japonesas em fase de postura.
PALAVRAS–CHAVE: ambiência animal, coturnicultura, termografia.

SURFACE TEMPERATURE OF JAPANESE QUAIL SUBMITTED TO TEMPERATURES BETWEEN 20° AND 26°

ABSTRACT: The objective was to evaluate the influence of different air temperatures (t_{air}) on the surface temperature maximum, average and minimum (ts_{max}, ts_{med} e ts_{min}, respectively) of Japanese quails in laying phase, through thermography. The experiment was conducted in four acclimatized wind tunnels for 21 days, in which the temperatures of the air represented a treatment, 20°C, 22°C, 24°C and 26°C, continuous within each tunnel, whereas 20°C the control treatment. The quails passed through acclimatization period in the comfort temperature (20°C) for 10 days. Four replicates and eight quails were used in each repetition in a completely randomized block design. Thermographic images of each repetition were made weekly and analyzed by the SmartView® software. The ts_{max}, ts_{med} e ts_{min} were obtained by delimiting each quail and, later, were calculated

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

the averages of each repetition. The surface temperatures increased as the air temperature increased, and higher surface temperatures were observed when quail were subjected to 26°C. The maximum, medium and minimum temperatures have been influenced by the ambient temperature from 24 ° C. Differences were observed in ts_{min} and in ts_{med}, from air temperatures of 24°C and 26°C, however, there was no influence on ts_{max} in these same t_{air}. Therefore, the ambient temperature from 24°C promotes the variation of the surface temperature in Japanese egg-laying quail.
KEYWORDS: animal well-being, quail farming, thermography

INTRODUÇÃO

A produção de ovos de codorna tem se desenvolvido de forma expressiva no Brasil. (Barreto et al., 2007). A coturnicultura tem em seu sucesso a fácil adaptação às diferentes condições de criação, maturidade sexual precoce, elevada produção de ovos, baixo consumo de ração e rápido crescimento. A expansão do setor abriu espaço para melhorias de todos os aspectos da produção como a seleção de linhagens, nutrição, manejo de aves, sanidade, processamento de ovos e carne e, consequentemente, pesquisas são necessárias em todas essas áreas (Minvielle, 2004). Um dos maiores problemas da avicultura tem sido a criação de aves em altas temperaturas. As aves, com sua capacidade homeotérmica, são capazes de regular sua temperatura corporal, entretanto, esse mecanismo de equilíbrio térmico despende em torno de 80% da energia absorvida, limitando o restante para produção (Scolari, 2005). Na zona termoneutra, no entanto, as aves despendem pouca energia para manter sua homeotermia, de modo que praticamente toda energia assimilada da dieta é destinada aos processos produtivos (Araújo et al., 2007). A faixa termoneutra está relacionada a um ambiente térmico ideal, no qual as aves encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas (Nazareno et al., 2009). A dissipação de calor em aves é controlada por meio da taxa de evaporação no trato respiratório e da alteração do fluxo sanguíneo na superfície corpórea (Broucek et al., 2009). O estudo de Nääs et al. (2010) a respeito da temperatura superficial de frangos de corte de 42 dias de idade, concluiu que a região onde há predominância de penas apresenta menor temperatura, consequentemente, as partes sem penas apresentaram maior temperatura devido à maior vascularização na presença de ambiente quente e que representam maior potencial de dissipação de calor na forma sensível. Os índices de temperatura e umidade do ar não são suficientes para medir o conforto dos animais, sendo assim, a análise da temperatura superficial é uma importante variável no bem estar, servindo como indicativo fisiológico de condições inadequadas no aviário (Nascimento et al., 2011). O uso da tecnologia de processamento de imagens termográficas pode ser eficaz na estimativa da temperatura superficial de áreas, ambientes e animais, através da medição de energia infravermelha emanada em um intervalo espectral conhecido. De acordo com Tessier et al. (2003), um detector térmico capta essa energia infravermelha e a converte em um sinal elétrico proporcional à intensidade da temperatura de superfície e, a partir daí, com a utilização de *softwares* pode-se descrever as variações térmicas do ambiente. Esta técnica vem sendo usada por diversos autores para diferentes finalidades como calos em pés de frangos (Wilcox et al., 2009), temperatura superficial de frangos de corte de 42 dias (Nääs et al., 2010), temperatura superficial de codornas (Sá Filho, 2011, NUNES et al., 2014), efeitos da exposição de poedeiras comerciais ao frio (Alves et al., 2012), mapeamento da temperatura superficial em aves silvestres (Tortato, et al., 2015). Entretanto, trabalhos que utilizam a análise termográfica para codornas japonesas ainda são pouco encontrados na literatura. Em qualquer estudo de respostas aos efeitos do ambiente na eficiência, conforto e bem-estar animal, é clara a necessidade de expressar numericamente o ambiente que lhe concerne. Com vista ao

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

entendimento dessas variáveis térmicas externas e melhoria no manejo produtivo de codornas japonesas, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência de diferentes temperaturas do ar até 32°C sobre a temperatura superficial máxima, média e mínima de codornas japonesas em fase de postura, por meio da termografia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, de 21 dias, foi conduzido durante os meses de maio a julho de 2012, em quatro túneis de vento climatizados instalados em um Laboratório de Ambiência Animal. O laboratório estava equipado com dois sistemas de ar condicionado para a manutenção das variáveis, temperatura do ar (tar) e da umidade relativa (UR), que foram registradas a cada minuto. O sistema de aquisição e controle das variáveis ambientais foi composto por um datalogger (CR1000, Campbell Scientific®), um multiplexador de canais (AM16/32B, Campbell Scientific®), um controlador de relês (SDM-CD16AC, Campbell Scientific®) e sensores de tar e UR (HMP45C, Vaisala®). Foram utilizadas 128 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) no início do pico de produção (11 semanas de idade). As aves foram selecionadas de acordo com o peso corporal e produção de ovos, para que se obtivesse um lote homogêneo e reduzisse possíveis efeitos individuais. Após a seleção, as aves foram alojadas dentro dos túneis de vento climatizados, onde passaram por período aclimatação de dez dias em temperatura de 20°C. Cada túnel de ventilação continha duas gaiolas (50 x 38 x 21 cm), divididas em dois compartimentos, em que, cada compartimento representava uma repetição, totalizando quatro repetições em cada tratamento. As gaiolas eram equipadas com comedouros tipo calha e bebedouros automáticos tipo “copinho”. Foi utilizada uma taxa de lotação de 16 aves por gaiola, sendo oito aves por compartimento, obtendo-se a lotação de 118,75 cm^2 ave^{-1}. Foram instaladas quatro lâmpadas incandescentes (20 W) no interior de cada túnel para a obtenção 20 lux e de um programa de luz de 16 horas diárias, de acordo com Molino et al. (2015). Durante todo o período experimental, as aves foram submetidas a idêntico manejo alimentar. A alimentação foi fornecida *ad libitum* e o arraçoamento foi realizado quatro vezes ao dia (7 h, 11 h, 15 h e 19 h). As aves foram alimentadas com ração balanceada de acordo com Rostagno et al. (2011). Os tratamentos experimentais foram as tar às quais as codornas foram submetidas: 20°C, 22°C, 24°C e 26°C, sendo a temperatura 20°C o tratamento controle. Os valores de tar e UR avaliados neste experimento foram obtidos a partir dos valores de conforto estabelecidos por Nääs (1989). A UR para todos os tratamentos foi mantida próxima a 60%, e a velocidade do ar em 0,3±0,1 m s-1. Imagens termográficas de cada repetição foram feitas semanalmente por meio de uma câmera Fluke Ti55 (Figura 1) e analisadas por meio do *software* SmartView®. Por meio do *software* SmartView® foi delimitada a área das codornas dentro de cada repetição, excluindo-se as regiões pertencentes a gaiola, e posteriormente, identificou-se as temperaturas superficiais (ts) máximas, médias e mínimas ($ts_{máx}$, $ts_{méd}$ e $ts_{mín}$, respectivamente). O delineamento foi inteiramente casualisado, as variáveis foram submetidas à análise de variância no programa estatístico SISVAR 5.3 (Ferreira, 2010) e as médias foram comparadas através do teste Scott Knott a 5% de significância.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

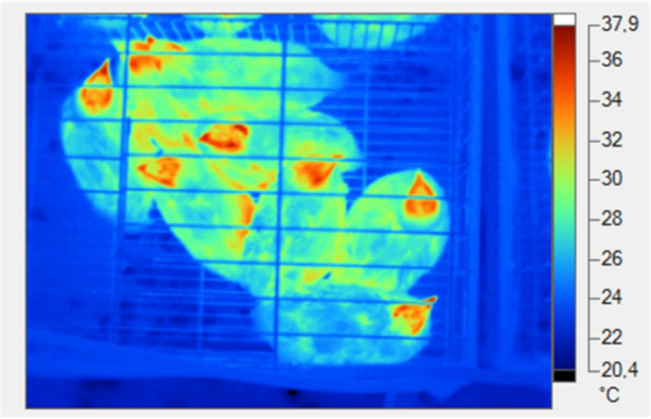


Figura 1 - Imagem termográfica das codornas dentro do túnel de vento climatizado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que os valores desejados e observados da t_{ar} (°C) apresentaram baixo desvio padrão (Tabela 1). Os maiores desvios da UR quando comparado aos desvios da t_{ar} são explicados pela própria natureza da variável, da acurácia dos sensores e pelo comportamento das aves sob situações de estresse por calor, em que entra em funcionamento o sistema de dissipação de calor, caracterizado pela hiperventilação e evaporação de água dos pulmões das aves sujeitas a altas t_{ar} (Carvalho & Fernandes, 2013), além da evaporação da umidade das fezes.

Tabela 1 - Temperatura superficial máxima, média e mínima ($ts_{máx}$, $ts_{méd}$ e $ts_{mín}$, respectivamente) de codornas japonesas em fase de postura submetidas a diferentes temperaturas do ar.

Variáveis térmicas	Tratamentos			
$t_{desejada}$ (°C)	20	22	24	26
t_{obs} (°C)	20,8 ±0,5	22,2 ±0,2	24,2 ±0,2	26,1 ±0,2
UR_{obs} (%)	60 ±2	60 ±2	60 ±0	60 ±1

Nota: $t_{desejada}$ e t_{obs}: temperaturas do ar desejadas e observadas no interior dos túneis de vento climatizados;
UR_{obs}: umidade do ar observada no interior dos túneis de vento climatizados, sendo que, o valor desejado era de 60%.

A partir da Tabela 2 foi possível observar que para 20°C e 22°C as ts não diferiram entre si, ou seja, essas temperaturas não influenciam a ts das codornas. A partir dos 24°C, no entanto, foi possível observar diferenças entre as ts ($p<0,05$). Para 24°C e 26°C foram observadas que a $ts_{mín}$ e $ts_{méd}$ apresentaram variação significativa ($p<0,05$), ao contrário da $ts_{máx}$ que não sofreu alterações para estas temperaturas.

A ts está diretamente relacionada a t_{ar} (Sá Filho, 2011; Nascimento et al., 2011b), pois, para a dissipação do calor corporal para o ambiente, é necessário que exista diferença de temperatura entre t_{ar} e ts. A partir de 24°C a dissipação de calor na forma sensível para o ambiente será menor, fazendo com que aumente as trocas de calor na forma latente. Este é um processo de alto custo, que aumenta a atividade dos músculos respiratórios, podendo alterar o pH do sangue, causando a alcalose respiratória (Cassuce, 2011), que afetará diretamente a qualidade dos ovos.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 2 – Valores mínimos ($ts_{mín}$), médios ($ts_{méd}$) e máximos ($ts_{máx}$) das temperaturas superficiais de codornas japonesas submetidas aos diferentes tratamentos (temperaturas do ar).

Variáveis Térmicas	Tratamentos				CV
	20	22	24	26	
$ts_{mín}$	24,20a	25,05a	26,09b	27,67c	2,19
$ts_{méd}$	27,5a	28,14a	29,21b	30,18c	1,96
$ts_{máx}$	31,95a	32,19a	33,14b	34,03b	2,58

Nota: Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem entre si pelo teste Scott Knott ($p<0,05$).

A partir das imagens termográficas também foi possível observar, que as regiões da cabeça e dos pés são as que tiveram maiores temperaturas, este resultado também foi encontrado por Souza Jr et al. (2013).

CONCLUSÕES

Por meio da análise de imagens termográficas é possível concluir que partir da temperatura ambiental de 24°C as codornas japonesas, em fase de postura, apresentam variação na temperatura superficial máxima, média e mínima.

REFERÊNCIAS

ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. 1 ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, p.289, 2003.

ALVES, F. M. S.; FELIX, G. A.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; NÄÄS, I. A.; SOUZA, G. M.; CALDARA, F. R.; GARCIA, R. G. Impact of exposure to cold on layer production. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 14, n. 3, p. 223-226, 2012.

ALVES, S. P.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.35, p.1388-1394, 2007.

ARAÚJO, M. S.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S. Níveis de cromo orgânico na dieta de codornas japonesas mantidas em estresse por calor na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnica**, v.36, n.3, p.584-588, 2007.

BARRETO, S. L. T.; ARAÚJO, M. S.; UMIGI, R. T.; MOURA, W. C. O.; COSTA, C. H. R.; SOUSA, M. F. Níveis de sódio em dietas para codorna japonesa em pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1559-1565, 2007.

BROUCEK, J.; KISAC, P.; UHRINCAT, M. Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. **International Journal of Biometeorology**, v.15, p.201- 208, 2009.

CARVALHO, L. S. S.; FERNANDES, E. A. Formação e qualidade da casca de ovos de reprodutoras e poedeiras comerciais. Medicina Veterinária, v.7, n.1, p.35-44, 2013.

CASSUCE, D. C. Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil. **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p.103, 2011.

FERREIRA, D. F. **Programa de análises estatísticas (*Statistical Analysis Software*) e planejamento de Experimentos-SISVAR 5.3**. Universidade Federal de Lavras, 2010.

FURTADO, D. A.; MOTA, J. K. M.; NASCIMENTO, J. W. B. do; SILVA, V. R. da; TOTA, L. C. A. Produção de ovos de matrizes pesadas criadas sob estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.748-753, 2011.

FUKAYAMA, E. H.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; FREITAS, E. R. Efeito da temperatura ambiente e do empenamento sobre o desempenho de frangas leves e semipesadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.6, p.1272-1280, 2005.

MACARI, M., FURLAN, R. L., GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 296p., 1994.

MINVIELLE, F. The future of Japanese quail for research and production. **World Poultry Science Jounal**, v.60, 2004.

NÄÄS, I. A.; NASCIMENTO, G. R.; BARACHO, M. S.; MOURA, D. J. **Utilização de Imagens Termográficas na Produção de Frangos de Corte**. Artigo técnico Publicado o 19 de Maio de 2010. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/utilizacao-imagens-termograficasproducao-t268/124-p0.html> Acesso em: 28 set. 2015.

NÄÄS, I. A.; ROMANINI, C. E. B.; NEVES, D. P.; NASCIMENTO, G. R.; VERCELLINO, R. A. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. **Scientia Agricola**, v.67, n.5, p.497-502, 2010.

NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA, E. M. R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.802-808, 2009.

NASCIMENTO, G. R.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D. F.; BARRACHO, M. S.; GARCIA, R. Assessment of broiler surface temperature variation when exposed to different air temperatures. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.13, n.14, p.259-263, 2011.

NASCIMENTO, G. R.; PEREIRA, D. F.; NÄÄS, I. A.; RODRIGUES, L. H. A. **Índice Fuzzy de conforto térmico para frangos de corte**. Engenharia Agrícola, v.31, n.2, p.219-229, 2011.

NUNES, K. C.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; SANTANA, M. R.; CALDARA, F. R. Efeito da temperatura ambiente e energia na ração de codornas japonesas (Coturnix japonica), **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.19; p.839-845, 2014.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; DONZELE, J. L.; ALMEIDA e SILVA, M.; SOARES, R. T. R. N.; CUSTODIO, G. S.; PENA, K. S. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1181-1189, 2003.

RODRIGUES, L. R. **Índices de conforto térmico, fisiológicos e produtivos de codornas japonesas alimentadas com redução proteica**. Dissertação - Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola), Campina Grande, PB, 2012.

SÁ FILHO, G. F.; TORQUATO, J. L.; SOUZA JUNIOR, J. B. F.; DOMINGOS, H. G. T.; COSTA, L. L. M. **Temperatura corporal de codornas (*Coturnix coturnix japônica*) submetidas a diferentes temperaturas do ar**. Trabalho apresentado ao X Congresso de Ecologia do Brasil. São Lourenço, Minas Gerais, 16 a 22 set. 2011.

SCOLARI, T.M.G. **Estudo detalha conduta das aves em diferentes condições de temperatura**. Embrapa Suínos e Aves. 2005. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/?ids=&idn=445> Acesso em: 12 set. 2015.

SOUZA Jr, J. B. F.; QUEIROZ, J. P. A. F.; DOMINGOS, H. G. T.; TORQUATO, J. L.; SÁ FILHO, G. F.; COSTA, L. L. M. Avaliação termográfica de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Journal of Animal Behavior and Biometeorology**, v.1, n.2, p.61-64, 2013.

TESSIER, M.; DU TREMBLAY, D.; KLOPFENSTEIN, C.; BEAUCHAMP, G.; BOULIANNE, M. Abdominal skin temperature variation in healthy broiler chickens as determined by thermography. ***Poultry Science,*** *v.82, p.846-849,* 2003.

TORQUATO, J. L.; SOUZA Jr, J. B. F.; QUEIROZ, J. P. A. F.; COSTA, L. L. M. Termografia infravermelha aplicada a emas (*Rhea americana*). **Journal of Animal Behavior and Biometeorology**, v.3, n.2, p.51-56, 2015.

VERCESE, F. Efeito da temperatura sobre o desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2010.

WELKER, J. S.; ROSA, A.P.; MOURA, D. J.; MACHADO, L. P.; CATELAN, F.; UTTPATEL, R. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1463-1467, 2008.

WILCOX, C. S.; PATTERSON, J.; CHENG, H. W. Use of thermography to screen for subclinical bumblefoot in poultry. **Poultry Science**, v.88, n.6, p.1176-1180, 2009.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

TESTES E CERTIFICAÇÃO DE CABOS DE REDE UTP CAT5e COM O EQUIPAMENTO FLUKE NETWORKS DTX-1800

CELSO I. FRISON[1], GUILHERME H. L. SOUZA 2[2], ABRAHAM S. LINCOLN[3]

[1] Prof. Assistente IV, PUC Minas *campus* Poços de Caldas, (35)3729-9255, celso.pucpcaldas@gmail.com
[2] Eng. Eletricista, PUC Minas *campus* Poços de Caldas, (35)9209-7827, guihlsouza@hotmail.com
[3] Gerente de Qualidade, General Cable Brasil, (35)8451-0724, abraham_schumann@generalcablebrasil.com

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Este trabalho trata da análise dos resultados obtidos em testes de cabos de rede UTP, categoria 5e, utilizando-se os equipamentos Fluke Networks DTX-1800 e AESA VEGA 1204. Os ensaios foram realizados no laboratório da empresa de condutores elétricos, General Cable Brasil. Os parâmetros elétricos analisados foram: atenuação do sinal transmitido, perda de retorno e crosstalk. Um total de 35 amostras, com 100 metros de comprimentos cada, foram testadas no AESA VEGA 1204, conforme norma. Posteriormente, coletou-se 20 metros de cada uma das 35 amostras e realizaram-se novos ensaios no Fluke Networks DTX-1800. A partir dos resultados dos parâmetros elétricos obtidos, foi realizado uma regressão de terceira ordem, com o auxílio do software MiniTab, encontrando equações para cada parâmetro elétrico, relacionando os resultados obtidos em ambos equipamentos. Com este estudo, coletando-se apenas 20 metros de amostras de cabos de rede categoria 5e, é possível realizar o ensaio utilizando-se o Fluke Networks DTX-1800, reduzindo a sucata. O trabalho desenvolvido possibilitou uma redução de 80% de material coletado para teste, o que consequentemente, gera uma redução significativa no custo de ensaio do cabo.
PALAVRAS–CHAVE: CAT5e, Fluke DTX-1800, UTP.

TESTS AND CERTIFICATION OF UTP CAT 5e NETWORK CABLE USING FLUKE NETWORKS DTX-1800

ABSTRACT: This work comes from the analysis of the results obtained by testing datacom cables, UTP, category 5e, using the equipment Fluke Networks DTX-1800 and AESA VEGA 1204. The tests were performed in the laboratory of General Cable Brazil, an electrical conductors company. Some electrical parameters were analyzed, here they are: attenuation of the transmitted signal, return loss and crosstalk. A total of 35 samples, with 100 meters length each one, were tested in AESA VEGA 1204 as standard. Later, was collected 20 meters of each 35 samples and performed new tests on Fluke Networks DTX-1800. From the results of the electrical parameters obtained, a third order regression was performed in the Minitab software, finding equations for each electrical parameter, relating the results obtained in both equipment. With this study, by collecting samples of 20 meters of datacom cables category 5e, it becomes possible to use the equipment Fluke Networks DTX-1800, reducing the scrap. The work provided an 80% reduction in material collected for testing, consequently, a significant reduction in the cost of those tests
KEYWORDS: CAT5e, Fluke DTX-1800, UTP.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Os cabos datacom, também conhecidos como cabos de rede, são utilizados para transmissão de voz e dados, sendo instalados principalmente em residências e edifícios comerciais, com o intuito de oferecer aos usuários, acesso à Internet e demais redes de comunicação.

Os cabos em estudo estão classificados em diversas categorias, denominadas pela sigla CAT, onde características tais como largura de banda oferecida e a taxa mínima de transmissão são utilizadas para tal classificação. Atualmente, a categoria mais utilizada no Brasil é a CAT5e, por possuir um custo reduzido em comparação às outras categorias, além de oferecer a largura de banda suficiente para as principais aplicações de seus usuários.

Os cabos de rede sem blindagem, chamados de UTP (*Unshielded Twisted Pair*), são formados por 4 pares trançados de fio de cobre. Um problema muito comum enfrentado na transmissão de dados através destes cabos é o chamado *crosstalk*. Este termo refere-se ao fenômeno eletromagnético causado, principalmente, pela indução eletromagnética gerada pelas linhas de transmissão vizinhas. Este fenômeno indesejável causa deterioração no desempenho do sistema, aumentando a taxa de erro de bit (KIM, 2001), (MARIN,2010).

O *crosstalk* é minimizado quando os pares são trançados, cada par com seu passo característico, para que a influência eletromagnética em pares adjacentes seja minimizada. Como os pares estão submetidos a uma mesma frequência, se todos estiverem com um mesmo passo, os sinais por eles transmitidos sofrerão grandes interferências mútuas, aumentando significativamente a taxa de erro de bit e comprometendo assim a transmissão das informações.

A produção destes cabos segue normativas referentes aos aspectos elétricos, dados principalmente pela ANSI/TIA 568, e aos aspectos construtivos dados pela UL444, que norteiam o desenvolvimento do presente projeto (ANSI/TIA, 2009), (UL444, 2010). Neste trabalho é analisado o desempenho na transmissão elétrica de sinais para a validação do lote produzido. Com isso, a norma ANSI/TIA 568 será utilizada como principal referência para a análise comparativa dos parâmetros elétricos obtidos em testes, tais como *crosstalk*, *insertion loss* e *return loss*.

Existem algumas formas de se medir o *crosstalk*. O NEXT, *Near-End Crosstalk* é medido no ponto de geração do sinal, e é dado pela relação entre a intensidade do sinal gerado em um par com a interferência eletromagnética provocada no outro par (KIM, 2001). Já o FEXT, *Far-End Crosstalk*, é dado pela mesma relação, porém com a medição na extremidade oposta a geração do sinal.

Outro parâmetro de *crosstalk* é o ELFEXT, *Equal-Level Crosstalk*, também conhecido como ACRF, *Attenuation Crosstalk Ratio Far-end*. Este parâmetro é a diferença entre o FEXT e o sinal depois de atenuado, em uma frequência específica, na extremidade oposta à transmissão. O ACRF é um indicador quantitativo que representa o quanto o sinal está mais forte que a interferência causada pelo FEXT (FLUKE,2014).

O parâmetro atenuação, tecnicamente chamado de *insertion loss*, é a perda na intensidade do sinal durante a transmissão. Este parâmetro relaciona-se com a distância de transmissão, dependendo da resistência intrínseca do material ao fluxo de elétrons. (SHIMONSKI, 2014).

Outro parâmetro que interfere no rendimento dos cabos de transmissão de dados é a perda de retorno, *return loss*, nome dado para a reflexão da energia no sentido oposto da propagação do sinal. Sua detecção é mais perceptível em altas frequências, devido ao fato de ter-se um comprimento de onda menor, assim qualquer pequena variação na construção do cabo, acarretará em uma grande influência na transmissão, tal como perda de dados (SHIMONSKI, 2014).

Para a certificação dos cabos os parâmetros elétricos supracitados devem ser testados e avaliados e, portanto, no mínimo uma amostra de cabo deve ser retirada a cada lote produzido.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Mesmo que o teste for satisfatório, a amostra de cabo testada será encaminhada para o setor de sucata da empresa.

Atualmente na empresa em que foram desenvolvidos os testes, a cada medição realizada, são necessários 100 metros de cabo dispostos fisicamente em um padrão pré-definido. Com isso, uma opção para se reduzir o desperdício de material é trabalhar com comprimento de amostras menores.

Desta forma, o presente trabalho propõe e avalia um novo método de teste a ser aplicado no produto já finalizado com o objetivo de se reduzir o volume de descarte de material e tempo consumido na execução destes testes. Para essa otimização dos testes, será utilizado o equipamento Fluke Networks DTX-1800.

MATERIAL E MÉTODOS

Atualmente na empresa em que foram desenvolvidos os testes, está sendo utilizado o analisador de rede, VEGA 1204, do fabricante AESA CORTAILLOD. O equipamento é utilizado para testes em amostras da produção para detectar eventuais falhas e atende à norma ANSI/TIA-568-C.2. Com a realização dos testes no equipamento, é possível avaliar se esta amostra apresenta alguma falha na transmissão de sinais elétricos.

Após a realização dos testes, para cada amostra é gerado um relatório que apresenta graficamente a resposta em frequência para os parâmetros NEXT, ACRF, *insertion loss* e *return loss*. Esse relatório apresenta a resposta em frequência para todos os pares e, especificamente no caso do NEXT, todas as combinações possíveis entre pares.

Os limites gráficos gerados, para cada parâmetro, estão de acordo com o máximo valor, em dB, para cada frequência, partindo desde 1MHz até a maior frequência estabelecida para a categoria analisada. Com isso, é possível verificar se os valores de cada parâmetro estão dentro dos limites estabelecidos por norma.

As próximas quatro figuras ilustram o resultado de um teste de uma amostra que foi aprovada, realizado no VEGA 1204. Na Figura 1 está representada a atenuação de cada par de fios da amostra, ao longo da banda de 100 MHz, onde a curva vermelha representa o limite máximo definido em norma, e a curva preta os valores reais medidos. Pode-se se observar que a curva preta se mantém abaixo da curva vermelha em todas as frequências.

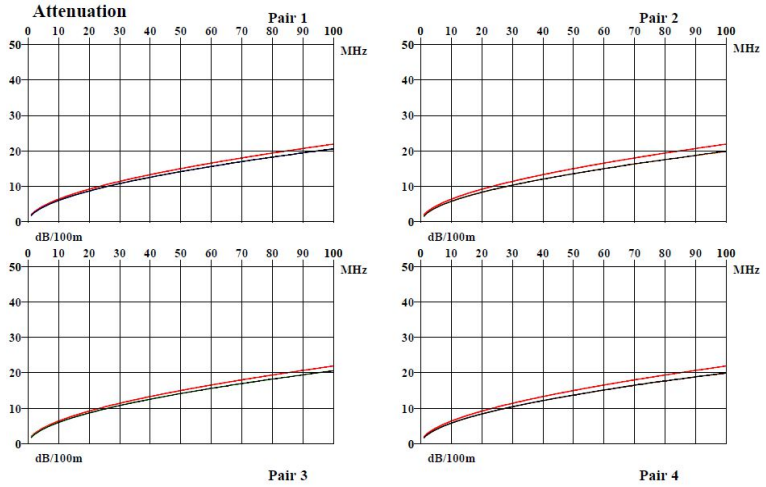


Figura 1. Atenuação nos pares de uma amostra de cabo CAT5e

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Já a Figura 2, apresenta os gráficos referentes ao parâmetro *return loss*. Pode-se observar que o par que obteve pior desempenho, ou seja, seus valores chegaram mais próximos do limite superior, é o par 4, em uma frequência de 1,5MHz.

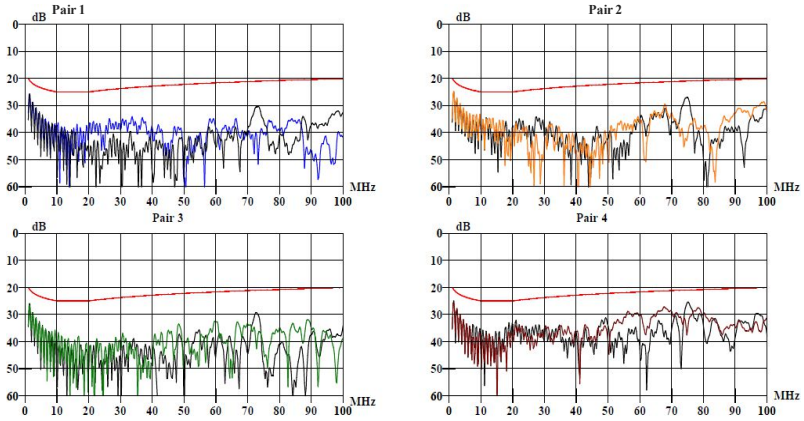


Figura 2. *Return Loss* nos pares de uma amostra de cabo CAT5e

Na Figura 3, são apresentados os gráficos do parâmetro NEXT. Por meio dos gráficos, pode-se notar que o par 4, é o par que sofre maior influência de *crosstalk* próximo à 60 MHz, interferência vinda do par 3 e vice-versa. Mesmo sofrendo essa influência, o valor está abaixo da margem estabelecida, o que o mantém dentro da norma ANSI/TIA-568-C.2.

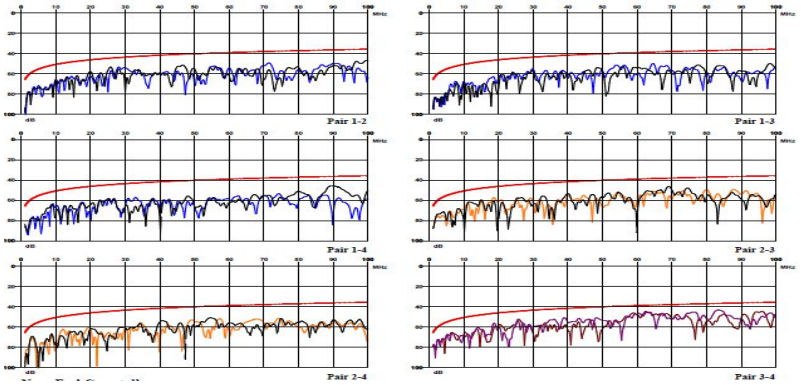


Figura 3. NEXT entre os pares de uma amostra de cabo CAT5e

A Figura 4 representa graficamente o parâmetro ACRF, que conforme pode ser observado, também está dentro dos limites estabelecidos em norma. Pode ser observado que, da mesma forma que o NEXT, o pior valor de ACRF ocorreu no par 3 e 4.

Os gráficos de testes de alta frequência, não são os únicos encontrados nos relatórios gerados pelo equipamento AESA, porém são os mais importantes a serem considerados. De acordo com estudos já realizados, somente por meio da análise desses quatro parâmetros, caso estejam de acordo com a norma, pode-se considerar que os demais também estarão de acordo.

Conforme dito anteriormente, para cada teste realizado pelo equipamento AESA são necessárias amostras de 100 metros de comprimento. Mesmo que o teste for satisfatório, a amostra de cabo testada será encaminhada para o setor de sucata da empresa. Sendo assim, a cada teste, serão sucateados no mínimo, 100 metros de cabo.

Com isso, uma opção para se reduzir o desperdício de material é trabalhar com comprimento de amostras menores. Para isso, este trabalho propõe a avaliação do Fluke Networks DTX-1800

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

para seu emprego nestes testes. Este equipamento adquirido tem a finalidade de testar e certificar os cabos já instalados e, devido a isso, sua utilização em laboratório não é tão comum.

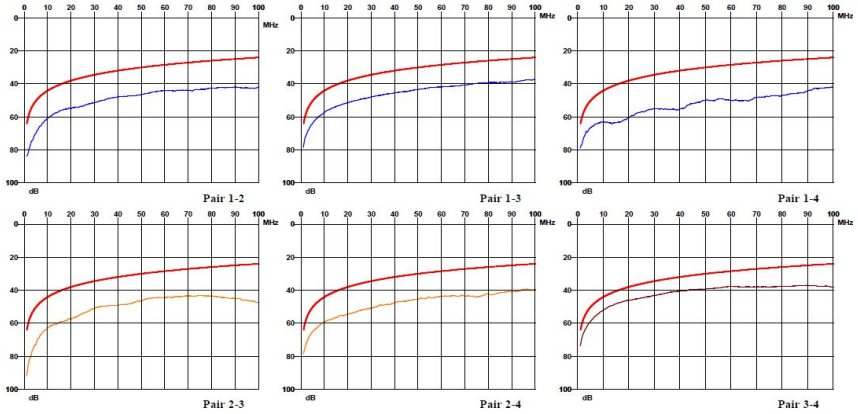


Figura 4. ACRF entre os pares e uma amostra de cabo CAT5e

O Fluke DTX-1800, após o teste do cabo, gera um relatório semelhante ao gerado no AESA, com gráficos e tabelas com diversos parâmetros. Para a validação deste equipamento, é necessário realizar uma análise entre os resultados obtidos, testando-se as mesmas amostras de cabo CAT5e, tanto no VEGA 1204 quanto no Fluke DTX-1800.

Com um conjunto expressivo de amostras, pode-se comparar os resultados, chegando a uma conclusão sobre a confiabilidade do novo equipamento em relação ao que está sendo utilizado. É claro de se entender que, os valores de cada parâmetro medido nos dois equipamentos, não serão exatamente os mesmos, pois como serão testes em amostras com comprimentos diferentes, os valores mensurados não terão mesma magnitude, mas espera-se que tenha mesmo comportamento em termos de resposta em frequência.

Após essa análise, caso os resultados sejam positivos, ou seja, se a medição em laboratório com o Fluke DTX-1800 for semelhante aos resultados obtidos com o equipamento VEGA 1204, poderá ser definido que o novo equipamento pode ser utilizado com a mesma finalidade.

Com a comprovação dos resultados do novo equipamento, espera-se obter uma nova relação, entre 100 metros testados no AESA VEGA 1204 e 20 metros, retirados da própria amostra já ensaiada, a serem testados no Fluke DTX-1800. Com isso, serão gastos somente 20 metros por amostra, resultando em 80 metros a menos do que são retirados atualmente. Assim, espera-se uma considerável redução no volume de sucata, o que tem impacto direto no custo efetivo da produção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a execução dos testes foram retiradas 13 amostras de lotes diferentes, número de execuções de testes em que já foi possível obter resultados conclusivos. Para cada amostra, foram retirados 100 metros, e estas submetidas a testes em ambos equipamentos. Com a análise dos gráficos gerados, de forma independente em cada equipamento, pôde-se verificar a precisão nas medidas do novo equipamento visto a semelhança entre as curvas geradas para os diversos parâmetros analisados.

Para essa análise, foram observados se as frequências em que ocorreram as piores margens, bem como seus respectivos valores medidos, em dB, são os mesmos em ambos equipamentos.

As Figuras 5 e 6, representam os resultados gráficos dos parâmetros NEXT e ACRF, de uma

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

mesma amostra testada com ambos os equipamentos. Na parte superior das figuras são apresentados os resultados do AESA e na parte inferior, os resultados do FLUKE.

Os gráficos comparativos deixam claro que, há uma elevada correlação entre as medidas dos dois equipamentos. Com a utilização do Fluke DTX-1800, os resultados são praticamente iguais, desconsiderando valores de margem, pois conforme já citado, ambos possuem margens diferentes por possuírem métodos de ensaio distintos.

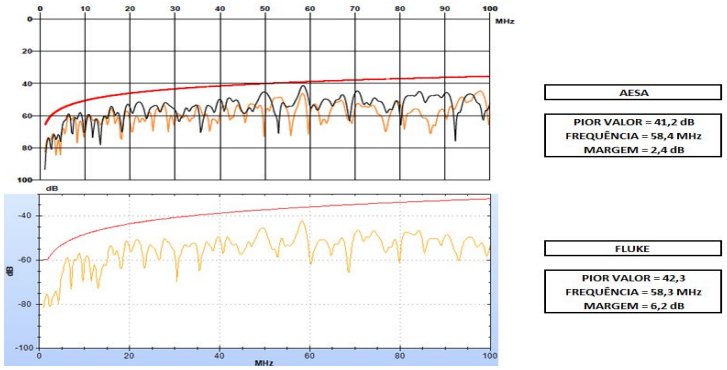


Figura 5. Resultado NEXT Amostra I

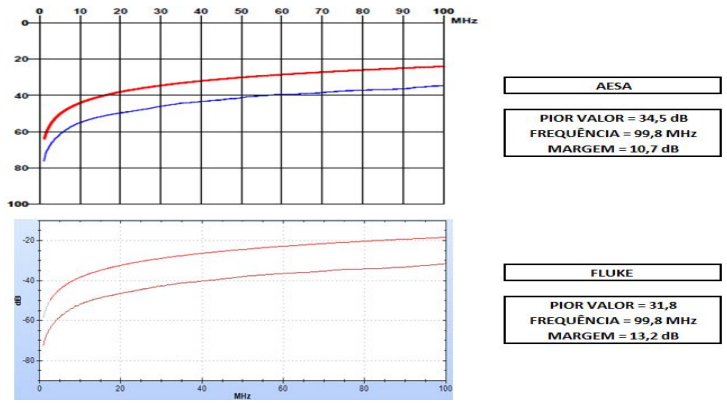


Figura 6. Resultado ACRF Amostra I

Como pode ser observado nas Figuras 5 e 6, para os piores valores de NEXT e ACRF, as frequências em que os fatos ocorrem, são praticamente as mesmas, considerando as mesmas amostras testadas em ambos os equipamentos.

Ainda para avaliar a validação do equipamento, os valores encontrados em cada ensaio foram inseridos no software MiniTab, para verificação da relação entre os valores encontrados. As Figuras 7 e 8 apresentam os gráficos da distribuição dos valores medidos ao longo de treze amostras, para cada um dos quatro principais parâmetros elétricos. Nestas figuras, são apresentados os valores máximos (UCL), mínimos (LCL) e médios ($\bar{x}$), valores que são considerados pelo próprio software.

As curvas geradas no software MiniTab, esboçando os valores obtidos em ambos testes, mostram que a distribuição dos valores encontrados são praticamente os mesmos, para cada parâmetro. Desta forma, conclui-se que existe uma forte correlação para todos os parâmetros analisados nestas amostras de cabos CAT5e.

Com a análise dos gráficos gerados e, as curvas obtidas no MiniTab, pode-se concluir que, com o novo equipamento de testes, seguramente, serão gerados resultados de acordo com os que seriam obtidos, com a utilização do equipamento AESA VEGA 1204.

Após a comprovação da precisão do novo equipamento, foram retiradas mais 35 amostras

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

para validação. Estas novas amostras foram testadas com ambos os equipamentos, de acordo com o seguinte cronograma. Foram retirados 100 metros para cada amostra, sendo essas testadas no equipamento AESA VEGA 1204. Após cada amostra testada, foram retirados, dos 100 metros, 20 metros para serem testados no Fluke DTX-1800.

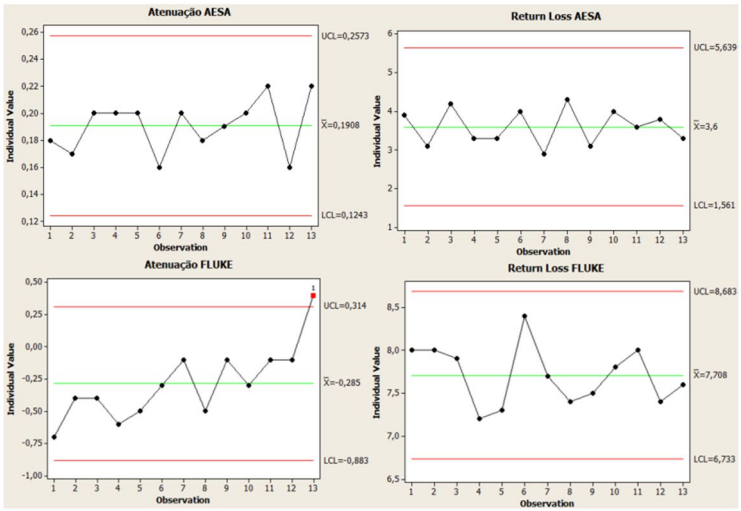


Figura 7. Atenuação e *Return Loss*

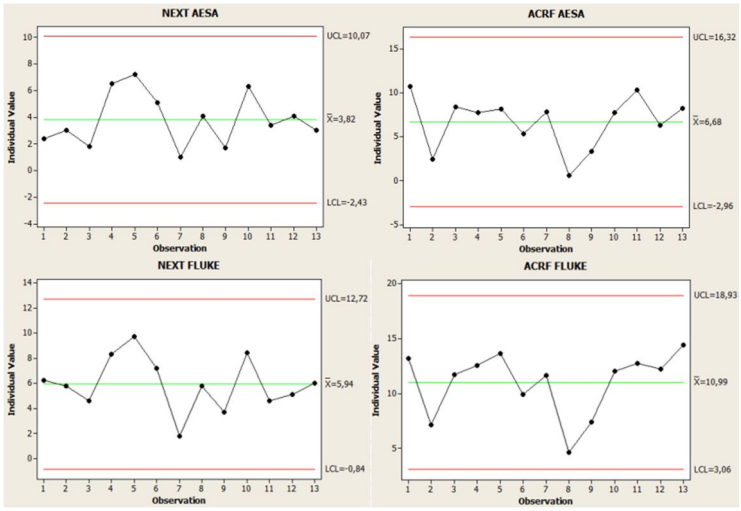


Figura 8. NEXT e ACRF

Finalizados os ensaios, de todas as amostras e, em ambos os equipamentos, foram relacionados a fim de se obter uma expressão que descreva tal relação. Por meio do software MiniTab, estes valores foram utilizados a fim de se encontrar expressões que relacionem as medidas obtidas entre 100 metros no equipamento AESA VEGA 1204 com 20 metros no equipamento Fluke DTX-1800, para cada um dos quatro parâmetros.

As expressões obtidas são apresentadas em (1), (2), (3) e (4), sendo respectivamente, associadas aos parâmetros Atenuação (A_T), *Return Loss* (R_L), NEXT (N) e ACRF (A_C). Em todas as expressões, o índice *a* refere-se ao valor do respectivo parâmetro para o equipamento AESA e o índice *f* para o equipamento Fluke.

$$AT_A = 4428 - (800{,}7 * AT_F) + \left(48{,}25 * {AT_F}^2\right) - \left(0{,}9689 * {AT_F}^3\right) \quad (1)$$

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

$$RL_A = -98{,}72 + (28{,}91 * RL_F) - \left(2{,}718 * {RL_F}^2\right) + \left(0{,}08529 * {RL_F}^3\right) \quad (2)$$

$$N_A = 104{,}6 - (29{,}48 * N_F) + \left(2{,}824 * {N_F}^2\right) - \left(0{,}08648 * {N_F}^3\right) \quad (3)$$

$$AC_A = 34 - (6{,}486 * AC_F) + \left(0{,}4129 * {AC_F}^2\right) - \left(0{,}007524 * {AC_F}^3\right) \quad (4)$$

As equações, certamente, possuem uma imprecisão, pois não seria possível afirmar com total exatidão, qual seria o valor real esperado pelo equipamento AESA. Entretanto, com a utilização das equações e, dos erros máximos encontrados, é garantida uma margem de segurança para aprovação dos cabos. Conforme mais amostras futuras sejam testadas, em ambos os equipamentos, mais precisas podem se tornar as equações.

Através dos resultados obtidos com a utilização do equipamento Fluke DTX-1800, pôde-se validar sua utilização em laboratório para os ensaios realizados em amostras de cabos CAT5e produzidos.

Deve ser lembrado que, para atender a norma ANSI/TIA-568-C.2, não bastam que sejam realizados somente estes 4 testes para validação do material, pois existem outros parâmetros que também devem ser analisados, tanto em baixa como em alta frequência.

Porém, os quatro parâmetros considerados são os mais importantes para análise, pois outros existentes, de alta frequência, se relacionam muito com os que foram apresentados. Pode-se afirmar que, com os valores destes parâmetros dentro dos limites estabelecidos por norma, bons valores serão também obtidos nos demais parâmetros.

Com o novo equipamento pode ser obtido também, valores para testes de baixa frequência, como a resistência elétrica dos condutores do cabo. A capacitância está diretamente relacionada com a impedância, então através do *return loss*, pode-se estimar se há algum problema no parâmetro em questão.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o equipamento Fluke Networks DTX-1800, pode ser utilizado para testes em amostras de comprimento reduzido, de forma a complementar o método dos ensaios realizados atualmente, de acordo com as normas que devem ser atendidas.

A redução de sucata gerada no processo de análise de amostras chega a ser mais da metade do que é gerado atualmente. Com a utilização do equipamento, a produção será beneficiada com redução de sucata, que por sua vez reduz o custo, para um mesmo volume antes produzido.

Análises contínuas devem ser realizadas, para que as equações sejam mais precisas, reduzindo cada vez mais a possibilidade de eventuais produtos com parâmetros fora do especificados, serem distribuídas comercialmente.

REFERÊNCIAS

ANSI/TIA; ***Commercial Building Telecommunications Cabling Standard***, ANSI/TIA/EIA-568-C.2. 2009.

FLUKE NETWORKS; ***ACR-F, formally known as Equal Level Far End Crosstalk (ELFEXT)***, Disponível em: http://flukenetworks.com

KIM, N., SUNG, M., KIM, H., BAEK, S., RYU, W., AN, J., and KIM, K., ***Reduction of Crosstalk Noise in Modular Jack for High-Speed Differential Signal Interconnection***, IEEE Trans. Adv. Packag., Vol. 24, N.3, 2001, pp. 260-267.

MARIN, P. S. **Cabeamento Estruturado – Desvendando cada Passo**. Ed. Érica, 4ª Edição, São Paulo, 2013.

SHIMONSKI, R. J., STEINER, R. T., SHEEDY, S. M., **Cabeamento de Rede**, Ed. LTC, 1ª Edição. Rio de Janeiro, 2014.

UL444 (2010), ***Underwriters Laboratories Inc. Standard for Safety***, UL 444, Communications Cables. 2010.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO E CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *DALBERGIA MISCOLOBIUM*

LARISSA CARVALHO VILELA[1],RAFAELLA CARVALHO MAYRINCK [2], TATIANA ARANTES AFONSO VAZ [3] , ANTONIO CLAUDIO DAVIDE [4]

[1] Graduanda Engenharia Florestal, UFLA,(35)9195-5292,larissac_vilela@hotmail.com
[2] Mestranda Engenharia Florestal, UFLA,(35)9217-5944, rafamka@hotmail.com
[3] Doutoranda Engenharia Florestal, UFLA, (35)9109-7031 tatiana.arantes@gmail.com
[4] Professor Departamento de Ciências Florestais, UFLA, (35)3829-1414, acdavide@dcf.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: *Dalbergia miscolobium*, nativa do cerrado brasileiro, possui grande potencial para ornamentação devido à bonita folhagem verde-azulada de tonalidade clara. O armazenamento de sementes da espécie se torna importante para a conservação do germoplasma, além de manter a produção de mudas o ano todo para fins paisagísticos. O objetivo desse trabalho foi classificar sementes de *Dalbergia miscolobium* quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento. O protocolo seguido determina a realização de testes de germinação e umidade na umidade de dispersão, 12%, 5% e 5% armazenada por 3 meses a -18°C, no entanto a umidade de dispersão foi de 8%, sendo portanto realizados os testes aos 8%, 5% e 5% armazenada nas condições determinadas. Cada continha 4 repetições de 25 sementes, incubados à 25°C e luz constante. Para a dessecação, foi usada caixa com sílica gel em caixas tipo gerbox, e os testes de germinação foram feitos em placas de petri com papel de germinação sempre úmido. A germinação final foi contabilizada após 60 dias decorridos do início do teste. Aos 8% de umidade e aos 5% a espécie apresentou germinação de 98%. Aos 5% armazenada por 3 meses, a germinação foi de 100%. De acordo com o protocolo seguido, as sementes da espécie *D. miscolobium* foram classificadas como ortodoxas.
PALAVRAS–CHAVE: classificação, germinação, umidade.

SEED DESSICATION TOLERANCE AND STORAGE BEHAVIOUR OF *Dalbergia miscolobium*

ABSTRACT: *Dalbergia miscolobium* is native to Brazilian Savana, with potential to ornamentation, due to its beautiful light green-blue ton. Its storage is important for its DNA conservation, and for keeping the seedlings production constant all year long to landscaping. This work aims to classify seeds storage behavior of *Dalbergia miscolobium* seeds regarding its desiccation tolerance. The followed protocol determines that germination and umidity test should be conducted at dispersion time, and at 12% and 5% of humidity. Besides, at 5% of humidity, the tests should be conducted twice: immediately, and after 3 months of stoage at -18°C. Due to the fact that seed were dispersed at 8% of humidity, the tests at 12% of humidity was not performed. Thus, seeds were tested at 8% of humidity and at 5% of humidity. The germination test was made of 4 repetitions of 25 seeds, conducted in Petri dish, with wet germination paper under 25°C and constant light. To desiccation, was used silica gel in hygrostat box. The final germination was counted after 60 days. At 8% and 5% of humidity, 98% of the seeds geminated. After 3 months of

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

storage at 5% of humidity, all seeds germinated. Thus, according the protocol, *Dalbergia miscolobium* can be classified as a orthodox specie.
KEYWORDS: classification, germination, humidity.

INTRODUÇÃO

A importância das Florestas Tropicais e as Políticas Ambientais cada vez mais exigentes aumentaram a demanda de sementes de espécies nativas visando conservar ecossistemas naturais e restaurar áreas que já estão degradadas.

Para a manutenção da biodiversidade, algumas estratégias de conservação podem ser usadas através de métodos *in situ* ou *ex situ*. De acordo com Brasil (2000), a conservação *in situ* refere-se à conservação das espécies no seu habitat de ocorrência natural através de unidades de conservação. Já a conservação *ex situ* consiste em conservá-la fora do seu habitat, de forma complementar à *in situ*.

A conservação por meio do armazenamento de sementes é um método *ex situ* que tem seu sucesso interligado ao conhecimento sobre o comportamento das sementes durante este processo, o que possibilita a utilização de condições adequadas para a manutenção da viabilidade das mesmas (Hong e Ellis, 1996). Uma das formas mais utilizadas para se determinar as condições a que estas sementes devem ser submetidas é o protocolo proposto por Hong e Ellis (1996), que foi a metodologia utilizada neste trabalho.

Este protocolo tem por objetivo classificar as sementes que tem comportamento desconhecido durante o armazenamento, bem como determinar o ambiente ideal para o armazenamento de médio e curto prazo para sementes intermediarias e recalcitrantes, respectivamente (HONG e ELLIS, 1996). A condição ótima para o armazenamento de sementes ortodoxas é sob temperatura menor ou igual a –18°C, e conteúdo de umidade das sementes variando de 5% a 1% de umidade (CROMARTY et al., 1982). O protocolo básico que deve ser seguido para classificar as sementes em recalcitrantes, intermediárias ou ortodoxas se encontra na Figura 1.

Sementes ortodoxas e recalcitrantes apresentam diferenças marcantes entre si desde a sua formação. As sementes recalcitrantes, ao contrario das ortodoxas, não passam por um período de secagem, mantendo o teor de umidade alto durante e após o processo de maturação (HONG e ELLIS, 1990; FINCH-SAVAGE, 1992), e consequentemente acumulam massa até o momento da dispersão (TOMPSETT e PRITCHARD, 1993). Por esse motivo, as sementes recalcitrantes mantem intensa atividade metabólica durante a formação e após a colheita (BARBEDO e MARCOS FILHO, 1998; CASTRO et al., 2004).

A classificação é essencial para se conhecer o comportamento das sementes durante o armazenamento, e é o primeiro passo para se conhecer com exatidão a umidade a que a semente deve ser seca antes do armazenamento , as condições ambientais de armazenamento, bem como a longevidade do lote no armazenamento (HONG e ELLIS, 1996).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

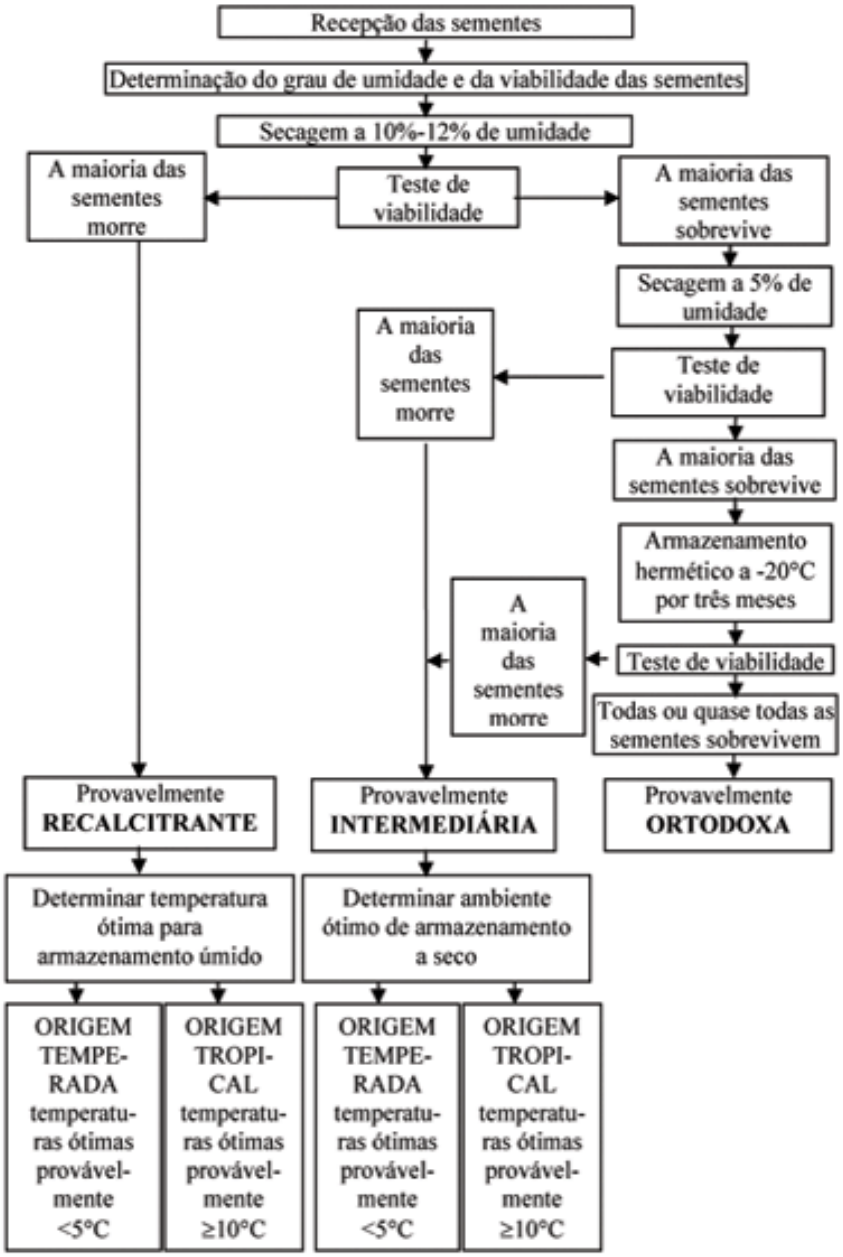


Figura 1- Classificação fisiológica para o armazenamento de sementes proposto por Hong e Ellis (1996).

As sementes classificadas como ortodoxas são aquelas que se mantêm viáveis após serem secas até um grau de umidade em torno de 5% e podem ser armazenadas em temperaturas abaixo de zero mantendo sua viabilidade. As sementes recalcitrantes são sensíveis à dessecação, portanto não sobrevivem com baixos níveis de umidade, o que impede o seu armazenamento por longo prazo (Roberts, 1973). Entre estes dois grupos, têm-se as sementes intermediárias que apresentam um comportamento de armazenamento intermediário ao ortodoxo e ao recalcitrante (Ellis et al., 1990).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi classificar sementes da espécie *Dalbergia miscolobium* quanto à capacidade de armazenamento com base na metodologia proposta por Hong e Ellis (1996).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes foram colhidas na cidade de Lavras-MG em apenas uma matriz. Logo após serem colhidas, foram beneficiadas manualmente, através da retirada da semente do fruto, no Viveiro Florestal enquanto o experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes Florestais ambos na Universidade Federal de Lavras. Para a dessecação, foram utilizadas caixas tipo gerbox contendo sílica gel, alocadas em sala climatizada a 20ºC, com umidade relativa de equilíbrio em torno de 5%. A sílica gel foi substituída sempre que se observaram mudanças mínimas na sua tonalidade.

As sementes deveriam ser secas até atingirem graus de umidade de 12% e 5% conforme estabelece o protocolo. No entanto, a umidade de dispersão das mesmas foi de 8%. Assim, foram realizados testes de germinação na umidade de dispersão, 5% e 5% armazenada por 3 meses a -18°C. A umidade das amostras foi monitorada diariamente, por meio da mensuração do peso da amostra de sementes, sendo que o peso alvo a ser atingido quando as sementes atingissem a umidade alvo (5%) foi determinado pela Equação de Cromarty et al. (1982).

$$Peso\ Alvo = \frac{(100 - \text{Umidade Inicial})}{(100 - \text{Umidade Alvo})} \text{ x Peso Inicial} \qquad (1)$$

Equação 1- Equação utilizada para acompanhamento da secagem das sementes.

O teste de germinação consistiu de quatro repetições de 25 sementes em cada umidade determinada pelo protocolo (8%, 5% e 5% armazenada), realizado em germinador, na temperatura de 25 ºC sob luz constante. Os testes de germinação foram feitos em placas de petri com papel de germinação mantido sempre úmido. A germinação final foi contabilizada após 60 dias decorridos do início do teste.

Todos os dados foram analisados através do software "R for Windows", sendo submetidos à analise de normalidade (Shapiro Wilk) e analisados pelo teste de Kruskas-Wallis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 60 dias decorridos do início do teste, foi contabilizada a germinação de todos os pontos de umidade, cujos resultados se encontram na tabela abaixo:

Tabela 1- Percentual de sementes germinadas por tratamento

Tratamento	Germinação (%)
8%	98
5%	98
5% armazenada	100

Todos os dados foram analisados através do software R for Windows, sendo submetidos à analise de normalidade (Shapiro Wilk), obtendo-se os resultados conforme Tabela 2. Como $p < 0,05$ os dados não apresentam distribuição normal, sendo assim, foram analisados pelo teste de Kruskas-Wallis como ilustra a Tabela 3.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 2 - Resultado análise estatística – Teste Shapiro-Wilk

Shapiro-Wilk normality test
data: germ
W = 0.5919, p-value = 9.189e-05

Tabela 3 - Resultado análise estatística – Teste Kruskal-Wallis

Kruskal-Wallis rank sum test
data: germ by tratamento
Kruskal-Wallis chi-squared = 2.0667, df = 2, p-value = 0.3558

CONCLUSÕES

Como os dados analisados pelo teste de Kruskal-Wallis apresentaram p > 0,05, não houve diferença significativa entre os dados de germinação, ou seja, a umidade não interferiu significativamente no percentual de germinação da espécie *Dalbergia miscolobium*. Dessa forma, a espécie tolera dessecação e armazenamento, sendo classificada, portanto, como ortodoxa de acordo com o protocolo seguido.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Convenção sobre Diversidade Biológica**: Conferência para Adoção do Texto Acordado da CDB – Ato Final de Nairobi. Brasília: MMA/SBF, 2000. 60p. (Biodiversidade, 2).

BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p.145-164, 1998.

CASTRO, R. D. D. et al. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 51-68.

CROMARTY, A. S. et al. The design of seed storage facilities for genetic conservation. **The design of seed storage facilities for genetic conservation**, 1982.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, H. **An intermediate category of seed storage behaviour**? I. Coffee. Journal of Experimental of Botany, London, v.41, n.230, p.1167-1174, 1990.

FINCH-SAVAGE, W. E. Seed development in the recalcitrant species Quercus robur L.: germinability and desiccation tolerance. **Seed Science Research**, v. 2, n. 01, p. 17-22, 1992.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. A. comparison of maturation drying, germination, and desiccation tolerance between developing seeds of Acer pseudoplatanus L. and Acer platanoides L. **New Phytologist**, v. 116, n. 4, p. 589-596, 1990

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. A protocol to determine seed storage behaviour. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 55p. (Technical Bulletin, 1).

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n. 3, p. 499-514, 1973.

TOMPSETT, P. B.; PRITCHARD, H. W. Water status changes during development in relation to the germination and desiccation tolerance of Aesculus hippocastanum L. seeds. **Annals of Botany**, v. 71, n. 2, p. 107-116, 1993.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO E CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Vismia brasiliensis*

LARISSA CARVALHO VILELA[1],RAFAELLA CARVALHO MAYRINCK [2], TATIANA ARANTES AFONSO VAZ [3] , ANTONIO CLAUDIO DAVIDE [4]

[1] Graduanda Engenharia Florestal, UFLA,(35)9195-5292,larissac_vilela@hotmail.com
[2] Mestranda Engenharia Florestal, UFLA,(35)9217-5944, rafamka@hotmail.com
[3] Doutoranda Engenharia Florestal, UFLA, (35) 9109-7031, tatiana.arantes@gmail.com
[4] Professor Departamento de Ciências Florestais, UFLA, (35)3829-1414, acdavide@dcf.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A *Vismia brasiliensis* é nativa do Brasil e apresenta grande importância na recuperação de áreas degradadas devido à sua facilidade de dispersão pela fauna. Além disso, estudos comprovam o potencial farmacológico para a espécie por possuir substâncias antimicrobianas e antioxidantes. Assim, o armazenamento de sementes da espécie se torna importante, devido à conservação do germoplasma para pesquisas para fins fármacos, além de possibilitar a produção de mudas durante todo o ano. Visando aperfeiçoar os estudos, o objetivo desse trabalho foi classificar sementes de *V. brasiliensis* quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento. O protocolo seguido determina a realização de testes de germinação na umidade da dispersão, aos 12% e aos 5% de umidade, e aos 5 % de umidade armazenadas por 3 meses a -18°C, no entanto como a umidade de dispersão foi 9% não foi realizado teste aos 12%. A secagem foi feita utilizando sílica gel em caixa tipo gerbox. Os testes de germinação foram realizados em placas de Petri, com papel de germinação sempre umedecido e 4 repetições de 25 sementes, incubadas à 25°C e luz constante. Após 60 dias de teste, a germinação final foi contabilizada. Aos 9% de umidade, a germinação foi de 71%. Aos 5% no teste imediato e aos 5% no teste após três meses, a germinação foi de 62% e 78% respectivamente. De acordo com o protocolo seguido, as sementes da espécie *V. brasiliensis* foram classificadas como ortodoxas.
PALAVRAS–CHAVE: classificação,germinação,umidade.

DESICCATION TOLERANCE AND STORAGE BEHAVIOR OF Vismia brasiliensis SEEDS

ABSTRACT: *Vismia brasiliensis* is native to Brazil and is very important to rehabilitation of degraded areas due to its great capacity of dispersion by animals. Besides, several studies prove its medicinal proprieties by antimicrobial and antioxidant capacities. Thus, the storage of its seeds is important due its genetic conservation, what helps medical research, and allows seedling production all year long. This studie aims to classify seeds of *V. brasiliensis* regarding its desication tolerance and storage behaviour. The followed protocol determines that germination and umidity test should be conducted at dispersion time, and at 12% and 5% of humidity. Besides, at 5% of humidity, the tests should be conducted twice: immediately, and after 3 months of stoage at -18°C. Due to the fact that seed were dispersed at 9% of humidity, the tests at 12% of humidity was not performed. Thus, seeds were tested at 9% of humidity and at 5% of humidity. The germination test was made of 4 repetitions of 25 seeds, conducted in Petri dish, with wet germination paper under 25°C and constant light. To desiccation, was used silica gel in hygrostat box. The final germination was counted after 60 days. At 9% of humidity, 71% of seeds were germinated. At 5% of humidity in the

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

immediate test the germination was 62% and at 5% of humidity after 3 months of storage, the germination was 78%. According to the protocol, the seeds were classified as orthodox.
KEYWORDS:classification,germination,humidity.

INTRODUÇÃO

Levando em consideração as espécies vegetais e a conservação na forma de sementes é importante determinar o comportamento das mesmas quando submetidas a baixas umidades e temperaturas, sendo que podem ser classificadas em sementes recalcitrantes, intermediárias e ortodoxas.

Para a manutenção da biodiversidade, algumas estratégias de conservação podem ser usadas através de métodos *in situ* ou *ex situ*. De acordo com Brasil (2000), a conservação *in situ* refere-se a conservação das espécies no seu habitat de ocorrência natural através de unidades de conservação. Já a conservação *ex situ* consiste em conservá-la fora do seu habitat, de forma complementar à *in situ*.

A conservação por meio do armazenamento de sementes é um método *ex situ* que tem seu sucesso interligado ao conhecimento sobre o comportamento das sementes durante este processo, o que possibilita a utilização de condições adequadas para a manutenção da viabilidade das mesmas (Hong e Ellis, 1996). Uma das formas mais utilizadas para se determinar as condições a que estas sementes devem ser submetidas é o protocolo proposto por Hong e Ellis (1996), que foi a metodologia utilizada neste trabalho.

O protocolo tem por objetivo classificar as sementes que tem comportamento desconhecido durante o armazenamento, bem como determinar o ambiente ideal para o armazenamento de médio e curto prazo para sementes intermediarias e recalcitrantes, respectivamente (HONG e ELLIS, 1996). A condição ótima para o armazenamento de sementes ortodoxas é sob temperatura menor ou igual a –18°C, e conteúdo de umidade das sementes variando de 5% a 1% de umidade (CROMARTY et al., 1982). O protocolo básico que deve ser seguido para classificar as sementes em recalcitrantes, intermediárias ou ortodoxas se encontra na Figura 1.

Sementes ortodoxas e recalcitrantes apresentam diferenças marcantes entre si desde a sua formação. As sementes recalcitrantes, ao contrario das ortodoxas, não passam por um período de secagem, mantendo o teor de umidade alto durante e após o processo de maturação (HONG e ELLIS, 1990; FINCH-SAVAGE, 1992), e consequentemente acumulam massa até o momento da dispersão (TOMPSETT e PRITCHARD, 1993). Por esse motivo, as sementes recalcitrantes mantem intensa atividade metabólica durante a formação e após a colheita (BARBEDO e MARCOS FILHO, 1998; CASTRO et al., 2004).

A classificação é essencial para se conhecer o comportamento das sementes durante o armazenamento, e é o primeiro passo para se conhecer com exatidão a umidade a que a semente deve ser seca antes do armazenamento, as condições ambientais de armazenamento, bem como a longevidade do lote no armazenamento (HONG e ELLIS, 1996).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

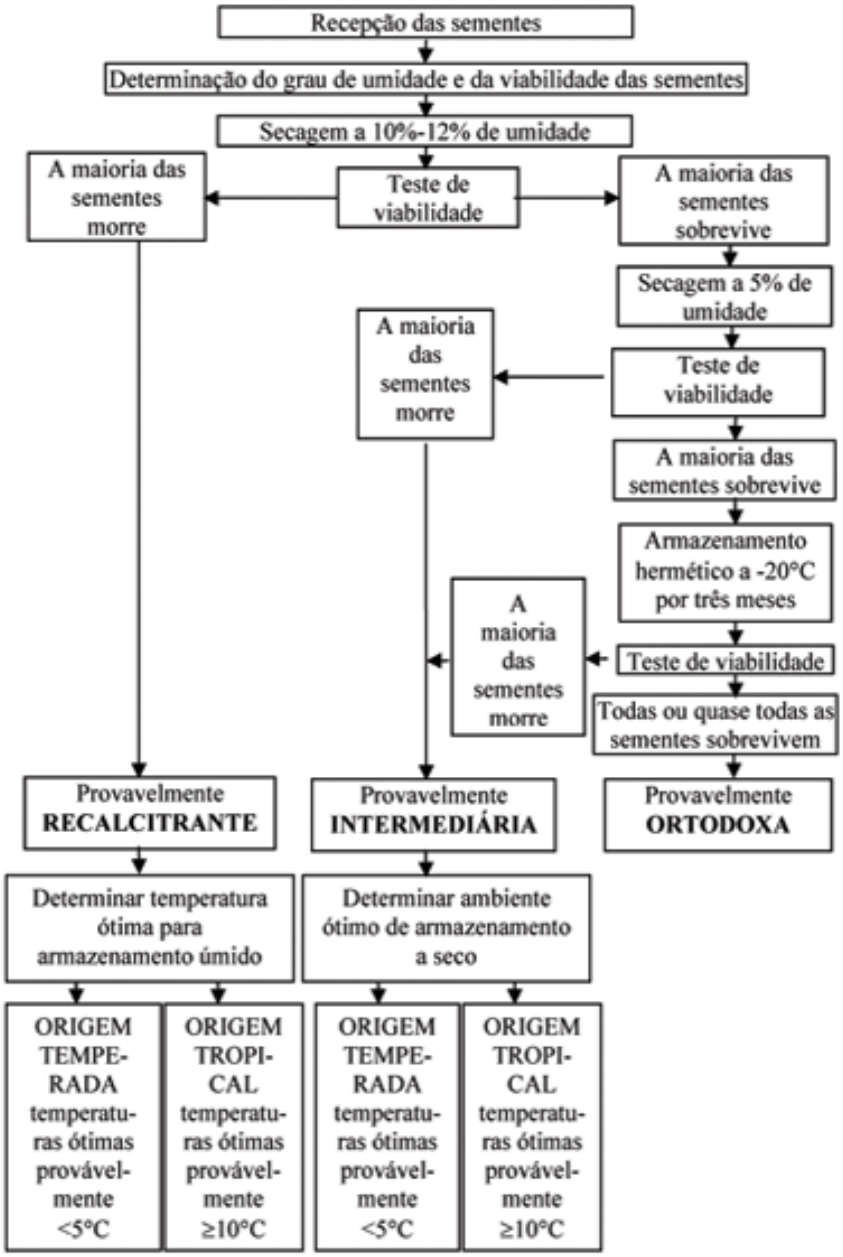


Figura 1- Classificação fisiológica para o armazenamento de sementes proposto por Hong e Ellis (1996).

As sementes classificadas como ortodoxas são aquelas que se mantêm viáveis após serem dessecadas até um grau de umidade em torno de 5% e podem ser armazenadas em temperaturas abaixo de zero mantendo sua viabilidade. As sementes recalcitrantes são sensíveis à dessecação, portanto não sobrevivem com baixos níveis de umidade, o que impede o seu armazenamento por longo prazo (Roberts, 1973). Entre estes dois grupos, têm-se as sementes intermediárias que apresentam um comportamento de armazenamento intermediário ao ortodoxo e ao recalcitrante (Ellis et al., 1990).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi classificar sementes da espécie *Vismia brasiliensis* quanto à capacidade de armazenamento com base na metodologia proposta por Hong e Ellis (1996).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes foram colhidas na cidade de Lavras-MG em apenas uma matriz. Logo após serem colhidas, foram beneficiadas manualmente, através da retirada das sementes do fruto, no Viveiro Florestal enquanto o experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes Florestais ambos na Universidade Federal de Lavras. Para a dessecação, foram usadas caixas tipo gerbox contendo sílica gel, alocadas em sala climatizada a 20ºC, com umidade relativa de equilíbrio em torno de 5%. A sílica gel foi substituída sempre que se observaram mudanças mínimas na sua tonalidade.

As sementes deveriam ser secas até atingirem graus de umidade de 12% e 5% conforme estabelece o protocolo. No entanto, a umidade de dispersão das mesmas foi de 9%. Assim, foram realizados testes de germinação na umidade de dispersão, 5% e 5% armazenada por 3 meses a -18°C, dispensando os testes na umidade 12%. A umidade das amostras foi monitorada diariamente, por meio da mensuração do peso da amostra de sementes, sendo que o peso alvo a ser atingido quando as sementes atingissem a umidade alvo (5%) foi determinado pela Equação de Cromarty et al. (1982).

$$Peso\ Alvo = \frac{(100 - \text{Umidade Inicial})}{(100 - \text{Umidade Alvo})} \text{ x Peso Inicial} \qquad (1)$$

Equação 1- Equação utilizada para acompanhamento da secagem das sementes.

O teste de germinação consistiu de quatro repetições de 25 sementes em cada umidade determinada pelo protocolo (8%, 5% e 5% armazenada), realizado em germinador, na temperatura de 25 ºC sob luz constante. Os testes de germinação foram feitos em placas de petri com papel de germinação mantido sempre úmido. A germinação final foi contabilizada após 60 dias decorridos do início do teste.

Todos os dados foram analisados através do software R for Windows, sendo submetidos à analise de normalidade (Shapiro Wilk) e analisados pela ANOVA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 60 dias decorridos do início do teste, foi contabilizada a germinação de todos os pontos de umidade, cujos resultados se encontram na tabela abaixo:

Tabela 1- Percentual de sementes germinadas por tratamento

Tratamento	Germinação (%)
9%	71
5%	62
5% armazenada	78

Todos os dados foram analisados através do software R for Windows, sendo submetidos à análise de normalidade (Shapiro Wilk), obtendo-se os resultados conforme Tabela 2. Como p>0,05 os dados apresentam distribuição normal, sendo assim, foram submetidos à Análise de Variância –

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ANOVA como ilustra a Tabela 3.

Tabela 2 - Resultado análise estatística – Teste Shapiro-Wilk

Shapiro-Wilk normality test
data: germ
W = 0.86224, p-value = 0.05216

Tabela 3 - Resultado análise estatística – ANOVA

	Df	**Sum Sq**	**Mean Sq**	**F value**	**Pr(>F)**
tratamento	2	32.17	16.08	0.564	0.588
Residuals	9	256.75	28.53		

CV = 30.37615

CONCLUSÕES

Como Pr(>F) > 0,05, não houve diferença significativa entre as médias, ou seja, a umidade não interferiu no significativamente no percentual de germinação da espécie *Vismia brasiliensis*. Dessa forma, a espécie tolera dessecação e armazenamento, sendo classificada, portanto, como ortodoxa de acordo com o protocolo seguido.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Convenção sobre Diversidade Biológica**: Conferência para Adoção do Texto Acordado da CDB – Ato Final de Nairobi. Brasília: MMA/SBF, 2000. 60p. (Biodiversidade, 2).

BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p.145-164, 1998.

CASTRO, R. D. D. et al. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 51-68.

CROMARTY, A. S. et al. The design of seed storage facilities for genetic conservation. **The design of seed storage facilities for genetic conservation**, 1982.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, H. **An intermediate category of seed storage behaviour**? I. Coffee. Journal of Experimental of Botany, London, v.41, n.230, p.1167-1174, 1990.

FINCH-SAVAGE, W. E. Seed development in the recalcitrant species Quercus robur L.: germinability and desiccation tolerance. **Seed Science Research**, v. 2, n. 01, p. 17-22, 1992.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. A. comparison of maturation drying, germination, and desiccation tolerance between developing seeds of Acer pseudoplatanus L. and Acer platanoides L. **New Phytologist**, v. 116, n. 4, p. 589-596, 1990

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. A protocol to determine seed storage behaviour. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 55p. (Technical Bulletin, 1).

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n. 3, p. 499-514, 1973.

TOMPSETT, P. B.; PRITCHARD, H. W. Water status changes during development in relation to the germination and desiccation tolerance of Aesculus hippocastanum L. seeds. **Annals of Botany**, v. 71, n. 2, p. 107-116, 1993.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

USO DA PLATAFORMA ARDUINO NA INTERDISCIPLINARIDADE DO ENSINO FUNDAMENTAL EM ESCOLAS PÚBLICAS

ALISSON DIEGO RAMOS[1], FRANCK MORAES DE OLIVEIRA[1], FERNANDA COSTA E SILVA[1], RAFAEL MARENGO[1], MATEUS GAMA COSTA[1], RICARDO RODRIGUES MAGALHÃES[2].

[1]Graduando em Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Lavras, alissonramosadr@hotmail.com; fmo@engautomacao.ufla.br; fernanda11879@yahoo.com.br; marengo560@hotmail.com; gamacosta@engautomacao.ufla.br.
[2]Professor adjunto do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, ricardorm@deg.ufla.br.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Neste artigo é apresentado a robótica educacional como metodologia de ensino, a qual vem se mostrando uma ferramenta eficiente e que busca aliar os conceitos da Física, da Matemática, da Mecânica, da Eletrônica, e Lógicas de Programação de uma forma interdisciplinar. Este recurso conduz as crianças na busca de soluções lógicas para os problemas a elas impostos. O principal objetivo deste trabalho é preparar alunos do ensino fundamental de Lavras/MG para a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), onde foram testados os conhecimentos adquiridos em encontros semanais com tutores (alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação) da Universidade Federal de Lavras. Estes encontros ofereceram aos alunos, informações científicas e tecnológicas, hábitos e atitudes de trabalho em equipe, buscando a inclusão social. Ainda nestes encontros, os alunos desenvolveram um robô para executar, de maneira autônoma, os vários desafios contidos em uma pista específica. Neste projeto utilizou-se a plataformaArduino, que consiste em um hardwaree e um software livre para o desenvolvimento de projetos educativos, e também outros dispositivos eletrônicos, tais como sensores e atuadores. Além disso, foi proposto aos alunos que projetassem seus próprios robôs com materiais recicláveis e de baixo custo. O projeto obteve como resultado a inserção de noções de programação e a melhoria do conhecimento em disciplinas das ciências exatas, despertando a curiosidade, a criatividade e a autonomia dos alunos acerca do tema abordado.
PALAVRAS–CHAVE: Inclusão social, robótica, arduino.

THE USE OF ARDUINO PLATFORM IN INTERDISCIPLINARITY ELEMENTARY EDUCATION IN PUBLIC SCHOOLS

ABSTRACT: In this paper is presented the educational robotic as a teaching methodology, which comes showing an efficient tool that looks allying the conceptions of physics, mathematics, mechanics, electronics, and programming logic in an interdisciplinary way. This resource leads kids' search on logical solutions for the imposed problems. The main objective of this work is to prepare elementary school students from Lavras/MG to Robotic's Brazilians Olympics (OBR), where they will be tested the acquired knowledge on the weekly meetings with tutors (students from the Automation and Control Engineering course) from the Federal University of Lavras. This meetings offer students, scientific and technological information, habits and attitudes of team work, seeking social inclusion. During these meetings, students should develop a robot that executes in an autonomous way, lots of challenges contained in a circuit this project used the Arduino platform, which consists on a free software and a hardware to development of educational projects, and other

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

electronic devices too, as sensors and actuators. Beyond that, it proposes to students to project their own robot with recyclable and low cost materials. The project obtained as a result the insertion of programming concepts and the improvement of knowledge on exact sciences disciplines, awaking curiosity, creativity, and the autonomy of students about the discussed subject.
KEYWORDS: Social Inclusion, Robotics, Arduino.

INTRODUÇÃO

A robótica educacional oferece novos horizontes para um processo de ensino-aprendizagem mais participativo, menos excludente quanto a ação do aluno na construção do conhecimento (PINTO, 2011). Desta forma, a inserção da robótica no processo educacional aparece como um grande recurso para que o aluno atue na construção do próprio conhecimento, aumentando as possibilidades de aprendizagem (CURCIO, 2008 e PINTO, 2011).

Esta metodologia de ensino vem se mostrando uma ferramenta eficiente e que busca aliar os conceitos da Física, da Matemática, da Mecânica, da Eletrônica, e Lógicas de Programação de uma forma interdisciplinar. Este recurso conduz as crianças na busca de soluções lógicas para os problemas a elas impostos, melhorando a maneira de expressar suas ideias, através da oralidade (PINTO, 2011).

Desta maneira, de forma divertida, são trabalhados os conceitos destas disciplinas. Por trás da brincadeira, há um objetivo sério que permite a criança incrementar seu entendimento do mundo. A robótica educacional traz a interação entre professores e alunos através de trabalhos realizados em grupos que buscam explorar as variadas competências intelectuais das crianças, além de proporcionar uma interdisciplinaridade com diversas disciplinas integrantes do ambiente da robótica educacional (MORAES, 2010 e PINTO, 2011).

A utilização de tecnologias vem sendo cada vez mais empregadas em metodologias didáticas, possibilitando uma aprendizagem em um ambiente escolar mais interativo (JOLY, 2002; CAVALCANTE, 2014). Ela estimula um ensino mais eficiente, não somente no campo da informática, mas em áreas como a matemática, robótica, eletrônica, Engenharias e Computação (CAVALCANTE, 2014). Ter contato direto com estudantes do curso de Engenharia de Controle e Automação proporciona aos alunos uma visão mais ampla sobre a Universidade e o que ela tem a oferecer, incentivando e auxiliando em suas escolhas futuras.

A proposta de se desenvolver robôs utilizando componentes de baixo custo reaproveitáveis e materiais recicláveis, pode contribuir para o estudo e aplicação de ferramentas pedagógicas acessíveis às escolas brasileiras (GONÇALVES, 2007; NETO, 2013). Nesse sentido, optou-se pela utilização da plataforma Arduino quefoi desenvolvida com o objetivo de se transformar em um produto com fins educativos, além de ser possível incrementar vários outros componentes direcionados para a atividade planejada (CAVALCANTE, 2014). O Arduino consiste numa plataforma *Open-source,* baseada em software e hardware livres, que utiliza em sua programação, um algoritmo baseado na linguagem C e C++ (BELEÑO, 2012).

A Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) é uma competição em que as crianças e adolescentes devem desenvolver um robô seguidor de linha que execute, de maneira autônoma, os vários desafios contidos em uma pista. Desafios estes, que envolvem desvios de obstáculos, passagem por lombadas e *gaps* (regiões com ausência de linhas seguidoras), subida de rampas, entre outros.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalhofoi preparar e ensinar os alunos a utilização da plataforma Arduino, para que eles participem da OBR, em que foram testados todos os

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

conhecimentos adquiridos em termos de programação e eletrônica básica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Por meio de encontros semanais, alunos do ensino fundamental de Lavras/MG, especificamente da Escola Municipal Prof. José Luiz de Mesquita, se reuniam com os tutores (alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação - da Universidade Federal de Lavras), no intuito de adquirirem conhecimentos necessários de programação desenvolvimento e montagem do robô seguidor de linha. Durante estes encontros, os tutores ensinaram os alunos noções de programação, montagem dos robôs, e proporcionaram o acompanhamento necessário para a execução das atividades.

Desta forma, foi proposto aos alunos construírem seus robôs com materiais de baixo custo e/ou recicláveis, conforme Figura 1.

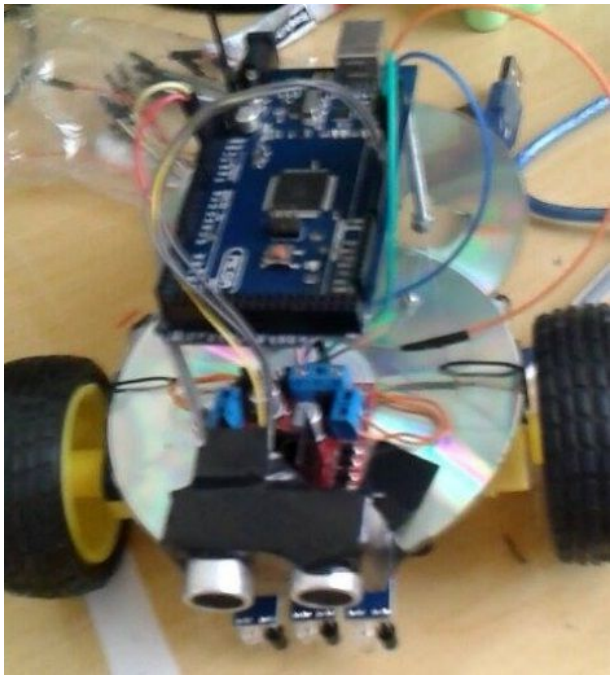


Figura 1 - Robô construído a partir de alguns materiais recicláveis.

Para o desenvolvimento das atividades, adotou-se a forma de trabalho em que um aluno pôde interagir com os colegas, debatendo e analisando conceitos afim de encontrar diferentes maneiras de realizar os desafios propostos pelos tutores.

Para isso, utilizou-se a plataforma Arduino, que consiste em um hardware e um software livre para o desenvolvimento de projetos educativos, e também outros dispositivos eletrônicos, tais como sensores e atuadores. No trabalho em questão, foi utilizado o modelo MEGA, equipado com o microcontrolador ATmega2560 (Figura 2).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

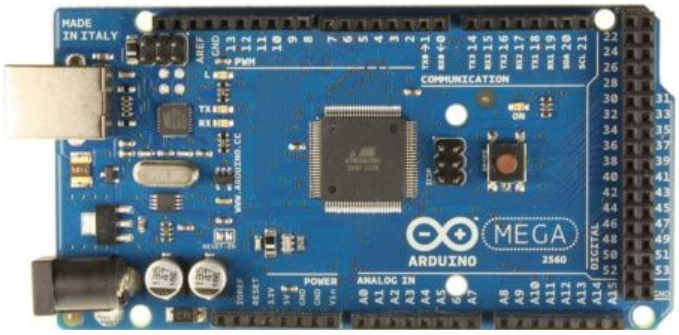


Figura 2 - Placa de desenvolvimento Arduino MEGA (ARDUINO, 2012).

Para a realização dos movimentos e das manobras, foram utilizados atuadores e sensores. Sensores de distância ultrassônico tipo HC-SR04, foram montados na parte frontal do robô, três sensores de luz foram montados na parte inferior do robô e dois atuadores para proporcionar o movimento do robô foram montados nas laterais do robô, conforme Figura 3.

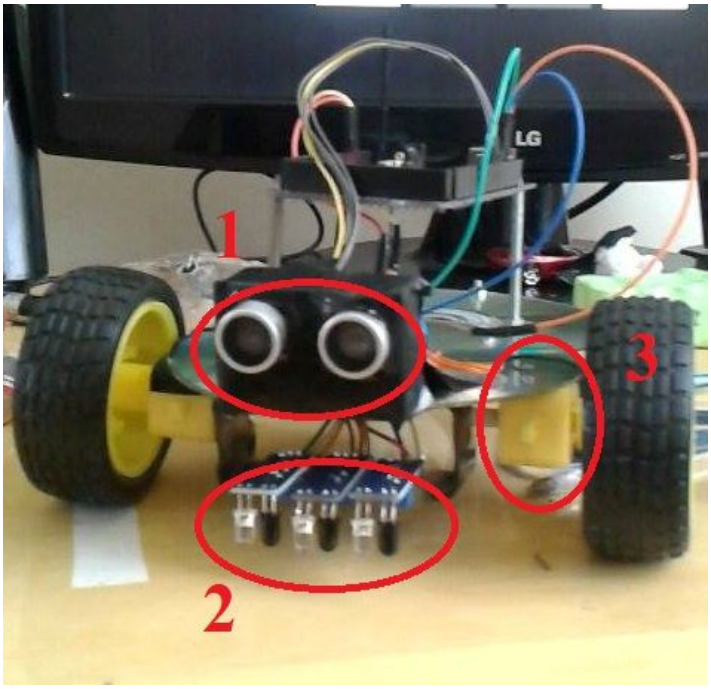


Figura 3 - Posição dos sensores e atuadores no robô. 1. Sensor Ultrassônico. 2. Sensores de luz. 3. Atuador.

A placa Arduino foi programada utilizando um algoritmo baseado na linguagem de programação C++. Na plataforma Arduino, um projeto pode ser executado independente da placa e se comunicar com outro programa executado em um computador. A Figura 4 apresenta o fluxograma de parte de um código desenvolvido pelos tutores e alunos, onde é mostrado o funcionamento dos motores a partir das leituras dos sensores de luz, especificamente para a OBR 2014.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

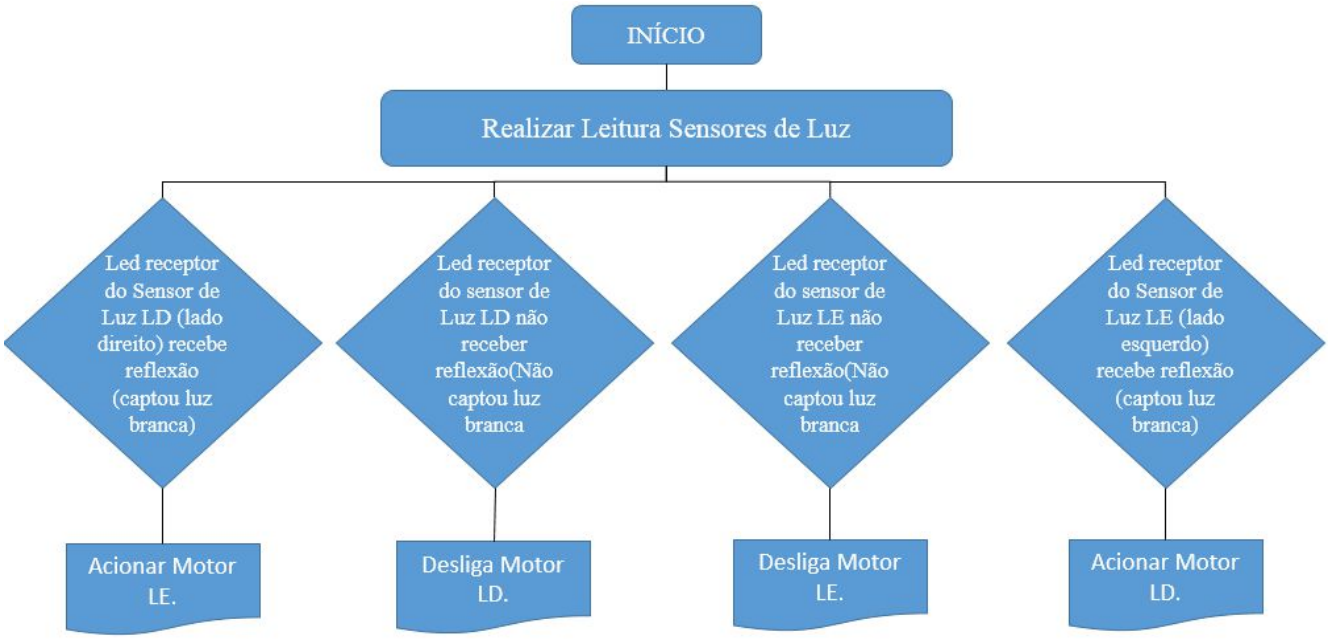


Figura 4 - Parte do código desenvolvido pelos tutores e alunos.

A OBR simula um ambiente de desastre em mundo real, onde o robô precisa localizar e resgatar a vítima sem nenhuma interferência humana. Desta forma, em uma arena formada por três salas, onde cada uma contém desafios que precisam ser vencidos para que a vítima seja resgatada com sucesso.Os desafios contidos em cada uma das salas, são compostos por obstáculos, redutores de velocidade, *gaps*, vítima e área de evacuação. O sucesso da equipe na competição é conquistado quando o robô resgata a vítima realizando todos os desafios contidos na pista. O vencedor é selecionado a partir da soma das pontuações obtidas em três rodadas, sendo cada rodada em uma arena diferente. O tempo é considerado como critério de desempate (OBR, 2015). A Figura 5 mostra um robô percorrendo a pista.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

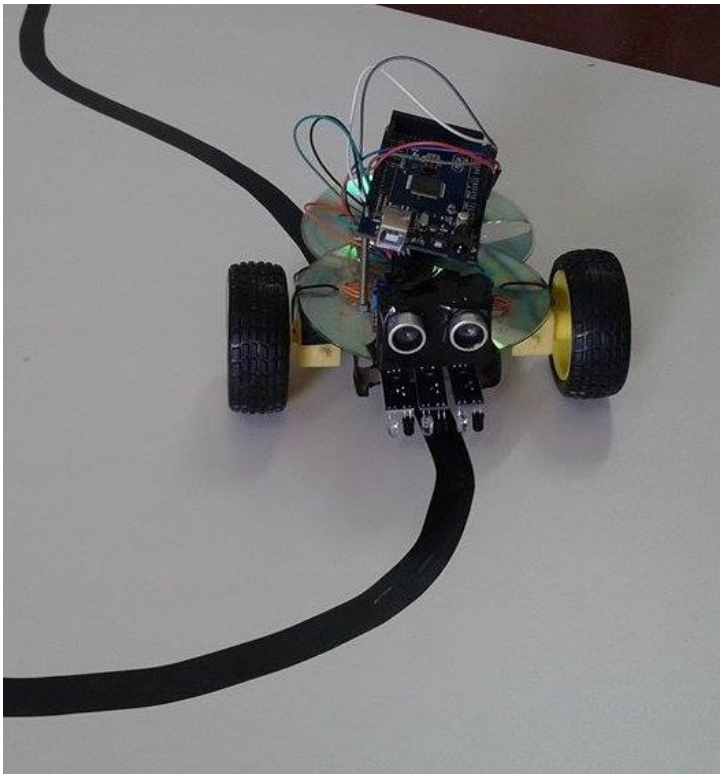


Figura 5 - Robô percorrendo a pista.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Notou-se nos alunos, ao longo dos encontros, uma melhora no raciocínio lógico, uma maior interação com os colegas e tutores, maior interesse nas atividades e a utilização da criatividade a favor da aprendizagem. Estes avanços foram notados pelos professores da escola que reportaram informalmente ao grupo de trabalho, não sendo feita nenhuma avaliação formal em relação a este aspecto.

A utilização da plataforma Arduino como ferramenta de ensino para crianças do ensino fundamental, se mostrou eficiente, em se tratando de um aspecto multidisciplinar onde o desenvolvimento intelectual e social dos alunos era o foco central. Foi notável a capacidade dos alunos se socializarem, desenvolverem o trabalho cooperativo, tanto nas contribuições com ideias de projeto e programação dos robôs, quanto na divisão de tarefas.

Todo este desenvolvimento pôde ser observado tomando como exemplo a etapa regional da OBR em 2014, em que a equipe participou utilizando a plataforma Arduino pela primeira vez. Os alunos mostraram elevada capacidade de lidar com inúmeros problemas que surgiram durante a etapa, tendo que lidar com os mesmos sem qualquer ajuda dos tutores. A equipe também exibiu atributos como capacidade de interação em conjunto, agilidade em resolver desafios de caráter lógico e soluções criativas para os problemas.

Após todas as baterias da competição, a equipe terminou classificada na terceira posição. Mesmo não obtendo classificação que possibilitaria à equipe ser admitida na etapa nacional, os alunos saíram vitoriosos por terem conseguido uma boa pontuação, mostrando que o objetivo do projeto foi alcançado.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

A inserção de noções de programação e a melhoria do conhecimento em disciplinas das ciências exatas, despertou a curiosidade, a criatividade e a autonomia dos alunos acerca do tema abordado.

Os alunos do ensino fundamental tiveram a oportunidade de aprender e colocoar em prática, noções de programação, que normalmente são conhecimentos adquiridos em cursos técnicos e superiores.

Além do conhecimento teórico e prático sobre a Olimpíada Brasileira de Robótica, os alunos adquiriram, ao longo do projeto, habilidades relacionadas ao trabalho em equipe e o desenvolvimento da criatividade, despertando o interesse por áreas tecnológicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em agosto de 2015.

BELEÑO, R. D. H. **Oficina de Arduino - Conceitos e implementações básicas da placa arduino.** Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas, 2012.

CAVALCANTE, M. M. **A Plataforma Arduino para fins didáticos: Estudo de casos com recolhimento de dados a partir do PXL-DAQ.** In: XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – CSBC, 2014.

CURCIO, C. P. C. **Proposta de método de robótica educacional de baixo custo**. 2008. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) – PRODETEC, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba. 2008.

GONÇALVES, P.C. **Protótipo de um robô móvel de baixo custo para uso educacional**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Estadual de Maringá – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2007.

JOLY, M. C. R. A**. Tecnologia no ensino: implicações para a aprendizagem**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.

MORAES, M.C., **Robótica Educacional: Socializando e Produzindo Conhecimentos Matemáticos**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Rio Grande, 2010.

NETO, R. S. **Robótica Educativa de Baixo Custo – Uma Proposta de Trabalho para O Projeto de Extensão Museu da Computação da UEPG.** 8° Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. 2013.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ROBÓTICA. Disponível em < http://www.obr.org.br/wp-content/uploads/2015/06/Regras_pratica_regionais_v1_3_2015.pdf > Acesso em setembro de 2015.

PINTO, M.C. **Aplicação de Arquitetura Pedagógica em curso de Robótica Educacional com Hardware Livre**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Informática – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

RAMOS, J.J.G.; NEVES Jr.; O.R.; d'ABREU, J. V. V. **Iniciativa para RobóticaPedagógica Aberta e de Baixo Custo para Inclusão Social e Digital no Brasil**. VIIISBAI - Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Florianópolis. Anais doVIII SBAI - Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 2007. v. 01. p. 01-06.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

USO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NDVI E EVI NA AVALIAÇÃO DE MUDANÇAS EM ECOSSISTEMAS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO- RJ

STHÉFANY AIRANE DOS SANTOS[1]; JOÃO LUIZ JACINTHO[2]; GABRIEL ARAÚJO E SILVA FERRAZ[3]; AMANDA PEREIRA ASSIS GOMES[4]; PATRICIA FERREIRA PONCIANO FERRAZ[5]

[1]Eng.Agrícola, Graduanda, UFLA, Lavras – MG, Fone: (35)3826-1516, sthefanyairane@engagricola.ufla.br
[2] Eng. Agrimensor,Mestrando, UFRRJ, Seropédica-RJ, jacinthojl@ufrrj.br
[3] Eng. Agrícola, Prof. Adjunto, UFLA, Lavras – MG, gabriel.ferraz@deg.ufla.br
[4] Eng. Agrícola, Graduanda, UFLA, Lavras – MG, 201310932@engagricola.ufla.br
[5]Zootecnista, Prof . Adjunta, UFLA, Lavras – MG, patricia.ponciano@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO:O estado do Rio de Janeiro apresenta a maior densidade demográfica do país, possuindo um dos maiores índices de urbanização mundial. Seus ecossistemas têm sido afetados profundamente por atividades humanas, de maneira que detectar e predizer essas mudanças nunca se fez tão necessário. O uso de técnicas de sensoriamento remoto orbital se apresenta como a melhor maneira de se obter observações frequentes e consistentes de reflectância espectral e emissão da radiação da superfície terrestre. O presente trabalho tem por objetivo processar imagens mensais do município do Rio de Janeiro- RJ. Utilizando o produto *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)*, a bordo do satélite Terra, calculou-se dois índices de vegetação presentes neste satélite: o NDVI e EVI para cada mês do ano de 2005. Focando nestes dois índices, sendo o primeiro NDVI amplamente utilizado em estudos fenológicos, e o segundo EVI que apresenta características que minimizam os efeitos do solo e mantém a sensibilidade em vegetações mais densas. Através dos mapas confeccionados foi possível avaliar a evolução temporal e as características de cada índice. Os resultados dos meses de fevereiro a dezembro possibilitaram a visualização detalhada das variações da vegetação ao longo do ano de 2005. A análise demonstrou que os índices de NDVI e EVI foram coerentes em sua avaliação e imagens do MODIS demonstraram potencial tanto para estudo da área como para avaliação de grande escala.
PALAVRAS CHAVE:sensoriamento remoto, satélite, radiação da superfície

METHODS OF SUPERVISED CLASSIFICTION FOR MAPPING OF LAND USE

ABSTRACT: The state of Rio de Janeiro has the highest population density in the country. It has one of the highest rates of global urbanization. Their ecosystems have been deeply affected by human activities, so that detecting and predicting these changes are extremely necessary. The use of remote sensors on satellites has presented the best way to frequently and consistently collect reflected spectral emissions from the surface. The present paper aims to process monthly images of the municipality of Rio de Janeiro-RJ. Utilizing the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) aboard the Terra satellite, indicated the calculation of two vegetation indices presented in this satellite: the NDVI and EVI for each month of 2005. Focusing on these two indices, the first being widely NDVI used in phonological studies, and the second EVI with characteristics that minimize the effects of the soil, maintain the sensitivity in dense vegetation. Through maps produced was possible to evaluate the progress and characteristics of each index.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

The results of the months of February to December allowed detailed view of changes in vegetation throughout the year 2005.The analysis showed that the rates of NDVI and EVI were consistent in their assessment and MODIS images demonstrated potential for both study area and for large-scale assessment.
KEYWORDS: remote sensing, satellite, radiation surface.

INTRODUÇÃO

O Rio de Janeiro é a segunda maior economia do país e de todas as áreas urbanas do Brasil possui a maior densidade demográfica e um dos maiores índices de urbanização mundial (96,8 %) (FEMMA, 1995). A cidade do Rio de Janeiro é uma das maiores atrações turísticas no sudeste do país, se insere integralmente no bioma Mata Atlântica e possui uma população estimada de 6.429.923 habitantes distribuídos em uma área de 1.200 km^2 (IBGE, 2014).

PETTORELLI et al. (2005) descrevem o imageamento por satélite como uma grande ferramenta na detecção e predição de mudanças profundas em ecossistemas. BASTIAANSSEN, MENENTI, FEDDES & HOLTSLAG (1998) afirmam que os dados provenientes do Sensoriamento Remoto baseado em satélites possibilitam observações frequentes e consistentes de reflectância espectral e emissão de radiação da superfície terrestre.

O sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS), a bordo do satélite Terra, tem como compromisso satisfazer as necessidades de três diferentes vertentes: atmosfera, oceano e terra, com bandas espectrais e resolução espacial, selecionadas para encontrar diferentes necessidades de observação e prover cobertura global quase diária (JUSTICE et al., 2002).

Monitorar operacionalmente a cobertura vegetal terrestre envolve a utilização de índices espectrais de vegetação que são transformações espectrais de duas ou mais bandas que objetivam destacar as propriedades vegetais e permitem a comparação espacial e temporal da atividade fotossintética e das variações estruturais dos dosséis. Em uma simples transformação de bandas espectrais, são diretamente computadas quaisquer tendências ou suposições em relação à classe de cobertura de solo, tipo de solo ou condições climáticas. Os índices de vegetação - IV nos permitem monitoramentos sazonais, interanuais, e variações em longo prazo de parâmetros estruturais, fenológicos e biofísicos de uma vegetação (HUETE et al., 2002).

Dois IV presentes nos produtos do MODIS, o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) e o *Enhanced Vegetation Index* (EVI), são gerados globalmente em períodos de 16 dias. Apesar de o NDVI ser mais sensitivo à clorofila, o EVI possui melhores resultados em relação às variações estruturais de dosséis, incluindo o Índice de Área Foliar (IAF), tipo de dossel, fisionomia da planta e arquitetura do dossel (GAO, HUETE, NI & MIURA, 2000). Os dois IV se complementam na detecção de mudanças vegetais e extração de parâmetros biofísicos dos dosséis (HUETE et al., 2002).

Os índices NDVI e EVI são usados para quantificar a biomassa e para a observação do estado de desenvolvimento e das variações fenológicas da vegetação. O NDVI é representado pelos valores de reflectância das bandas do infravermelho próximo e do vermelho respectivamente. O índice EVI foi desenvolvido para aperfeiçoar o sinal da vegetação, melhorando a sensibilidade em regiões com maiores densidades de biomassa, além do monitoramento da vegetação através de uma ligação do sinal de fundo do dossel e a redução das influências atmosféricas (JUSTICE et al. 1998).

O objetivo desse trabalho é processar imagens orbitais do município do Rio de Janeiro – RJ ao longo do ano de 2005, calculando o NDVI e o EVI e avaliar a evolução temporal destes IV para esta época e as características e particularidades de cada um destes índices.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o município do Rio de Janeiro, capital do Estado do Rio de Janeiro que possui as seguintes coordenadas: latitude extremo norte 22º45'05" S, latitude extremo sul 23º04'10" W de Greenwich, longitude extremo leste 43º06'30" W de Greenwich, longitude extremo oeste 43º47'40" W de Greenwich(IPLANRIO, 1995).

Uma série de imagens mensais do produto MODIS MOD13Q1 (*Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250 m*), do período de janeiro a dezembro de 2005 foi utilizada neste trabalho. O produto disponibiliza dois IV: NDVI e EVI. O IV NDVI foi escolhido por ser amplamente utilizado em estudos fenológicos (TESTA, MONDINO & PEDROLI, 2014) e o EVI pela característica de minimizar os efeitos do solo e manter a sensibilidade sobre as áreas de vegetação mais densa (CORD, KLEIN, MORA & DECH, 2014).

Estes produtos foram adquiridos junto ao *United States Geological Survey* (USGS) por meio do sítio http://glovis.usgs.gov/ no formato hdf e convertidos para o formato Geo TIFF utilizando o programa *MODIS Reprojection Tool* (MRT). Cabe ressaltar que as imagens foram adquiridas em intervalos de 32 dias (Tabela 1). Para melhor visualização da simbologia dos produtos, foi utilizado o programa *ArcGis 10.1* em sua versão gratuita disponível para estudantes.

Tabela 1. Data das imagens orbitais.

Mês de referência	Data da imagem
Janeiro	01/01/2005
Fevereiro	02/02/2005
Março	06/03/2005
Abril	07/04/2005
Maio	09/05/2005
Junho	10/06/2005
Julho	12/07/2005
Agosto	13/08/2005
Setembro	14/09/2005
Outubro	16/10/2005
Novembro	01/11/2005
Dezembro	03/12/2005

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como primeiros resultados são apresentados os mapas de NDVI e EVI para o dia 01 de janeiro de 2005 (Figura 1). O NDVI para essa data variou de -0,299999982 a 0,993099988, enquanto o EVI variou de -2,99999982 a 0,875, e as demais variações são apresentadas na Tabela 2.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 2. Valores mínimos e máximos dos Índices de Vegetação NDVI e EVI.

Ano de referência: 2005	**NDVI**		**EVI**	
	Mínimo	**Máximo**	**Mínimo**	**Máximo**
Janeiro	-0,299999982	0,993099988	-0,299999982	0,875000000
Fevereiro	-0,299999982	0,940699995	-0,299999982	0,796899974
Março	-0,299999982	0,996499956	-0,299999982	0,861599982
Abril	-0,299999982	0,942299962	-0,299999982	0,769199967
Maio	-0,299999982	0,953399956	-0,299999982	0,735300005
Junho	-0,299999982	0,985099971	-0,299999982	0,722999990
Julho	-0,299999982	0,970599949	-0,299999982	0,767199993
Agosto	-0,299999982	0,929899991	-0,299999982	0,671400011
Setembro	-0,299999982	0,944799214	-0,299999982	0,581900001
Outubro	-0,299999982	0,998499990	-0,299999982	0,992299974
Novembro	-0,299999982	0,992511332	-0,299999982	0,997899950
Dezembro	-0,299999982	0,925399959	-0,299999982	0,910999954

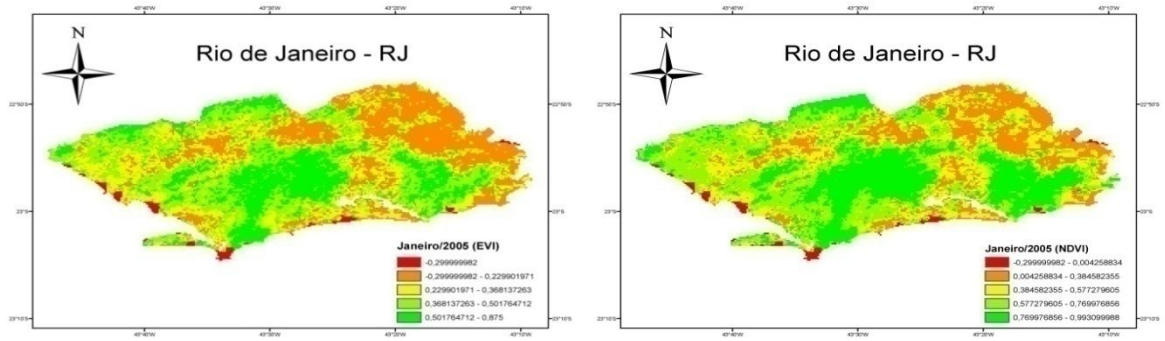


Figura 1. Mapas de NDVI e EVI (mês de janeiro).

Os resultados dos meses de fevereiro a dezembro (Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12) possibilitaram a visualização detalhada das variações da vegetação ao longo do ano de 2005. Fatores como temperatura, precipitação, umidade, velocidade do vento, etc., não foram computados, mas suas variações são possíveis contribuidores para as diferenças encontradas nos IV abordados.

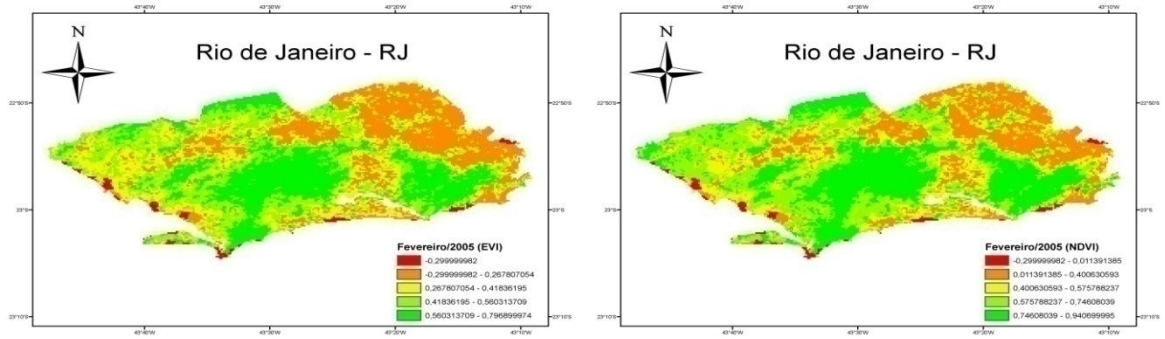


Figura 2. Mapas de NDVI e EVI (mês de fevereiro).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

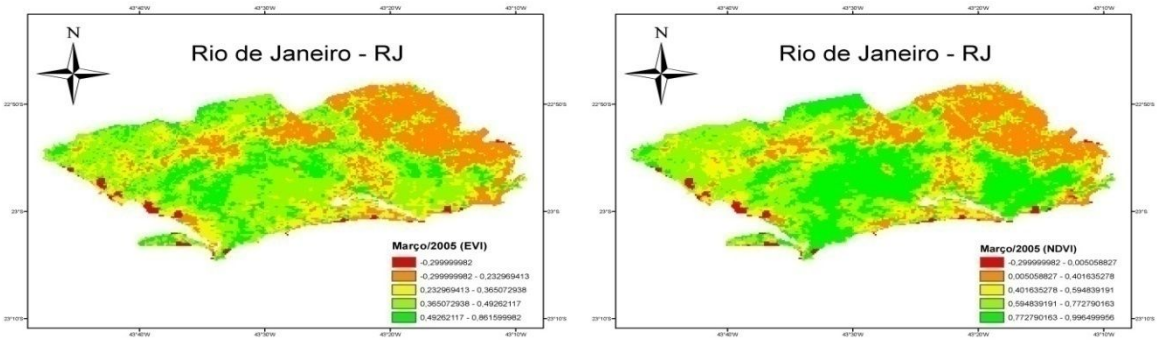


Figura 3. Mapas de NDVI e EVI (mês de março).

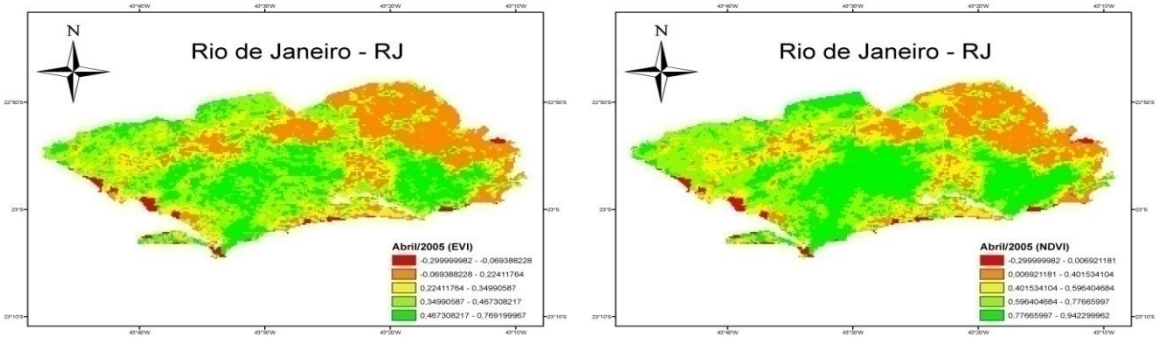


Figura 4. Mapas de NDVI e EVI (mês de abril).

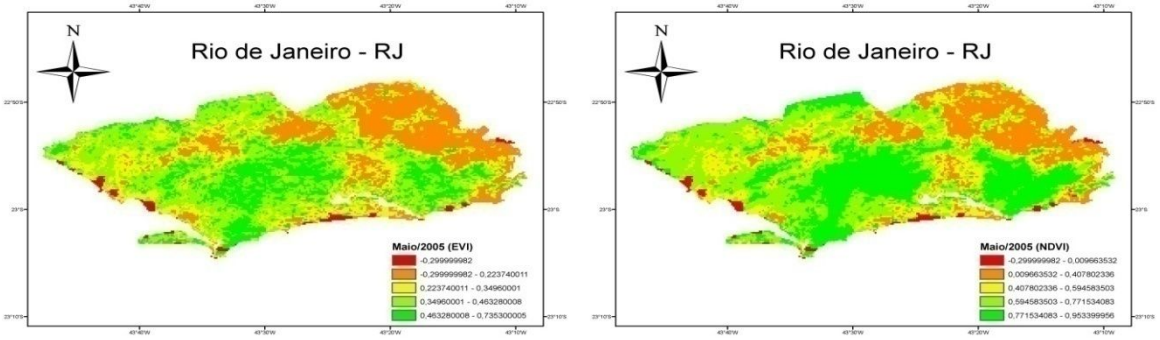


Figura 5. Mapas de NDVI e EVI (mês de maio).

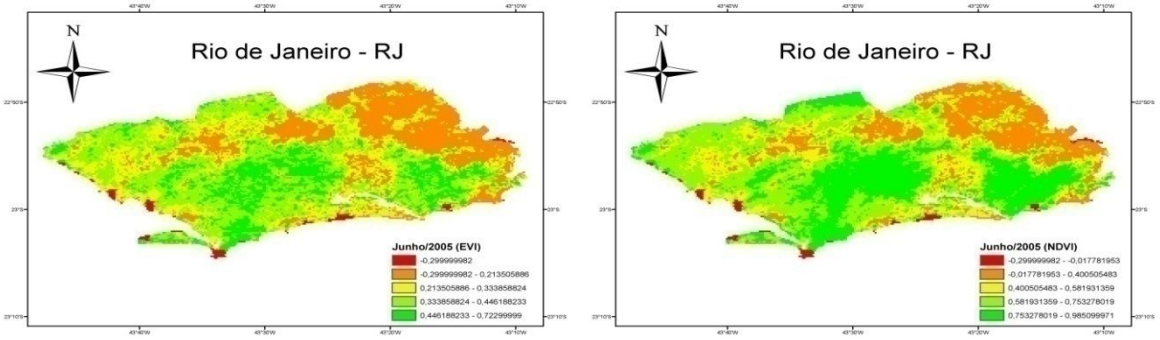


Figura 6**.** Mapas de NDVI e EVI (mês de junho).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

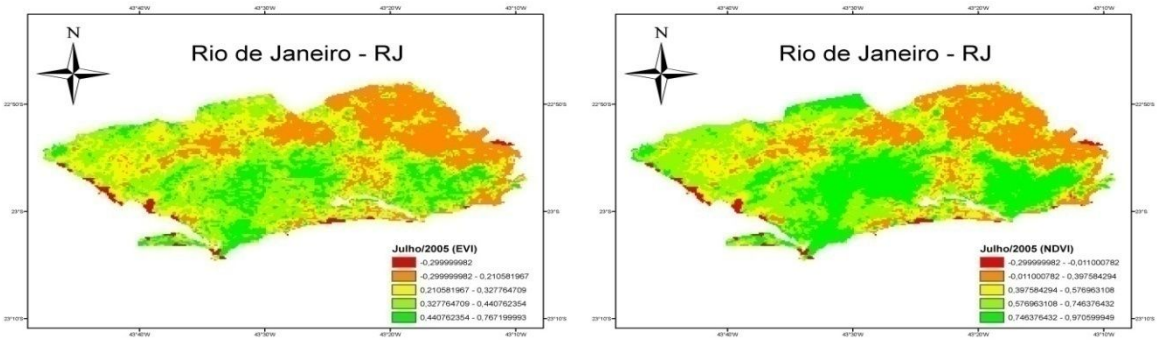


Figura 7. Mapas de NDVI e EVI (mês de julho).

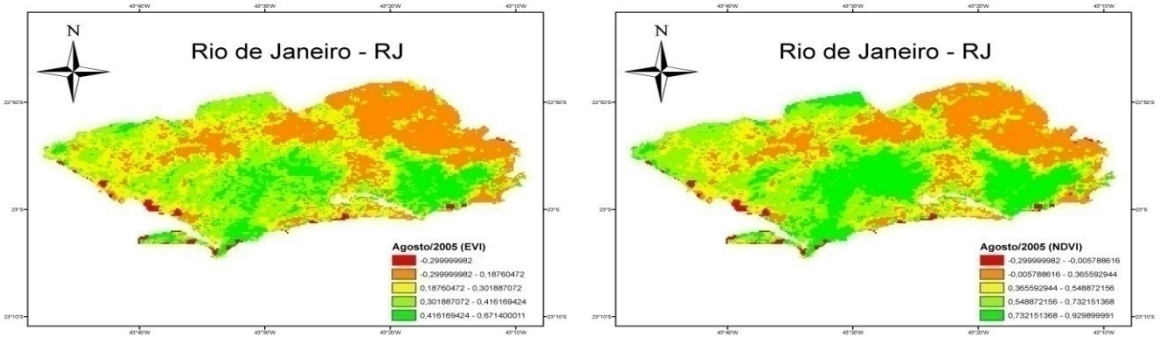


Figura 8. Mapas de NDVI e EVI (mês de agosto).

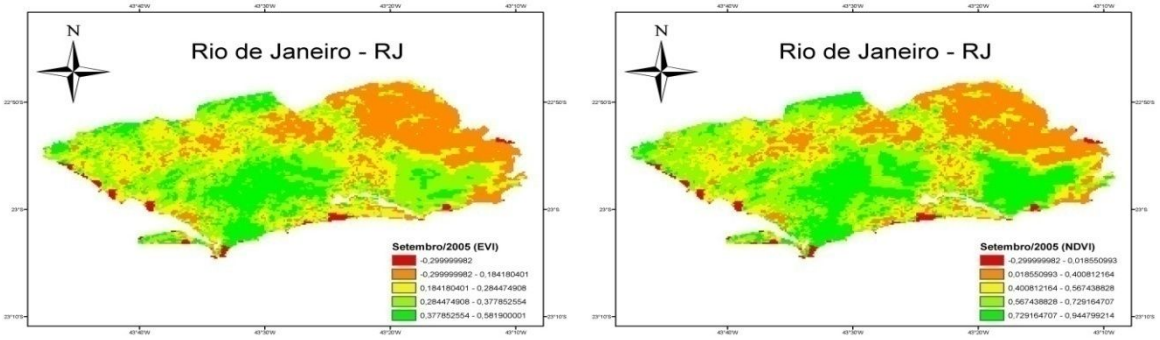


Figura 9. Mapas de NDVI e EVI (mês de setembro).

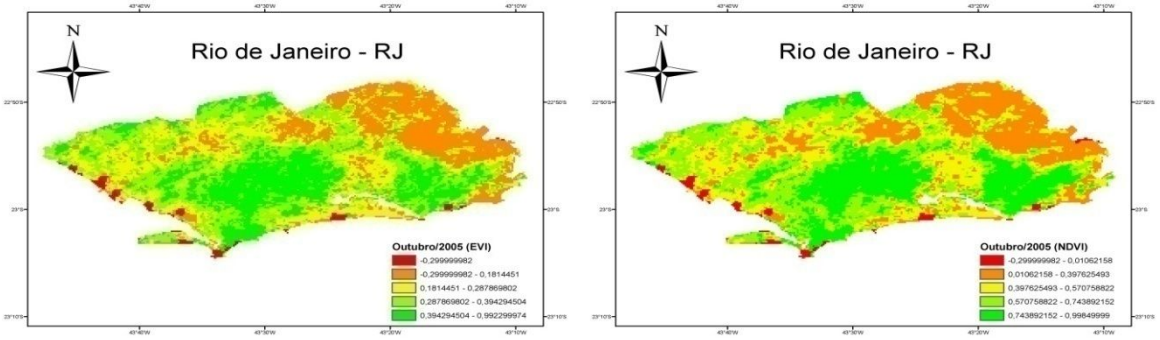


Figura 10. Mapas de NDVI e EVI (mês de outubro).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

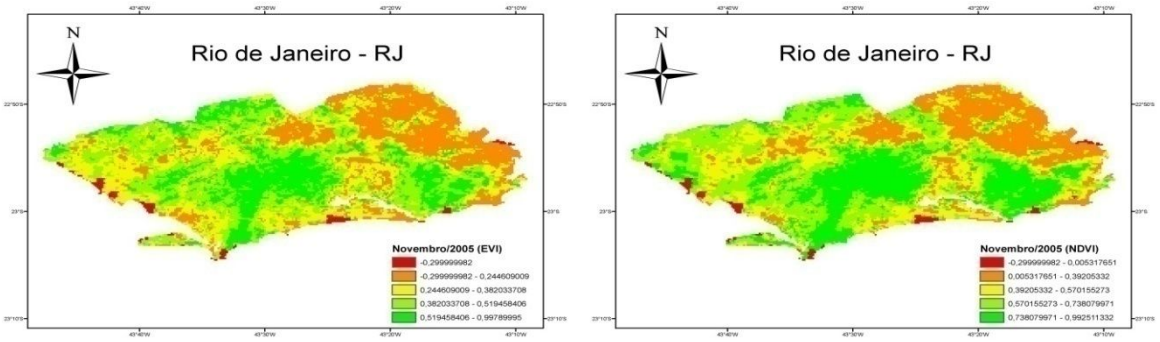


Figura 11. Mapas de NDVI e EVI (mês de novembro).

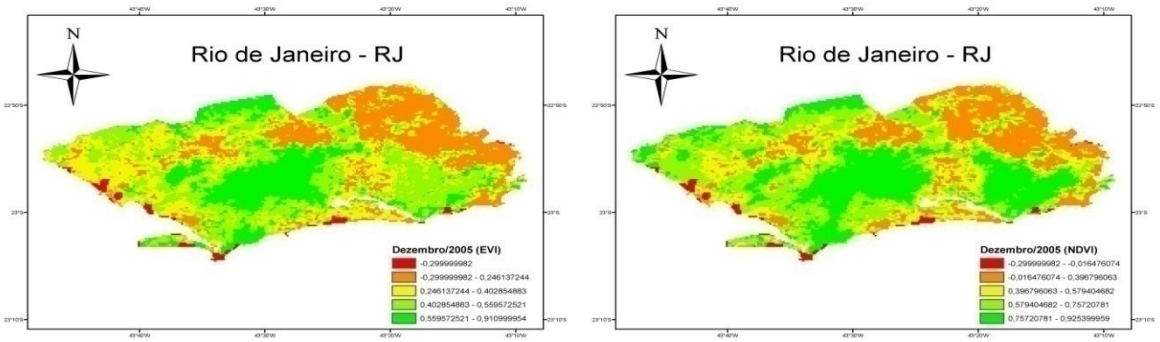


Figura 12. Mapas de NDVI e EVI (mês de dezembro).

Essa metodologia mostrou potencial em aplicações operacionais de baixo custo, devido à cobertura global dos dados do sensor MODIS e pela disponibilidade gratuita dos seus produtos e em tempo quase real.

CONCLUSÕES

Os valores encontrados para os IV NDVI e EVI foram coerentes em suas variações para todos os meses amostrados. A resolução espacial de 250 m das imagens orbitais se mostrou satisfatória para avaliação da área de estudo deste trabalho e o uso dos produtos do sensor MODIS demonstrou potencial para avaliações de grandes escalas.

REFERÊNCIAS

BASTIAANSSEN, W. G. M.; MENENTI, M.; FEDDES, R. A.; HOLTSLAG, A. A. M.A **Remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL).**1. Formulation. Journal of Hydrology. 1998. v. 212-213, p. 198-212.

CORD, A. F.; KLEIN, D.; MORA, F.; DECH, S. **Comparing the suitability of classified land cover data and remote sensing variables for modeling distribution patterns of plants.**EcologicalModelling.2014. v. 272, p. 129-140.

FEEMA. **Qualidade do Ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. 1995. 76p.

GAO, X., HUETE, A. R., NI, W., & MIURA, T. **Optical–biophysical relationships of vegetation spectra without background contamination.** Remote Sensing of Environment. 2000. 74, 609–620.

HUETE, A.; DIDAN, K.; MIURA, T.; RODRIGUEZ, E. P.; GAO, X.; FERREIRA, L. G. **Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation índices.**2002. Remote Sensing of Environment. 83, p.195-213.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2014. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=330455>. Acesso em 22 de jul. de 2014.

IPLANRIO (Empresa Municipal de Informática e Planejamento).**Anuário Estatístico da Cidade do Rio de Janeiro 93/94**: 1995. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.

JUSTICE, C. O. **An overview of MODIS Land data processing andproduct status.** Remote Sensing of Environment. 2002.

JUSTICE, C. O. Et Al., The **Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): land remote sensing for global change research.** IEEE Transactions on Geo science and Remote Sensing, 36, 1228– 1249, 1998

MODIS-EOS. **Remote Sensing of Environment**. 1994. 49, 24–234.

PETTORELLI, N. Et Al., **Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change.** *Trends in Ecology &Evolution,* Volume 20, Issue 9, September 2005, Pages 503–510.

TESTA, S.; MONDINO, E. C. B.; PEDROLI, C. **Correcting MODIS 16-day composite NDVI time-series with actual acquisition dates.** European Journal of Remote Sensing. 2014. v. 47, p. 285-305.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

USO DE MODELAGEM FUZZY PARA PREDIÇÃO DA EFICIÊNCIA DE AQUECEDORES SOLARES EM SISTEMAS DE PISOS TÉRMICOS

Gabriel Chaves Moreira[1], Jefferson Francisco Fagundes[2], Núbia Campos E Sousa[3], Leonardo Shiassi[4], Flávio Alves Damasceno[5], João Antônio Costa Do Nacimento[6].

[1]Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35)8851-4254, gabrielchaves01@hotmail.com
[2]Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35)9120-0073, iamjeeh@hotmail.com
[3]Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, (35)9218-2601, nubinhacampos18@gmail.com.
[4]Graduando em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, (35)9718-3643, jacostadonascimento@gmail.com
[5]Professor Doutor Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, leonardo.schiassi@deg.ufla.br
[6]Professor Doutor Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, flavio.damasceno@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015.

RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi desenvolver um modelo matemático, com base na teoria dos conjuntos fuzzy, para predizer a eficiência de aquecedores solares para uso em sistemas de aquecimento de piso de concreto para leitões na fase de maternidade. Para tanto, foram utilizados diferentes modelos de aquecedores solares, sendo dois modelos com sistemas convencionais de coletores solar através de placas de vidro e placas de plástico em PVC, além de um coletor solar de garrafas PET com um reservatório térmico alternativo. Foi conduzido experimento de campo durante oito dias a fim de se testar cada sistema de aquecimento de água e sua eficiência no aquecimento dos pisos. Para avaliação térmica dos aquecedores, sensores de temperatura (precisão de ± 3% da leitura) foram instalados na tubulação de entrada e saída de cada piso e do reservatório térmico. De posse dos dados, foi desenvolvido um modelo fuzzy onde as variáveis de entrada foram a temperatura ambiente (°C) e radiação solar acumulada (W/m² 3h), enquanto que a variável de saída foi a temperatura superficial dos pisos (°C) para cada tipo de aquecedor solar testado. Os resultados demonstraram um bom desempenho do modelo matemático proposto, sendo uma alternativa eficiente no auxilio à tomada de decisão quanto ao uso de diferentes modelos de aquecedores solares em sistemas de produção de suínos.
PALAVRAS–CHAVE: energia solar, modelagem matemática, suinocultura.

PERFORMANCE ANALYSIS OF A PROTOTYPE SOLAR HEATER FOR FLOOR HEATING USING ALTERNATIVE MATERIALS

ABSTRACT: The general objective of this research was to develop a mathematical model based on the theory of fuzzy sets to predict solar heaters efficiency for use in concrete floor heating systems for piglets in the farrowing phase. Therefore, different types of solar heaters are used, two models with conventional solar collecting systems through glass and plastic plates PVC, and a solar collector PET bottles with an alternative thermal storage tank. The experiment was conducted for 8 days in order to test each water heating system and its efficiency in heating the floors. For evaluation of thermal heaters, temperature sensors (accuracy ± 3% of the reading) are installed in inlet and outlet of each floor and the thermal reservoir. With this data, it developed a fuzzy model where the input variables are the air temperature (°C) and cumulative solar radiation (W/m² 3h), while the output variable is the surface temperature of the flooring (°C) for each type of solar heater

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

tested. The results showed a good performance of the proposed mathematical model, being an efficient alternative in assistance to decision-making regarding the use of different models of solar heaters in pig production systems.
KEYWORDS: solar energy, mathematical modeling, swine.

INTRODUÇÃO

A intensificação da produção suinícola vem prejudicando o conforto térmico dos animais em razão da redução de espaço e movimentação dentro das baias (DE MENDONÇA, 2010). Segundo Cavalcanti (1973) os suínos são uma espécie homeotérmica, mas que apresentam o aparelho termorregulador pouco desenvolvido. Os animais quando pequenos são sensíveis ao frio e sensível ao calor quando adultos. Desta forma, a maternidade é uma fase crítica na produção, pois, deve-se conciliar simultaneamente as necessidades dos leitões e das fêmeas em um mesmo ambiente. A faixa de conforto térmicos dos leitões, nas primeiras semanas de vida, se encontra entre 32 e 34°C enquanto que das matrizes situa-se entre 16 a 21°C (CAMPOS et al., 2015).

Este problema tem sido amenizado, na suinocultura, através do uso de escamoteadores, aquecidos por fontes artificiais de calor (SABINO et al., 2012). Morés et al. (1998) verificam que escamoteadores equipados com lâmpada infravermelha controlada por termostato proporcionam um ambiente mais adequado para os leitões quando comparado a outros modelos de aquecimento com piso térmico e a lâmpada incandescente.

Em virtude da grande quantidade de energia elétrica que é utilizado nesse tipo de sistema, existe a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que possibilitem minimizar o consumo, sem prejudicar o bem-estar dos animais e preservando o meio ambiente. Neste sentido, surge a necessidade de avaliar o emprego de materiais alternativos em sistemas de aquecimento de piso, como a possibilidade de aquecimento de água através da energia solar e direcionamento desta água aquecida para tubulações sob o piso, fazendo com que ocorra o aquecimento da superfície em contato com os leitões.

O Brasil por ser um país tropical, apresenta condições climáticas e atmosféricas favoráveis para difusão da tecnologia termossolar. Visando esse potencial energético, inicia-se, a partir da década de 70, a comercialização de aquecedores solares convencionais, confeccionadas a partir de materiais metálicos, que são bons condutores de calor (SIQUEIRA, 2009).

Quando se busca avaliar sistemas complexos como eficiência de diferentes equipamentos submetidos às variáveis climáticas e ambientais, pode-se lançar mão de modelos matemáticos computacionais. Tais modelos possibilitam predizer diferentes cenários com custo e tempo reduzido, sendo que este tipo de pesquisa já foi testado em diversas áreas do conhecimento (ORTEGA, 2001; PANDORFI et al., 2007; ASSIS SILVA, 2009; SCHIASSI et al., 2015).

A matemática *fuzzy* é utilizada para avaliar parâmetros entre índices, traduzindo termos matemáticos a informações imprecisas, expressa por um conjunto de regras linguísticas, onde a fuzificação nos remete a variáveis calculadas em valores linguísticos a variáveis calculadas em valores numéricos (SCHIASSI et al., 2013).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho desenvolver um modelo matemático *fuzzy*, para representar e quantificar a eficiência de aquecimento de pisos térmicos, para uso em escamoteadores de leitões na fase de maternidade, utilizando diferentes sistemas de coletores solares.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

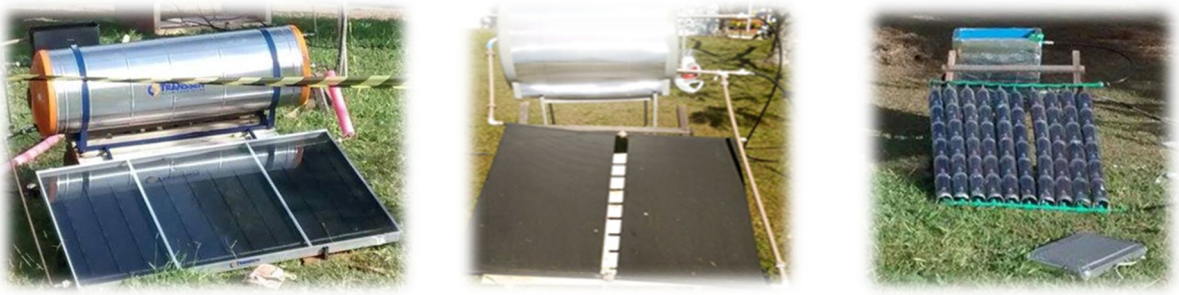
O experimento foi conduzido no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, DEG-UFLA, durante oito dias no período de inverno do ano 2015. A área experimental localiza-se nas coordenadas latitude 21°13'43" S e longitude 44°58'27" W. Para aferir as temperaturas das superfícies dos pisos utilizou-se de um sensor infravermelho da marca Benetech, modelo GM320, com precisão de +/- 1,5°C coletando dados às 9h, 12h e 15h.

Os sistemas de aquecimento solar testados foram:

aquecedor solar convencional de placa de vidro (ASCV) constituído de uma placa coletora, fabricada em alumínio extrudado e isolada com poliuretano expandido rígido com tubulação interna de cobre e cobertura composta por vidros transparentes com 1m x 1m, e um reservatório térmico no formato cilíndrico fabricado em aço inoxidável isolado com poliuretano expandido rígido e uma capa protetora de alumínio naval com capacidade de armazenar 200 litros de água (FIGURA 1A).

Aquecedor convencional de placa PVC (ASCP) constituído de uma placa coletora fabricado em poliricloreto de vinila (PVC) com 127 cm por 68 cm e um reservatório térmico fabricado em polietileno de alta densidade (PEAD) e capacidade para 200 litros (FIGURA 1B).

Para desenvolvimento do sistema de aquecedor solar de baixo custo (ASBC) teve-se como base outros modelos já propostos por organizações não governamentais, porém com adaptações construtivas. As placas foram montadas com aproximadamente 1 m² confeccionadas com garrafas PET cortadas e encaixadas em fileiras de cinco e no interior embalagens cartonadas reaproveitadas pintadas de preto fosco sob cano de PVC de 20 mm de diâmetro, também pintado de preto fosco, por onde circulava a água (FIGURA 1C). O reservatório foi construído a partir de uma caixa d'agua de fibra de vidro, de capacidade de 50L, isolada com placa de EPS (poliestireno expandido) de 50 mm e revestida com fita isolante de alta fusão. Este reservatório possuía quatro furos por onde foram feitas as conexões com a placa coletora e com piso térmico. Em uma das conexões, por onde saía a água quente para os pisos foi instalada uma boia pescadora confeccionada com materiais alternativos, com a finalidade de proporcionar o fluxo de água aquecida para o piso avaliado.



(A) (B) (C)

Figura 1 - Detalhes construtivos dos sistemas testados (A) aquecedor solar convencional de vidro, (B) aquecedor solar convencional de PVC e (C) aquecedor solar de baixo custo.

Os pisos térmicos foram confeccionados de madeira e compensado reciclados com 80 cm x 45 cm. Cada sistema de aquecimento solar possuía um piso térmico, tornando assim as análises independentes para cada modelo de aquecimento avaliado. A camada inferior dos pisos foi constituída por placas de EPS (poliestireno expandido) com 25 mm. Logo acima foi instalada uma tubulação de aço galvanizado de 20 mm de diâmetro externo formando-se uma serpentina, pela qual a água aquecida por meio do coletor solar circulava. Para lacrar o piso foi usada uma argamassa de cimento e areia com traço 1:3 (FIGURA 2).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



(A) (B)

Figura 2 - Detalhes do piso usado para testar os sistemas de aquecimento (A) tubulação para água quente e (B) avaliação do piso confeccionado para uso no escamoteador.

O experimento foi realizado em área limpa, com grama rasteira e com as placas coletoras voltadas para o norte geográfico com inclinação de aproximadamente 23°. Os pisos foram alocados sob uma cobertura para protegê-los do vento e radiação direta (FIGURA 3).



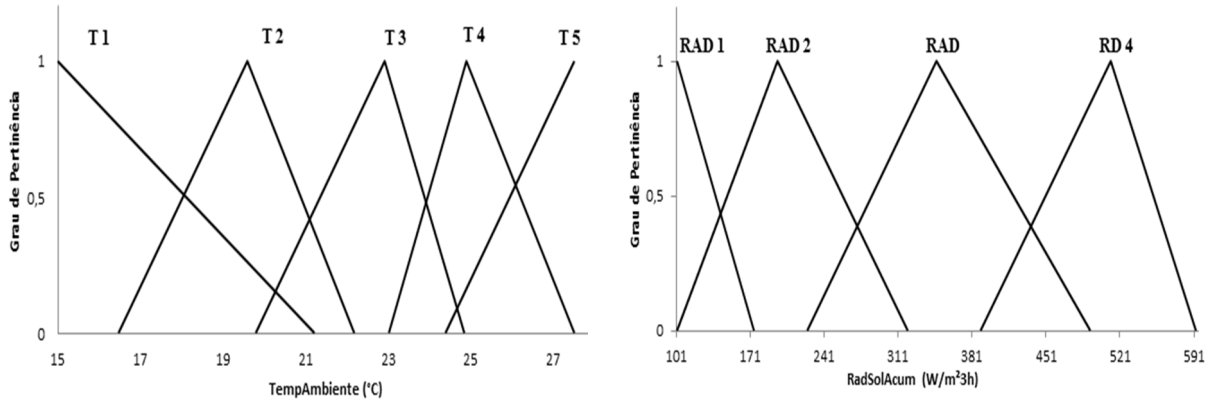
Figura 3 - Área do experimento com a distribuição dos sistemas avaliados.

O modelo fuzzy foi desenvolvido para avaliar a eficiência dos sistemas em aquecer a superfície dos pisos térmicos. Para que isso fosse possível foi tomado, como variáveis de entrada para o modelo fuzzy, dados de temperatura e radiação solar acumulada disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), referente à estação climatológica de Lavras MG. Com base nessas variáveis de entrada o sistema fuzzy estimou valores de temperatura superficial dos pisos para cada sistema testado e comparou-se com valor obtido experimentalmente para comprovar o modelo.

Na definição de conjuntos fuzzy fez-se o uso de variáveis linguísticas genéricas para as variáveis de entrada (temperatura e radiação) e saídas (temperatura da superfície dos pisos para os sistemas testados).

Os intervalos admitidos para as variáveis de entrada foram graficamente representados pelas curvas de pertinências triangulares, por representarem melhor o comportamento dos dados. Estas curvas estão representadas na figura 4.

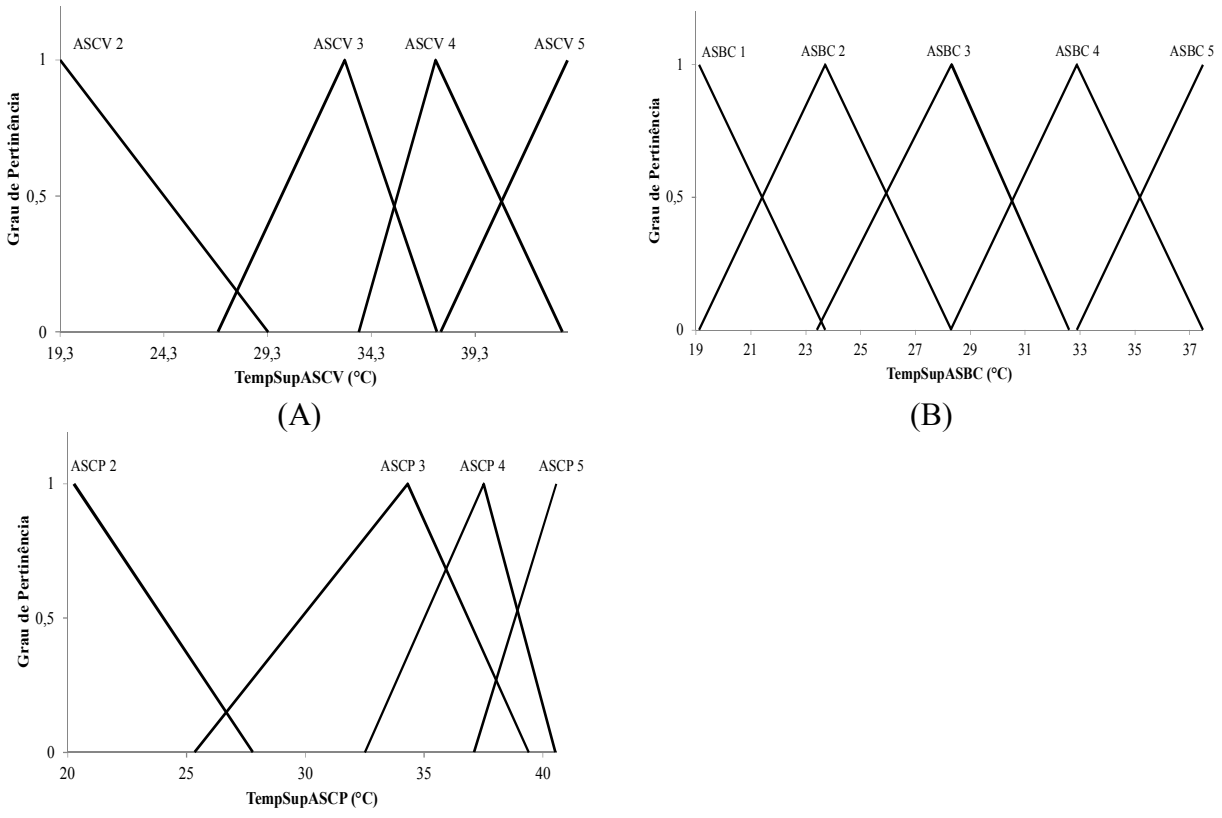
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



(A) (B)

Figura 4 - Funções de pertinência das variáveis de entrada, (A) temperatura ambiente e (B) radiação solar acumulada.

Os intervalos adotados para as variáveis de saída foram definidos com base nos dados experimentais dos valores diários de temperatura da superfície (°C) dos pisos (FIGURA 5). As variáveis respostas são uma predição da temperatura superficial dos pisos em função das variáveis de entrada.



(A) (B)

(C)

Figura 5 - Funções de Pertinência das variáveis de saída para os pisos avaliados (A) ASCV, (B) ASBC e (C) ASCP.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Foram definidas 20 regras fuzzy em função das combinações para os conjuntos das variáveis de entrada. O método de inferência utilizado foi o de Mamdani e a defuzificação foi feita utilizando o método do Centro de Gravidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo *fuzzy* foi ajustado com base nos dados coletados durante o experimento de forma que o intervalo de cada função de pertinência das variáveis foi adotado para resultar no menor erro possível quando comparado com os dados obtidos experimentalmente.

Assim foram utilizados para testar o modelo *fuzzy* dados de temperatura do ar e radiação solar acumulada, obtendo como resultado a temperatura superficial do piso em cada tratamento (TABELA 1).

Tabela 1 – Temperatura superficial dos pisos avaliados obtidos através do experimento de campo e pelo modelo fuzzy proposto.

Tem.Sup.Piso (°C)			**Fuzzy**			**Desvio padrão**			**Erro%**		
ASCV	**ASBC**	**ASCP**	**ASCV**	**ASBC**	**ASCP**	**ASCV**	**ASBC**	**ASCP**	**ASCV**	**ASBC**	**ASCP**
22,17	20,62	20,26	22,86	23,62	22,94	0,49	2,12	1,89	3,13	14,54	13,21
43,76	35,73	33,79	38,32	32,89	36,74	3,84	2,01	2,08	12,42	7,96	8,72
41,40	31,58	31,46	38,79	33,05	36,76	1,85	1,04	3,74	6,31	4,66	16,83
28,30	24,75	25,07	23,18	23,78	23,31	3,62	0,69	1,24	18,08	3,93	7,02
36,60	32,67	35,49	38,30	32,89	36,75	1,20	0,15	0,89	4,65	0,66	3,56
34,94	31,06	33,48	38,32	32,89	36,76	2,39	1,30	2,32	9,68	5,90	9,80
20,78	19,11	20,83	25,06	23,11	25,19	3,03	2,83	3,08	20,60	20,93	20,94
37,32	32,36	34,44	38,35	32,89	36,71	0,73	0,37	1,61	2,76	1,63	6,60
38,05	32,21	34,68	38,32	32,20	35,84	0,19	0,01	0,82	0,72	0,03	3,34
19,31	20,64	22,94	22,90	22,83	22,96	2,54	1,55	0,02	18,59	10,60	0,10
33,31	31,14	37,88	38,32	32,89	36,74	3,55	1,23	0,81	15,05	5,61	3,02
37,72	33,38	35,81	38,70	32,87	36,58	0,69	0,36	0,55	2,60	1,53	2,15
29,50	24,16	23,10	22,59	23,70	22,73	4,88	0,32	0,26	23,41	1,89	1,62
43,06	37,48	40,56	38,26	32,89	36,79	3,39	3,25	2,67	11,15	12,26	9,30
38,84	32,33	33,52	38,92	33,19	36,90	0,06	0,61	2,39	0,21	2,65	10,09
27,94	27,60	27,19	22,57	23,70	22,71	3,80	2,76	3,17	19,22	14,12	16,49
37,08	32,25	35,50	38,26	32,89	36,79	0,83	0,45	0,91	3,18	1,97	3,63
40,90	35,41	38,00	38,86	33,10	36,79	1,44	1,64	0,86	4,98	6,53	3,19
30,35	25,01	27,78	27,83	24,29	27,46	1,78	0,51	0,23	8,31	2,87	1,15
39,41	36,83	38,07	38,92	33,19	36,90	0,35	2,58	0,83	1,24	9,89	3,07
37,54	33,10	35,99	39,59	33,71	37,29	1,45	0,43	0,92	5,46	1,83	3,60
					Média	2,01	1,25	1,49	9,13	6,28	7,02

As médias dos desvios padrão para as respostas do modelo foram de 2,01°C, 1,25°C e 1,49°C para ASCV, ASBC e ASCP, respectivamente, correspondendo aos erros percentuais de 9,13%, 6,28% e 7,02%.

Com intuito de avaliar o nível de significância do modelo foi realizado regressões lineares com os dados obtidos experimentalmente e propostos pelo modelo. Com R^2 de 0,7546 para ASCV, 0,8345 ASBC e 0,8436 ASCP (FIGURA 6).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

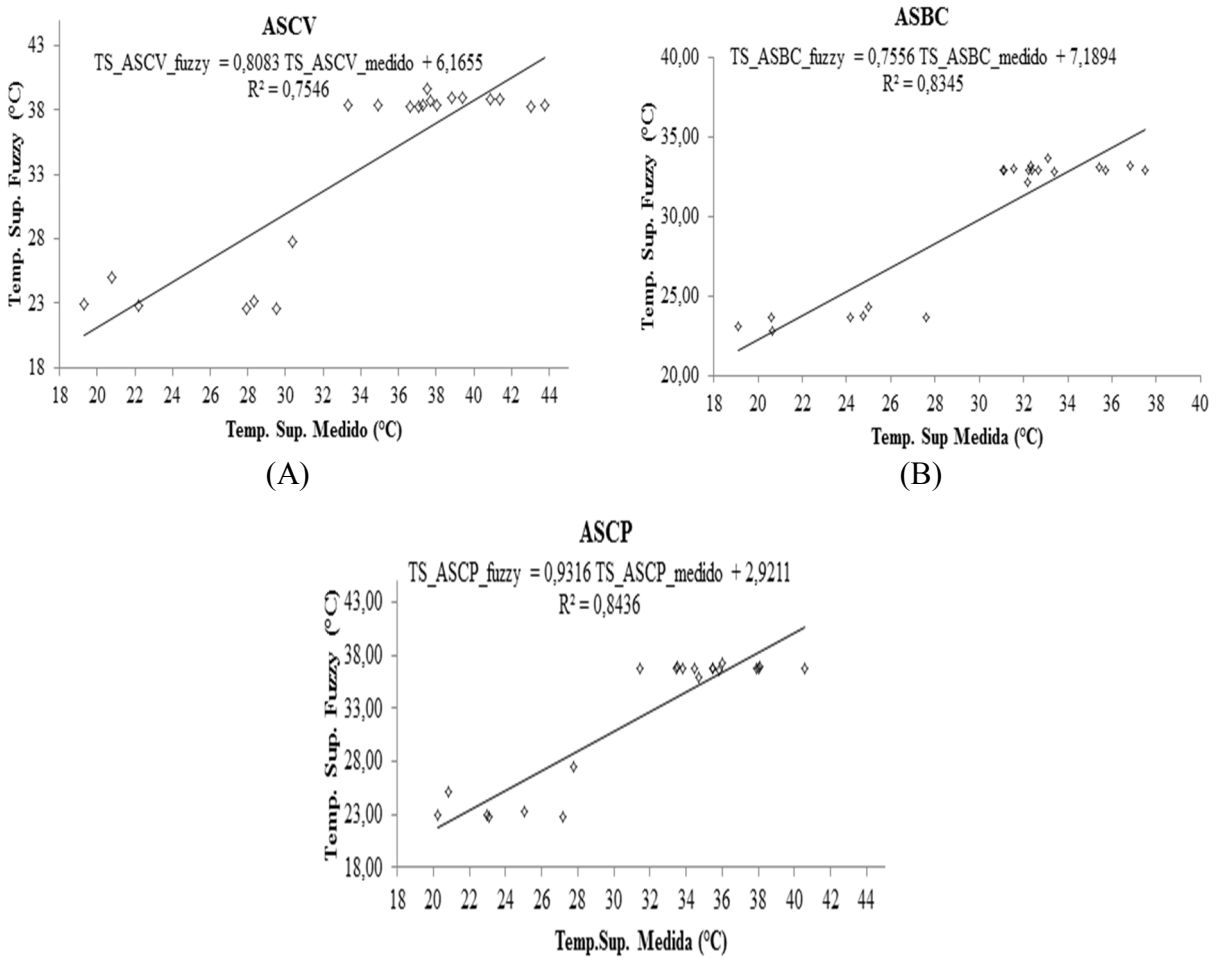


Figura 6 - Regressões lineares para as variáveis de saída (A) ASCV, (B) ASBC e (C) ASCP, em função dos valores preditos pela lógica fuzzy e os valores medidos experimentalmente.

Em pesquisas com desenvolvimento de modelos fuzzy para instalações de gado de leite, Campos et al. (2013) obtiveram coeficiente de determinação (R^2) de 0,7545, próximo ao resultado de 0,668 obtido por Castro et al. (2012) em pesquisa sobre aplicação de modelagem fuzzy na predição de peso de ovos de codorna. Estes resultados aproximam-se dos obtidos para o modelo proposto, comprovando sua eficácia para predição da temperatura de pisos de escamoteadores para diferentes sistemas de aquecimento solar.

CONCLUSÕES

O modelo fuzzy desenvolvido para estimar a temperatura da superfície do piso aquecido por sistemas alternativos de fonte de calor com base em dados climáticos mostrou-se eficaz na predição dos resultados com coeficientes de determinação acima dos valores apresentados em diversas literaturas e baixos valores de desvios padrão.

Sendo assim, a logica fuzzy apresenta-se com uma ferramenta confiável e promissora na avaliação de dados de natureza multifatorial, que podem ou não, expressar dependências entre si.

REFERÊNCIAS

ASSIS SILVA, Samuel de; SOARES DE SOUZA LIMA, Julião. Lógica fuzzy no mapeamento de variáveis indicadoras de fertilidade do solo. **Idesia (Arica),** v. 27, n. 3, p. 41-46, 2009.

CAMPOS, Alessandro T. et al. Prediction of free-stall occupancy rate in dairycattle barns through fuzzy sets. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 6, p. 1079-1089, 2013.

CAMPOS, Josiane Aparecida et al. Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. **Ceres**, v. 55, n. 3, 2015.

CASTRO, Jaqueline de Oliveira et al. Estimate of the weight of japanese quail eggs through fuzzy sets theory. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 1, p. 108-116, 2012.

CAVALCANTI, S. S. Estudo da natimortalidade em suínos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v.1, n.3, p.9-19, 1973.

DE MENDONÇA, Alessandro Bueno. **Conforto térmico em suínos visando melhoria na produção e qualidade do produto final**. Monografia de Pós-Graduação. Universidade Castelo Branco; Campinas, SP. 2010.

INPE; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em:<http://sinda.crn2.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/index.php>

MORÉS, N.; SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.;MORENO, A. M. Manejo do leitão desde o nascimento até o abate. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R. S.; SESTI, L. A. C. (Ed.). **Suinocultura intensiva**: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1998. p. 135-162.

ORTEGA, Neli Regina Siqueira. **Aplicação da Teoria de Conjuntos Fuzzy a problemas da Biomedicina**. 2001. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PANDORFI, Héliton et al. Uso da lógica fuzzy na caracterização do ambiente produtivo para matrizes gestantes. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 1, p. 83-92, 2007.

SABINO, Luana Araujo et al. Comparação de dois modelos de escamoteadores sobre o desempenho dos leitões. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 1, p. 21-25, 2012.

SCHIASSI, Leonardo et al. Modelagem Fuzzy aplicada na avaliação do desempenho de frangos de corte. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 140-146, 2015.

SCHIASSI, Leonardo et al. MODELAGEM FUZZY EM PARÂMETROS DE BEM-ESTAR HUMANO. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 8-12, 2013.

SIQUEIRA, Débora Abrahão. **Estudo de desempenho do aquecedor solar de baixo custo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia. 2009, 125 p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

USO DO KIT LEGO NA INTERDISCIPLINARIDADE DO ENSINO FUNDAMENTAL EM ESCOLAS PÚBLICAS

FERNANDA COSTA E SILVA[1], NAYARA JANICE FERREIRA[1], ALISSON DIEGO RAMOS[1], FRANCK MORAES DE OLIVEIRA[1], MORGANA REIS CABRAL[1], RICARDO RODRIGUES MAGALHÃES[2].

[1] Graduando em Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Lavras, fernanda11879@yahoo.com.br; nayarajanis@gmail.com; alissonramosadr@hotmail.com; fmo@engautomacao.ufla.br; morgana_cabral@yahoo.com.br
[2] Professor adjunto do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, ricardorm@deg.ufla.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) é uma competição científica teórico/prática nacional, destinada a alunos de ensino fundamental, médio e técnico. Este trabalho relata os resultados obtidos pela introdução da Robótica Educacional nos processos de aprendizagem escolar, e os impactos na comunidade. A metodologia baseia-se na aprendizagem significativa, na qual os estudantes aprendem fazendo, desenvolvem novos conhecimentos e competências interpessoais. A capacitação de cerca de 20 alunos de duas escolas municipais de Lavras/MG ocorreu em encontros semanais de duas horas, nos quais os participantes realizaram estudos orientados, planejamento, programação e montagem de robôs, usando o kit LEGO Mindstorms NXT, visando o sucesso das equipes nas competições da OBR. Além disso, realizou-se a capacitação de novos tutores e professores das escolas municipais. Conclui-se que as conquistas das equipes nas edições anteriores da OBR mostram empenho dos envolvidos, consolidando o sucesso do projeto e seu papel social, ao gerar atividades extracurriculares, impedindo envolvimento dos jovens em situações de risco, incluindo-os no universo tecnológico e incentivando a escolha de carreiras nas áreas de ciência e tecnologia.
PALAVRAS–CHAVE: Robótica, Inclusão social, Lavras-MG.

THE USE OF LEGO IN THE INTERDISCIPLINARITY OF BASIC EDUCATION IN PUBLIC SCHOOLS

ABSTRACT: The Brazilian Olympics Robotics (OBR) is a theoretical/practical national science competition focused on elementary, high school, and technical students. This study reports the results of introduction of Educational Robotics in the learning process of school systems, and the impacts on the community. The methodology is based on meaningful learning, in which students learn by doing, develop new knowledge and interpersonal skills. The training about 20 students of two municipals schools in Lavras/MG occurred weekly, in two hour meetings, in which oriented studies were conducted with planning, programming and robot mounting, using the LEGO Mindstorms NXT kit, aiming the identification of teams with success chances on the OBR competitions. Besides, it was realized the training of new tutors and teachers from others municipal schools. In terms of the team achievements on the previous editions of OBR show the effort of everyone, consolidating the project success and its social role, in generating social extracurricular

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

activities, preventing youth involvement on risk situations, including the students in the technological universe and in the encouraging choice of careers in science and technological areas.
KEYWORDS: Robotics, Social inclusion, Lavras/MG.

INTRODUÇÃO

A educação tem como função fazer com que o homem conheça os elementos que o cercam, podendo intervir sobre eles, garantindo assim a ampliação da sua liberdade, comunicação e colaboração com os seus semelhantes (SAVIANI, 2000). Com os avanços tecnológicos, o mesmo tem buscado novas formas de aprendizado e a escola não ficou atrás nesse sentido, percebendo toda essa evolução ela tem tentado acompanhar, preparando os alunos para a vida, e o mínimo que uma escola deve fazer para o aluno nesse sentido é introduzir o conhecimento tecnológico básico. Para Valente (1999), o aluno pode aprender a mesma quantidade de conceitos, utilizando recursos bem mais simples.

A Robótica surge nesse âmbito com uma das novas tecnologias, definida como a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real com ou sem intervenção humana (Ullrich, 1987). Segundo Ullrich (1987) um robô é um equipamento multifuncional e reprogramável, projetado para movimentar peças, materiais e outros tantos dispositivos especializados para o desenvolvimento de inúmeras ações que promovem bem-estar, conforto, saúde e educação. Robótica Educacional (RE) ou Pedagógica, segundo Dicionário Interativo da Educação Brasileira (2015), é um termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares, permitindo programar, de alguma forma, o funcionamento de modelos. A RE trabalha com diversos aspectos, como desenvolver o raciocínio lógico, pesquisa, interpretação, investigação, trabalho em grupo, resolver situações do dia a dia, saber se sobressair a problemas, lidar com perdas e dificuldades, melhora a criatividade e comunicação entre muitos outros benefícios.

Assim, acreditando no poder da RE, o presente trabalho tem como objetivo, inserir a mesma em duas escolas municipais de Lavras – MG, dando oportunidade aos alunos de conhecer essa tecnologia e com isso aprender a lidar com diversas situações, trabalhando todos os aspectos que a RE pode desenvolver, e assim relatar os resultados obtidos em um projeto de extensão universitária da Universidade Federal de Lavras (UFLA), através da introdução da Robótica Educacional nos processos de aprendizagem escolar nessas escolas, visando à participação de alunos do ensino fundamental em provas práticas da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR).

MATERIAL E MÉTODOS

O Projeto "Robótica Educacional para Inclusão Social – REIS," é um projeto de extensão universitária na Universidade Federal de Lavras (UFLA). A metodologia do projeto tem como base a pedagogia de projetos e aprendizagem significativa. Assim sendo, é desenvolvido um processo de tutoria, realizado por graduandos do curso de Engenharia de Controle e Automação da UFLA. Os tutores foram selecionados e capacitados para acompanhar e preparar os alunos participantes do projeto visando sua participação na OBR.

Os alunos participantes frequentam o ensino fundamental em duas escolas municipais da cidade de Lavras - MG: Escola Municipal Professor José Luiz de Mesquita (EMPJLM), e a Escola Municipal Umbelina Azevedo Avellar. A diretoria das escolas realizou a escolha dos participantes, com avaliações que analisaram aptidões pela área de exatas, comportamento em sala de aula e vulnerabilidade socioeconômica.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

O treinamento dos alunos ocorreu em encontros semanais de aproximadamente duas horas, nas quais foram realizadas atividades com foco no desenvolvimento de habilidades uteis nas competições da OBR. Inicialmente, ocorreu a apresentação dos robôs LEGO Mindstorms®, laboratórios, salas dos encontros, os métodos de ensino e as regras de comportamento. As atividades desenvolvidas focaram a construção e programação de robôs utilizando a plataforma LEGO. O kit é composto por: processador central, peças de montagem mecânica, atuadores e sensores (Figura 1), permitindo a assimilação de conceitos de engenharia, física, programação, lógica e outras áreas do conhecimento.



Figura 1 - Componentes do LEGO Mindstorms®. (Fonte: http://www.lego.com/en-us/mindstorms/products/31313-mindstorms-ev3)

Nos encontros semanais, os alunos realizaram estudos orientados, planejamento, programação e montagem de robôs. Durante as atividades, os alunos depararam com situações em que precisavam usar as habilidades adquiridas no treinamento para resolver exercícios, lidando com situações similares as quais poderiam ocorrer durante a competição. Eles desenvolveram conhecimentos e competências interpessoais, além de habilidades para identificar e selecionar informações, tomar decisões, trabalhar em grupo e gerenciar conflitos.

Para realizar as atividades de montagem dos robôs, os alunos passaram por um período de preparação, com a apresentação das peças e explicações sobre mecânica básica, funcionamento de motores, sensores, engrenagens, polias e conectores (Figura 2). Dessa forma, os alunos aprimoraram a capacidade de observação e raciocínio.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 2 - Apresentação do kit LEGO Mindstorms®.

Após a montagem, os alunos receberam aulas de lógica sequencial, associando o conceito de algoritmos a situações do dia a dia, visto que a programação do robô pode inicialmente parecer complexa. Durante as primeiras aulas (Figura 3), os alunos aprenderam conceitos de lógica e uso de fluxogramas, além de uma introdução sobre as funções e funcionamento do software Mindstorms NXT®, em que o aluno utiliza blocos lógicos para realizar a programação dos robôs.



*Figura **3** - Aulas com o software Mindstorms NXT®.*

Ao iniciar a programação, os alunos se depararam com problemas similares aos que enfrentariam em uma competição da OBR. Para solucionar os desafios, utilizaram os conhecimentos adquiridos nos estágios anteriores do projeto. Os alunos realizaram testes práticos em uma pista semelhante a da competição (Figura 4), para identificar possíveis falhas, e utilizaram trabalho em equipe para resolver problemas relacionados à programação ou montagem dos robôs.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Figura 4– Teste prático com o robô na pista.

O passo final foi o desenvolvimento dos programas para participação da competição. Assim sendo, os alunos trabalharam com algoritmos mais complexos, lidando com falhas e frustrações, evidenciando o domínio na utilização das ferramentas apresentadas já que, durante a competição da OBR, eles trabalham sem ajuda dos tutores. Por meio da realização competições simuladas entre as equipes participantes do projeto, fortaleceu-se a importância do trabalho em equipe e da capacidade de solucionar problemas práticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de 2012 a 2014, o projeto foi desenvolvido somente na EMPJLM (escola piloto). No ano de 2015 os alunos da Escola Municipal Umbelina Azevedo Avellar começaram a participar do projeto.

No primeiro ano do projeto, em 2012, as equipes da EMPJLM conquistaram o primeiro e segundo lugares na etapa regional/MG da OBR, e o 14º lugar na etapa nacional, em Fortaleza/CE. Na ocasião, além da competição, os alunos realizaram a apresentação oral de um pôster sobre a construção do robô. O resultado obtido é uma conquista para a escola, tutores e professores da UFLA envolvidos no projeto.

Em 2013, os alunos participaram da categoria "RoboCup Junior Dance" com uma coreografia de dança com o robô. A equipe conquistou o 4º lugar, e apresentou um artigo científico sobre o tema (SALES et al., 2013). Em 2014, duas equipes da EMPJLM se inscreveram para a etapa regional e obtiveram resultados significativos.

As conquistas refletiram no desempenho da escola no último biênio referente ao IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) do 5º ano do ensino fundamental, conforme verificado na Figura 5.

	Ideb Observado				
Escola ⇕	2005 ⇕	2007 ⇕	2009 ⇕	2011 ⇕	2013 ⇕
EM PROF JOSE LUIZ DE MESQUITA	3.2	3.2	5.0	5.1	5.6

Figura 5 - Resultados IDEB da EMPJLM (IDEB, 2015).

Em 2015, iniciaram-se os trabalhos com os alunos da Escola Municipal Umbelina Azevedo Avellar, além das novas equipes da EMPJLM totalizando cerca de 20 alunos. Para acompanhar a crescente demanda dos alunos, realizou-se o treinamento de novos tutores para acompanha-los semanalmente, tirando duvidas e auxiliando na aprendizagem. Além disso, um treinamento envolvendo professores das demais escolas municipais de Lavras-MG foi realizado, com o objetivo de ampliar o alcance do projeto, possibilitando que cada escola possa formar suas próprias equipes. Além disso, o projeto possibilitou apresentações em congressos visando a evolução do trabalho, bem como a disseminação de conhecimentos na área e divulgação anual dos resultados obtidos (MOREIRA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013; FERREIRA et al., 2014). A partir destes resultados, é notável o comprometimento dos alunos e do corpo docente das escolas, dos tutores e professores da UFLA, além de toda a comunidade.

CONCLUSÕES

A Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) visa popularizar e difundir a ciência, usando a forma lúdica da competição como instrumento motivacional. O projeto REIS possibilitou maior interação entre os membros das escolas e da universidade, visto que a robótica educacional estimula o pensamento crítico e a participação do aluno na construção do conhecimento.

Durante a realização do projeto, a participação nas competições motivaram os envolvidos, refletindo no comportamento em sala de aula e na comunidade em que se inserem. A introdução da RE aumentou o interesse dos alunos pelos estudos, melhorou o ambiente escolar e o convívio com os professores. Além disso, a capacitação dos professores para o uso da robótica educacional os torna profissionais diferenciados.

Os resultados observados até o momento são promissores, considerando a motivação dos alunos e as conquistas nas competições. Ao participar do projeto, os alunos foram incluídos no universo tecnológico, ampliando seus conhecimentos, e incentivando-os a escolherem carreiras nas áreas de ciência e tecnologia. Ademais, a difusão do projeto contribuiu para a inclusão social de várias crianças e adolescentes com vulnerabilidade socioeconômica, preenchendo suas mentes e, consequentemente, afastando-os de atividades ilícitas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EDUCA BRASIL. **Dicionário Educativo da Educação Brasileira.** Acesso em: http://www.educabrasil.com.br/eb/exe/texto.asp?id=479, no dia 14 set, 2015.

FERREIRA, N.J., MARENGO, R., MAGALHAES, R.R. **Robótica Educacional para Inclusão Social**. In: IX Congresso de Extensão da UFLA, 2014, Lavras. CONEX 2014, 2014.

IDEB. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/web/portal-ideb/o-que-e-o-ideb. Acesso em setembro, 2015.

MOREIRA, A. M., SALES, G. C., SALES, M. A., Magalhaes, R. R., Pimenta, M., Santos, A. C. A. **Uso da robótica educacional na interdisciplinaridade do ensino fundamental em Lavras**. In: VII Congresso de Extensão da UFLA, Lavras-MG, 2012.

OLIVEIRA, R.W., MAGALHAES, R.R., CABRAL, M.R., FERREIRA, N.J., MARENGO, R. **Robótica para alunos do Ensino Fundamental em Lavras-MG**. In: VIII Congresso de Extensão da UFLA, Lavras-MG, 2013.

SALES, M. A.; CARVALHO, A. B.; MOREIRA, G.; A; MOREIRA, M.A; OLIVEIRA, R.W. MAGALHÃES, R.R.**Mesquitas: robôs na onda do funk e do arrocha**. CBR 2013. Disponível em: <http://www.cbrobotica.org/CBR2013/Equipes.htm>. Acesso em setembro, 2015.
SAVIANI, Dermeval. Educação – Do Senso Comum à Consciência Filosófica. Coleção educação contemporânea. Ed. Autores Associados: Campinas-SP, 13. ed., 2000.

ULLRICH, Roberto A**. Robótica – Uma Introdução. O porquê dos robôs e seu papel no trabalho**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1987.
VALENTE, José Armando. **Informática na educação: uma questão técnica ou pedagógica?** Revista Pátio. Ano 3. Nº 9 Maio/Julho. 1999.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

UTILIZAÇÃO DE IMAGENS LANDSAT PARA O ESTUDO DA DINÂMICA DO USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE OLIVEIRA, MG, NOS ANOS DE 2003 E 2013.

NARA SILVEIRA VELLOSO[1], MARGARETE MARIN LORDELO VOLPATO[2], GLÁUCIA MIRANDA RAMIREZ[3] E CHRISTIANY MATTIOLI SARMIENTO[4]

[1]Estudante de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa – UFV, (37)9936-6695, naravelloso@yahoo.com.br.
[2]Pesquisadora, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, Campus UFLA, (35)3829-1190, margarete@epamig.ufla.br.
[3]Professora, Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT, (65)3615-8655, glaucia_ramirez@ufmt.br.
[4]Estudante de Doutorado, Universidade Federal de Lavras – UFLA, (35)9205-3202, chrislavras@yahoo.com.br.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Dados de sensores remotos têm sido amplamente utilizados, devido ao fornecimento de informações detalhadas sobre a superfície da Terra, permitindo o mapeamento e monitoramento de grandes áreas com precisão. Esta tecnologia tem um grande potencial para ser usado na detecção e quantificação das alterações em áreas agrícolas, auxiliando os produtores, cooperativas e governo para a tomada de decisão econômica e ambiental. O objetivo deste estudo foi realizar mapeamentos e quantificação do uso da terra, nos anos de 2003 e 2013 na cidade de Oliveira, MG e detectar mudanças. Os dados obtidos a partir de imagens de satélite, Landsat 5 / TM e Landsat 8 / OLI-TIRS foram processados, para tanto foi utilizado o Sistema de Informações Geográfica ENVI e ArcGIS. Mapas de uso da terra foram desenvolvidos para 2003 e 2013 e verificou a grande expansão do cultivo de eucalipto na cidade. As maiores mudanças foram detectadas nas classes de eucalipto e vegetação natural, quantificado 103,8 % e 41,1% , respectivamente. Na classe café houve um decréscimo de 12,9 % de sua área.
P**ALAVRAS–CHAVE:** Uso da terra, sensoriamento remoto, processamento de imagens digitais.

LANDSAT IMAGE USE FOR THE STUDY OF LAND USE DYNAMICS IN THE MUNICIPALITY DE OLIVEIRA, MG, IN THE YEARS 2003 AND 2013.

ABSTRACT: Data from remote sensors have been widely used due to providing detailed information on the Earth's surface, allowing mapping and monitoring large areas accurately. This technology has great potential to be used in the detection and quantification of changes in agricultural areas, assisting producers, cooperatives and the government for making economic and environmental decision. The objective of this study, perform mappings and quantification of land use, in the years 2003 and 2013, the city of Oliveira, MG and detect changes. The data obtained from satellite images, Landsat 5/TM and Landsat 8/OLI-TIRS were processed, for both we used the Geographic Information Systems ENVI and ArcGIS. Maps of land use were developed for 2003 and 2013 and verified the great expansion of eucalyptus cultivation in the city. The biggest changes were detected in the areas of eucalyptus and natural vegetation classes, quantified 103.8% and 41.1%, respectively.The class coffee fell by 12.9% of its área.
KEYWORDS:Land use, remote sensing, image processing.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Sensoriamento Remoto é a tecnologia que permite obter dados, de alvos na superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida por esses alvos. A técnica iniciou-se com a aquisição de fotografias aéreas para uso militar, que posteriormente foram liberadas para o uso civil. Desde então tais técnicas tem sido aprimoradas com o intuito de fazer do sensoriamento remoto uma ferramenta eficaz para utilização na produção agrícola, facilitando a aquisição de dados importantes nas tomadas de decisão por parte dos produtores.

Alvos terrestres possuem diferentes respostas espectrais captadas pelos satélites, o que permite a diferenciação de culturas sem a necessidade de contato direto com as mesmas. Dessa forma, facilmente pode-se analisar a dinâmica do uso e ocupação da terra a partir de uma imagem de satélite levando em consideração aspectos como cor, forma, textura, dentre outros (Moreira et al., 2007).

No âmbito da utilização de satélites e outras ferramentas para aquisição e interpretação de dados dos alvos desejados surgem sistemas que tem como função manipular e georreferenciar as imagens e dados obtidos por satélites, integralizando todas as informações obtidas em uma única base de dados. Tais sistemas são denominados Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) (Dainese, 2011).

O levantamento de áreas cafeeiras no estado de Minas Gerais a partir de imagens de satélites tem proporcionado o conhecimento da produção de café em todo o estado. O Brasil é responsável por cerca de um terço da produção mundial de café, fazendo com que o país seja o maior produtor de café há cerca de 150 anos. Atualmente, o café é fonte imprescindível de renda para centenas de municípios, além de ser o principal gerador de postos de trabalho na agropecuária nacional (MAPA, 2014).

Minas Gerais é o estado que mais produz café no país, cerca de 50% do total. São plantados e colhidos cerca de 1,1 milhão de hectares e empregam mais de quatro milhões de pessoas. A atividade rende para o estado aproximadamente 25% do PIB do agronegócio mineiro, e a cada ano a produção tende a bater recordes de produtividade, evidenciando a importância da cultura para o estado (Mark Café, 2014). Ultimamente, tem-se notado a expansão das áreas de eucalipto sobre as áreas de pastagens e cafés no centro-oeste mineiro.

A produção de eucalipto por sua vez é responsável pela geração de mais de 4 milhões de empregos no Brasil. A contribuição do negócio florestal em Minas Gerais já chega à 7% do PIB estadual. Além dos aspectos sociais, a produção de eucalipto contribui para o ambiente, já que é capaz de fixar carbono atmosférico, o que contribui para diminuição do efeito estufa (Florestas Plantadas, 2014).

A partir das ferramentas do sensoriamento remoto, vinculadas aos SIGs faz-se viável a detecção do dinamismo sofrido nas áreas de café e eucalipto com o passar do tempo, averiguando a expansão e diminuição das duas culturas, auxiliando produtores e governo na tomada de decisões com informações de produtividade e estado vegetativo das culturas, além de impactos ambientais, podendo ainda vincular essas informações com o desenvolvimento socioeconômico da região. Vale ressaltar que o conhecimento do uso e ocupação do solo se faz importante para que haja um bom planejamento e uma melhor administração da ocupação racional do solo levando em consideração melhorias na produtividade agrícola e diminuição dos impactos ambientais.

Segundo Moreira et al. (2007), o município de Oliveira, MG, apresenta cerca de 3.662 hectares de café, cultura perene mais produzida no município. Porém, como nos demais municípios da região centro-oeste do estado, é perceptível a expansão ocorrida, ao longo dos

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

últimos anos, nas áreas de eucalipto. Moreira et al. (2004), verificou que a utilização da banda 4 é fundamental para diferenciar café de matas e pastos, principalmente em imagens datadas entre maio e agosto. Características como espaçamento, idade, cultivar, face do relevo e tratos culturas podem afetar a resposta espectral das lavouras de café, dificultando o levantamento de suas áreas. Tais fatores demonstram a necessidade do estudo e viabilizam a realização da análise devido ao acesso às informações para o desenvolvimento da pesquisa.

Objetivou-se neste trabalho detectar as mudanças ocorridas no uso e ocupação do solo no município de Oliveira, MG, nos anos de 2003 e 2013, com ênfase nas culturas de café e eucalipto, a partir do processamento de imagens digitais obtidas dos satélites Landsat 5/TM e Landsat 8/OLI-TIRS.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Oliveira localiza-se no sudoeste do estado de Minas Gerais, sendo a latitude 20º 41' 45" Sul e a longitude 44º 49' 37" Oeste, altitude média de 982 metros, na mesorregião conhecida como Campos das Vertentes. Com área estimada em 897,294 km², o município possui aproximadamente 41.000 habitantes. Além da sede, conta ainda com o distrito de Morro do Ferro, que tem uma população de cerca de 1.500 habitantes, a 35 quilômetros da cidade. A economia da cidade é baseada principalmente no setor de serviços (terciário), sendo que cerca de 17% da economia vem da agropecuária. Possui um clima tropical de altitude, com temperaturas médias em torno de 19ºC, pluviosidade média anual de 1550 mm e chuvas concentradas de novembro a março. O território do município pode ser considerado como uma extensão da Serra da Mantiqueira. (Oliveira, 2014).

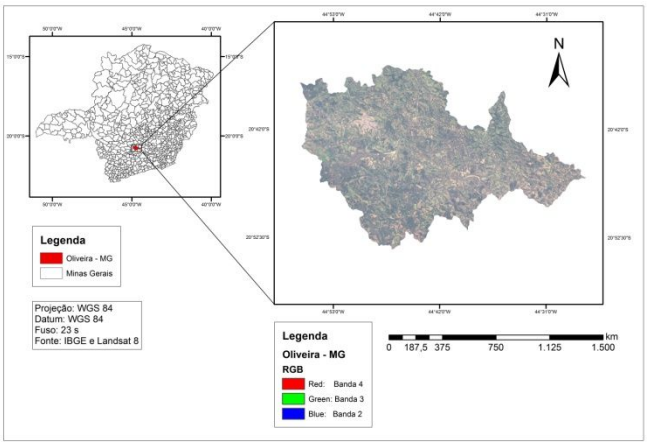


Figura 1: Localização do município de Oliveira, MG. Imagem Landsat 8 , composição coloria RGB 432.

A pesquisa foi realizada em 3 etapas básicas: o pré-processamento, que refere-se às operações de aquisição de cenas e shape necessários para delimitar a área de estudo; o processamento, que refere-se à etapa de manipulação das cenas (recortes, georreferenciamento, determinação das classes de uso, classificação e geração dos mapas) e a interpretação dos dados, que refere-se à detecção de mudança que ocorreu na área a partir da interpretação dos resultados de ocupação e usos do solo nas épocas pré- determinadas (2003 e 2013).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Foram utilizadas, as bandas do infra-vermelho próximo, vermelho e verde. As cenas são oriundas dos sensores TM (Thematic Mapper) e TIRS (Thermal Infrared Sensor) dos satélites LANDSAT 5 e 8, extraídas do site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e USGS (U.S. Geological Survey), respectivamente. As datas das passagens são 27/06/2003 e 31/05/2013, órbita 218 ponto 74.

Para aquisição do shape do município foi feita uma edição vetorial da imagem dos municípios de Minas Gerais, retirada do site do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), delimitando o município de Oliveira, no programa ArcGis, versão 10.

O processamento das cenas foi feito no programa ENVI, versão 4.8. Para facilitar a identificação das amostras, necessárias á classificação automática, usou-se as composições R5-G4-B3 para a cena de 2003 e R6-G5-B4 para a cena de 2013, pois foram as que melhor representaram os alvos da área de estudo. O shape adquirido no ArcGis foi importado para o ENVI com o objetivo de fazer o recorte das cenas, delimitando apenas os limites do município da área de interesse.

O georreferenciamento da imagem de 2003 foi baseado no método imagem por imagem a partir do algoritmo do vizinho mais próximo, utilizando-se a imagem de 2013 como base, já que esta dispensa georreferenciamento.

O Erro Médio Quadrático (RMS) obtido foi 0,47m, confirmando a veracidade da correção geométrica realizada, já que segundo a literatura este valor deve ser o menor possível, inferior ao tamanho médio de um pixel, que nesse caso é de 30 metros (Almeida et al., 2011).

As construções das chaves de interpretação para os alvos e feições representados nas imagens foram feitas com base nos seguintes elementos de interpretação: tonalidade/cor, textura, forma, tamanho, padrão, localização, associação e contexto. Utilizando como verdade de campo as imagens, datadas nas mesmas épocas, oriundas do Google Earth (http://www.google.com/earth/). As classes definidas foram: Pastagem, Café, Corpos d'água, Vegetação Natural, Área Urbana e Eucalipto.

Como a classificação é supervisionada, podemos comparar as duas imagens, mesmo sendo de períodos diferentes, sem fazer a correção atmosférica, pois a interpretação foi auxiliada pelo Google Earth, como descrito anteriormente.

Para a classificação automática das imagens foi utilizado o algoritmo da máxima verossimilhança (MAXVER), que considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes e o pixel, considerando a distribuição de probabilidade normal para cada classe (parâmetros estatísticos) (Ribeiro e Centeno, 2001). Para esse método deve-se selecionar, a priori, as classes a serem mapeadas, coletando um número maior que cem pixels para cada classe, a fim de alcançar a representatividade do mapeamento (Almeida et al., 2011). Para grandes números de amostras, a classificação MAXVER se faz confiável ao realizar a distribuição de classes (Ribeiro e Centeno, 2001).

Após as classificações foram elaborados os mapas de usos da terra e levantamento de área de cada classe para cada ano com o auxílio do ArcGis. A partir das áreas das classes foi calculada com auxílio do EXCEL a mudança nos usos do ano de 2003 para o ano de 2013. As mudanças foram calculadas pela equação 1:

$$M = \left[\frac{(a2003\ x\ 100)}{A}\right] - \left[\frac{(a2013\ x\ 100)}{A}\right] \quad (1)$$

Em que, M é a mudança ocorrida em cada classe, em %, a é a área de cada classe para cada

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ano de estudo, em km² e *A* é a área total do município, em km².

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 2 e 3 apresentam os mapas de uso e ocupação do solo do município de Oliveira, MG, para os anos de 2003 e 2013. Observa-se que no município predomina o uso agropecuário.

As Tabelas 1 e 2 quantificam as classes selecionadas para o mapeamento de uso e ocupação da terra do município de Oliveira, MG, para os anos de 2003 e 2013. Observa-se que as classes pastagem, vegetação natural e café ocupam mais de 80% da área total do município, em ambos os anos.

A partir deste resultado analisou-se que as mudanças entre 2003 e 2013 nas classes estudadas foram de: -8,3% para pastagem; -12,9% para café; -38,5% para corpos d'água; 41,1% para vegetação natural; -36,2% para área urbana e 103,8% para o eucalipto.

As taxas de crescimento da produção de eucalipto no Brasil são superiores que as observadas em outros países. A produção de eucalipto é interessante para produtores que desejam diversificar as culturas em sua propriedade, estendendo-se aos médios e pequenos produtores que veem na cultura uma forma alternativa para aumentar a renda da produção. Os benefícios da produção de eucaliptos são muitas, sendo uma das mais importantes a redução da necessidade de desmatamento de florestas nativas.

Com os programas do governo mineiro para preservação de áreas de reserva legal e preservação permanente previstos no Código Florestal, desde 2002, tem-se notado um forte crescimento das áreas de vegetação natural em todo estado.

Dados do IBGE (2006) apresentam a área de café para a mesorregião do município de Oliveira, no ano de 2006, de aproximadamente 160 km2 . Segundo Cafesat (2013), o município de Oliveira, MG, apresentava 36,62 e 44,99km2 de café, nos anos de 2006 e 2007 respectivamente.

Tabela 1: Uso do solo no município de Oliveira, MG no ano de 2003.

CLASSE DE USOS	ÁREA (km²)	ÁREA (%)
PASTAGEM	423,2	47,2
CAFÉ	120,0	13,4
CORPOS D'ÁGUA	42,9	4,8
VEGETAÇÃO NATURAL	189,4	21,1
ÁREA URBANA	97,6	10,9
EUCALIPTO	23,8	2,6
TOTAL	897,0	100

Tabela 2: Uso do solo no município de Oliveira, MG no ano de 2013.

CLASSE DE USOS	ÁREA (km²)	ÁREA (%)
PASTAGEM	388,1	43,3
CAFÉ	104,5	11,6
CORPOS D'ÁGUA	26,4	2,9

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

VEGETAÇÃO NATURAL	267,3	29,9
ÁREA URBANA	62,3	6,9
EUCALIPTO	48,5	5,4
TOTAL	897,0	100

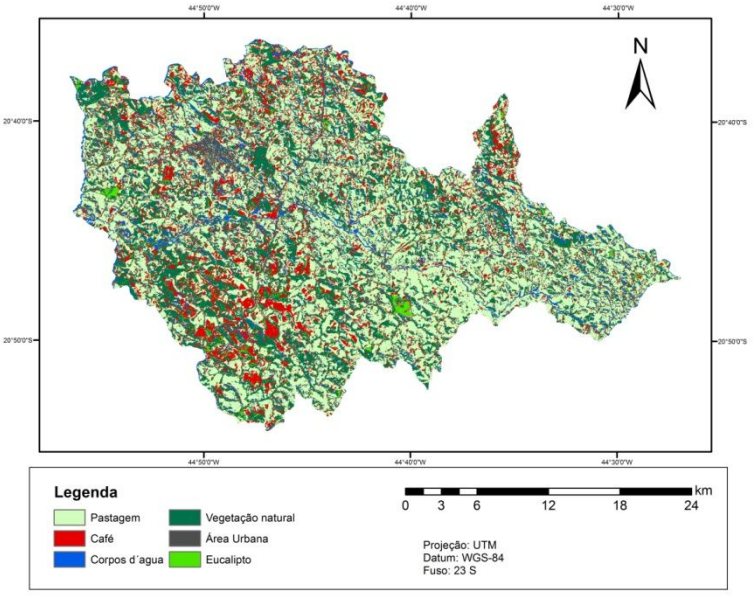


Figura 2: Mapa de uso e ocupação do solo do município de Oliveira baseado na imagem Landsat 5 cena 218/74.

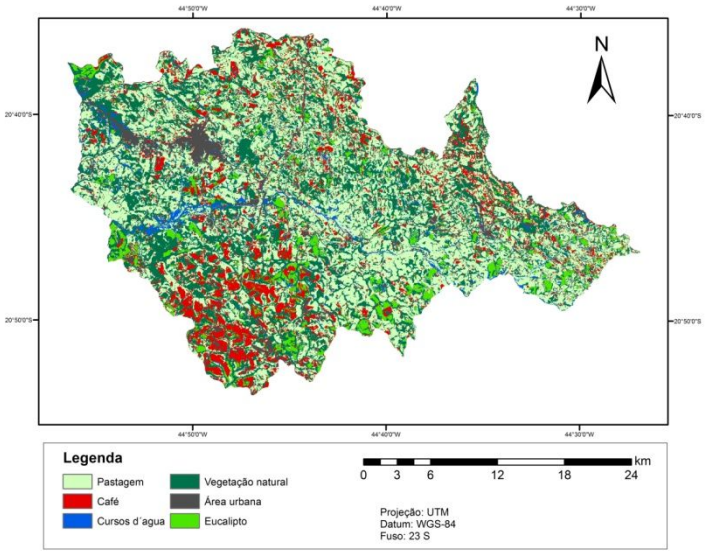


Figura 3: Mapa de uso e ocupação do solo do município de Oliveira baseado na imagem Landsat 8 cena 218/74.

CONCLUSÕES

O presente estudo possibilitou a elaboração e quantificação do uso e ocupação do solo no município de Oliveira, MG, nos anos de 2003 e 2013, utilizando imagens Landsat e o SIG ENVI, demonstrando as mudanças ocorridas principalmente nas classes eucalipto, vegetação natural e café. As maiores mudanças foram detectadas nas classes de eucalipto e vegetação natural.

REFERÊNCIAS

Almeida, A. S.; Santos, R. L.; Chaves, J. M. Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo no Município de Jeremoabo-Ba: Uso do Algoritmo Máxima Verossimilhança (Maxver). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15., 2011, Curitiba. **Anais**. INPE, 2011. p. 7255 - 7262.

Cafesat. Relatório. Disponível em: < http://www.dsr.inpe.br/laf/cafesat/mapa.html >. Acesso em: 14 jul 2014.

Dainese, R. C. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao estudo temporal do uso da terra e na comparação entre classificação não-supervisionada e análise visual**. Dissertação (Mestrado). Botucatu – SP. UNESP. 2001. 185p.

Florestas Plantadas. Disponível em: http://silviminas.com.br/principal/como-trabalhamos/florestas-plantadas. Acesso em: 2 jul 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Minas Gerais- Oliveira - **Censo agropecuário - 2006.** Disponível em: . Acesso em: 10 jul 2014.

MAPA - Ministério da Agricultura. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cafe/saibamais. Acesso em: 2 jul 2014.

Mark Café. Disponível em: http://www.markcafe.com.br/economia-cafeeira/principais-produtores/17-brasil/774- minasgerais. Acesso em: 2 jul 2014.

Moreira, M. A.; Adami, M.; Rudorff, B. F. T. Análise espectral e temporal da cultura do café em imagens Landsat. Brasília – DF. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 39, n.3, 2004. p. 223-231.

Moreira, M. A.; Barros, M. A.; Faria, V. G. D.; Adami, M. Tecnologia de Informação: imagens de satélite para o mapeamento de áreas de café de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG. **Informe Agropecuário**. v. 28. n. 241, 2007. p.27-37.

Oliveira - Minas Gerais. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: Acesso em: 2 jul 2014.

Ribeiro, S. R. A.; Centeno, J. S. **Classificação do Uso do Solo Utilizando Redes Neurais e o Algoritmo MAXVER**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10., 2001, Foz do Iguaçu. Anais... INPE, 2001, p. 1341- 1348.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOSTO COMO INOCULANTE PARA ACELERAÇÃO DA COMPOSTAGEM

LUCAS CARDOSO LIMA[1], BRUNA MAYUMI HASHIZUME[2], CLARA DE ALMEIDA FILIPPO[2] ,REGINA ALINE SOARES[2], RONALDO FIA[3], ANDRÉ GERALDO CORNELIO RIBEIRO[3]

[1] Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, (31) 8352-4935, lucascardosolima@hotmail.com
[2] Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Lavras, bruna-hashizume@hotmail.com, clara_filippo02@hotmail.com, reginarasoares@gmail.com.
[3] Doutor em Engenharia Agrícola pela UFV, Professor DEG/UFLA. ronaldofia@deg.ufla.br, andreribeiro@deg.ufla.br

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo verificar a utilização do lodo de esgoto na aceleração da compostagem dos resíduos do restaurante universitário da UFLA juntamente com maravalha/serragem de madeira. O presente trabalho foi conduzido nas dependências da Universidade Federal de Lavras–UFLA, no Campo Experimental de Tratamento de Resíduos Sólidos I (CETRES I), unidade vinculada a Diretoria de Meio Ambiente da UFLA. Foram realizados dois tipos de tratamentos (T1 - serragem/maravalha e resíduo do RU; e T2 - serragem/maravalha, resíduo do RU e lodo). Para cada tratamento foram feitas duas repetições. Cada pilha de compostagem teve a forma cônica com aproximadamente 1,30 metro de altura por 2 metros de base. A relação carbono / nitrogênio (C/N) inicial dos resíduos foram de 12/1, 240/1 e 13/1 respectivamente para resíduo do RU, capim, serragem/maravalha e lodo. Foram realizados os acompanhamentos das temperaturas, umidades, pH, e relação C/N. Os valores finais de relação C/N apresentados, após 120 dias de compostagem, foram iguais a 48/1 e 32/1, em T1 e T2. Para os valores de pH, verificou-se que T1 e T2 mantiveram valores abaixo de 7 durante todo o experimento. Para ambos os tratamentos, os valores ao final da relação da relação C/N demonstram a necessidade de mais alguns dias para alcançar valores ideias para o uso no solo.
PALAVRAS–CHAVE: LODO DE ETE, SERRAGEM, RESÍDUO ORGÂNICO.

USE OF SLUDGE SEWAGE TREATMENT PLANT AS INOCULUM FOR ACCELERATE OF COMPOSTING

ABSTRACT: This work aimed to verify the use of sewage sludge in the waste composting acceleration to the University Restaurant UFLA with wood shavings / sawdust. The present work was conducted on the premises of the Federal University of Lavras-UFLA in Experimental Solid Waste Treatment I (CETRES I), linked to Unit Chief Environmental UFLA. Were Achieved Two Types of treatments (T1 - sawdust / shavings and waste to the UK, and T2 - sawdust / shavings, residue and sludge to RU).For EVERY treatment Were Made Two repetitions. Each compost pile had a conical shape with Approximatif 1.30 meters tall IN 2 meters of base. The carbon / nitrogen ratio (C / N) Initial Waste Were the 12/1, 240/1 and 13/1 paragraph waste to RU, grass, sawdust / shavings and dirt. Were Achieved OS accompaniments temperatures, humidity, pH, and ratio C / N THE FINAL Exchange Ratio C / N presented, after 120 days of composting, Were Equal one 48/1 and 32/1, in T1 and T2. For OS pH values, it was found T1 and T2 que maintained values below 7 Throughout the

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

experiment. Treatments for BOTH, THE Values At the end, the ratio of the ratio C / N demonstrate the need for a few days More paragraph achieve values ideas FOR USE without soil.
KEYWORDS: ETE SLUDGE , SAWDUST , ORGANIC WASTE

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o desenvolvimento tecnológico acelerado, trouxe consigo, além do desenvolvimento, a geração de resíduos pertinentes a tal crescimento, em função das necessidades da população. Porém, esse aumento na geração de resíduos vem acarretando sérios problemas de ordem social e ambiental para o planeta.

Segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, em 2012, o Brasil gerou 183.481,5 toneladas de resíduos, sendo que desse valor, 94.334,10 são de origem orgânica, correspondendo a 51,2% de todo o resíduo gerado no Brasil (BRASIL, 2012). Uma forma para tratamento dos restos orgânicos, bastante utilizada e recomendada pela PNRS (BRASIL, 2010) é a compostagem.

Ainda de acordo com o PNRS, no âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos, e articular com os agentes econômicos e sociais, formas de utilização do composto produzido.

A compostagem consiste em um processo natural de decomposição aeróbia dos resíduos orgânicos por microrganismos, que pela oxidação biológica dos materiais, liberam dióxido de carbono e água, resultando num composto rico em macro e micronutrientes úteis as plantas (KEFALAS; SOUZA; DENEKA, 2011).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido nas dependência*s* da Universidade Federal de Lavras–UFLA, no Campo Experimental de Tratamento de Resíduos Sólidos I (CETRES I), unidade vinculada a Diretoria de Meio Ambiente da UFLA. As coordenadas geográficas do local são: latitude 21º14'S, longitude 45º00' W e altitude média de 918 metros. O clima é classificado segundo Koppen, em Cwa temperado chuvoso, com inverno seco e verão chuvoso (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

O experimento foi dividido em duas etapas: caracterização dos resíduos orgânicos a serem utilizados na compostagem, e execução em campo do tratamento dos resíduos por meio do processo de compostagem.

Primeiramente, durante o período de uma semana (02/06/2014 a 06/06/2014), uma amostra representativa dos resíduos gerados nas refeições foi coletada no Restaurante Universitário da UFLA, após o horário do almoço. Foram consideradas apenas as sobras dos pratos, antes da higienização dos mesmos.

As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Resíduos Sólidos do Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária do Departamento de Engenharia da UFLA, onde permaneciam armazenadas temporariamente sob refrigeração para posterior análise. Além das amostras diárias, ao final do quinto dia, foram retiradas porções de cada amostra diária já

armazenada, para formação de uma amostra composta dos resíduos provenientes das sombras das refeições servidas na semana.

O lodo de ETE utilizado nesse estudo foi coletado na Estação de Tratamento de Esgoto Domésticos do Município de Santo Antônio do Amparo – MG, onde a coleta foi realizada no dia 04/09/2014, na estação de tratamento de esgoto da cidade, e encaminhada para o Campo Experimental de Tratamento de Resíduos Sólidos I (CETRES I). O material foi armazenado em bombonas de 200 litros até a utilização, para montagem das pilhas de compostagem. A serragem/maravalha, utilizada no experimento, foi obtida em serralherias da cidade de Lavras e encaminhada ao CETRES I para montagem das pilhas de compostagem

Todos os resíduos utilizados no experimento foram avaliados nos Laboratórios de Resíduos Sólidos e de Análise de Águas Residuárias do Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária do Departamento de Engenharia da UFLA. A caracterização foi feita em relação a umidade, pelo método gravimétrico em estufa, pH em água, pelo método potenciométrico, carbono orgânico, pela oxidação por via úmida do carbono orgânico por dicromato de potássio, nitrogênio total Kjeldahl, pelo método micro Kjeldahl (SILVA, 2009). A relação entre as concentrações de carbono e nitrogênio (C/N) foi obtida pela divisão da concentração de carbono, pela concentração de nitrogênio das amostras.

Após a fase de caracterização dos materiais utilizados no experimento, para a obtenção dos valores médios de carbono, nitrogênio e umidade, iniciou-se a segunda etapa no processo experimental da compostagem dos resíduos provenientes do restaurante universitário, quando foram montadas as pilhas de compostagem e realizadas as análises laboratoriais para acompanhamento do processo.

Os diferentes tratamentos avaliados foram compostos pela montagem de pilhas de resíduos com diferentes composições, sendo as mesmas confeccionadas em duplicata (Quadro 1).

Quadro 1 Especificação dos tratamentos utilizados no processo experimental da compostagem dos resíduos do restaurante universitário da UFLA com outros diferentes resíduos orgânicos

Tratamento 1 (T1)	Pilha 1 (P1)	Serragem/Maravalha + Resíduo do RU
	Pilha 2 (P2)	Serragem/Maravalha + Resíduo do RU
Tratamento 2 (T2)	Pilha 3 (P3)	Serragem/Maravalha + Resíduo do RU+ Lodo
	Pilha 4 (P4)	Serragem/Maravalha + Resíduo do RU+ Lodo

Na montagem das pilhas foram utilizados os modelos de baixo custo descritos por Pereira Neto (2006). Assim, considerou-se um peso mínimo inicial de 500 kg de material para compostagem. A quantidade dos diferentes resíduos utilizados na compostagem foi determinada a partir da composição inicial dos resíduos (Tabela 1)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tabela 1 Quantidade dos diferentes resíduos e de água utilizados na montagem das pilhas de compostagem

Tratamento/Pilhas	Resíduos e água	Massa (kg)
T1 (P1 e P2)	Maravalha	398
	Resíduo do RU	210
	Água	150
T2 (P3 e P4)	Maravalha	350
	Resíduo do RU	150
	Lodo	150
	Água	140

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta inicial e caracterização de todos os resíduos a serem utilizados no processo de compostagem, foi observado apenas na serragem um valor de pH ácido, tal como obtidos por Himanen e Hänninen (2011). Para os demais resíduos o valor de pH encontrou-se pouco acima da neutralidade (Tabela 2).

Tabela 2 Caracterização física e química dos resíduos utilizados na compostagem

Resíduos	pH	Umidade (%)	Carbono (C) (dag kg^{-1})	Nitrogênio (N) (dag kg^{-1})	Relação C/N
Resíduo do RU	7,2	58,0	34,4	2,93	11,8/1
Serragem	5,9	14,0	51,0	0,21	240/1
Lodo	7,6	68,0	44,6	3,48	12,8/1

De acordo com o monitoramento ao longo de 120 dias no processo de compostagem, obteve-se os seguintes resultados de acordo com monitoramento das pilhas e seus respectivos tratamentos.

UMIDADE

Como observado na (Figura 1), ocorreram duas variações importantes de umidade durante a primeira fase de degradação da matéria orgânica Nos tratamentos T1 e T2, os valores mínimos registrados em torno do vigésimo dia foram de 37%. Em função da menor granulometria da serragem/maravalha, que pode ter favorecido a retenção de água. Salientando que a umidade utilizada para esse experimento foi a mínima sugerida por Pereira Neto(2006) de 40%, devida o racionamento de água na instituição.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

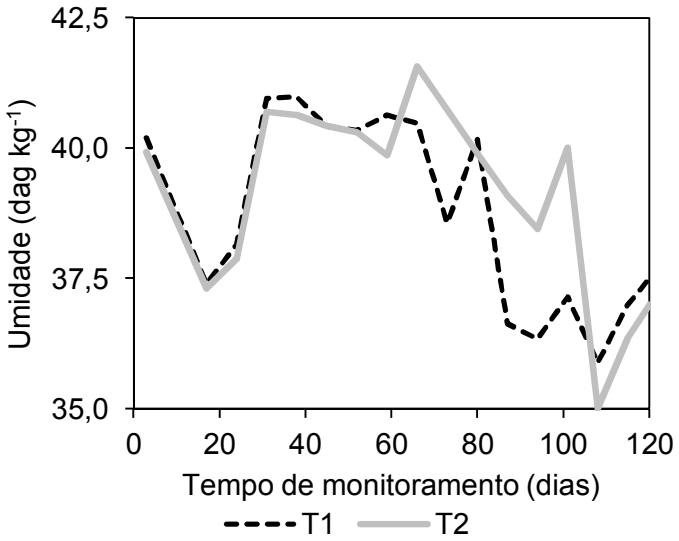


Figura 1 Variação dos valores médios de umidade nas pilhas de compostagem para os diferentes tratamentos avaliados: T1 e T2

Liang, Das e McClendon (2003) concluíram que a umidade da compostagem de 50 a 70%, não influenciou a atividade microbiana. Porém, os valores de atividade microbiana obtidos foram significativamente superiores aos observados para umidade de 40%, que foram maiores que aqueles para a condução em 30% de umidade.

TEMPERATURA

A elevação da temperatura dos tratamentos, logo nos primeiros dias após a montagem das pilhas, é o primeiro indício de que a atividade microbiana teve início. A elevação da temperatura nas pilhas que compunham os tratamentos T1 e T2, aconteceram no terceiro dia, após a montagem das mesmas, alcançando 49 e 50ºC respectivamente. As temperaturas alcançadas na fase inicial ficaram bem acima da temperatura ambiente, como esperado (Figura 2).

O final da degradação ativa para os tratamentos T1 e T2, que utilizaram serragem/maravalha como fonte de carbono, demonstraram um atraso sendo que a estabilização de T1 ocorreu após o 62º dia e T2 a partir do 72º dia. Cabe salientar, que o encerramento do reviramento das pilhas, ocorreu quando todas as temperaturas (topo, meio e base) registravam temperaturas inferiores a 40 ºC.

A manutenção da temperatura em T2 pode ter sido influenciada pela manutenção da atividade microbiana, em função da utilização do lodo, capaz de degradar algum material carbonáceo remanescente. Além disso, a presença da serragem/maravalha, com menor porosidade, pode ter sido determinante na retenção de calor por um período maior de tempo, auxiliado pela presença do lodo que apresenta reduzida condutividade térmica (WASZKIELIS et al., 2013).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

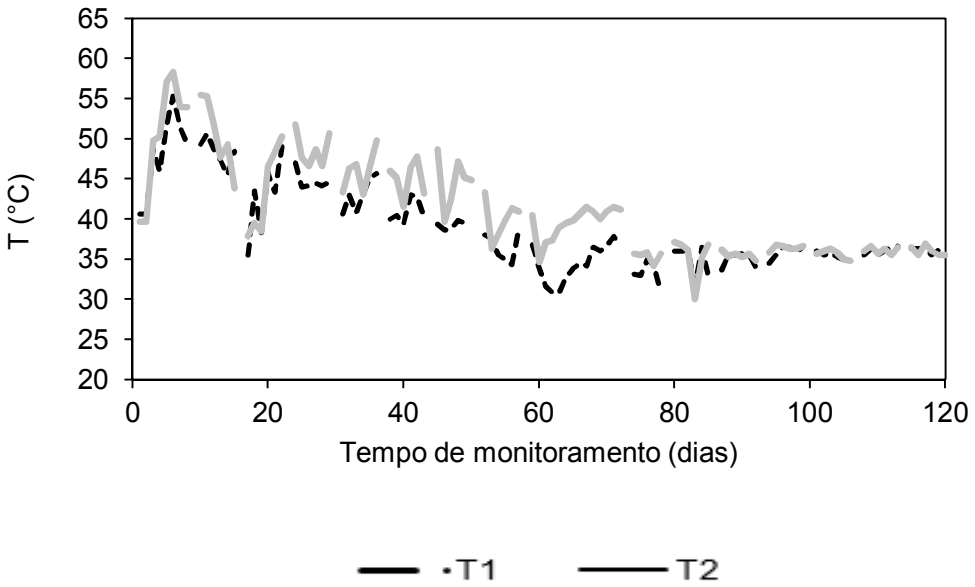


Figura 2 Variação dos valores médios de temperatura nas pilhas de compostagem dos diferentes tratamentos avaliados durante o monitoramento do processo de compostagem: T1 e T2;

Potencial hidrogeniônico (pH)

Os tratamentos T1 e T2, apesar de não terem alcançados a alcalinidade no estágio final da compostagem, permaneceram dentro da faixa adequada sugerida por Pereira Neto (2006), e ao final dos 120 dias de compostagem, apresentaram valores semelhantes na faixa de 6,8. No tratamento T1 foi observada uma tendência no aumento do pH durante o período de compostagem. Por sua vez, ao longo do processo, o tratamento T2 obteve uma maior variação na faixa de pH, comparado a T1 (Figura 3).

Comportamento semelhante ao observado em T2 foi verificado por Himanen e Hänninen (2011). Esses autores verificaram que ao compostarem lodo de esgoto com resíduo de madeira, o valor do pH se elevou até 7,5, durante as seis primeiras semanas. A partir daí, diminuiu gradualmente para 3,5 até a décima sexta semana. O valor final de pH foi igual a 5. Os autores justificaram a queda de pH em função dos resíduos de madeira utilizados, que além da natureza ácida, tem elevada capacidade de tamponamento para elevação do pH. Banegas et al. (2007) também verificaram mudança de pH de ligeiramente básico (7,5), para levemente ácido (6,5), com o avanço da compostagem de lodo de esgoto, com diferentes proporções de serragem.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

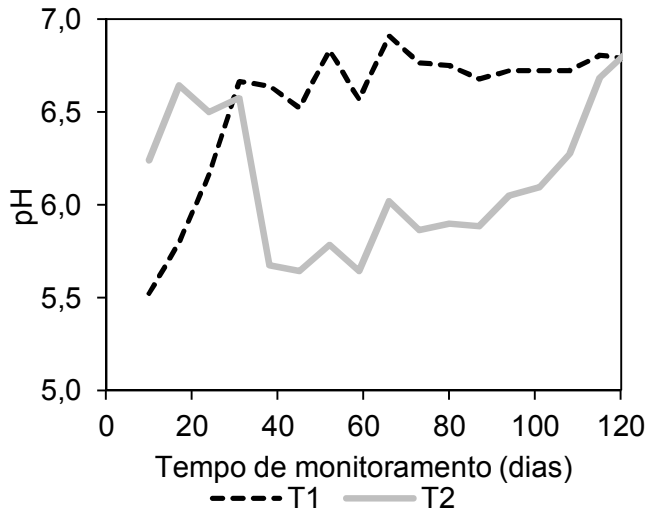


Figura 3 Variação dos valores médios de pH nas pilhas de compostagem dos diferentes tratamentos avaliados, T1 e T2

RELAÇÃO CARBONO / NITROGÊNIO

Nos tratamentos T1 e T2, a relação C/N, após os 120 dias de compostagem, foi superior ao almejada ao fim do processo, alcançando os valores de 32/1 e 38/1 (Figura 4). Este comportamento de estabilidade/crescimento dos valores ao longo do tempo é diferente do observado normalmente em leiras de compostagem. Porém, Orrico Júnior, Orrico e Lucas Junior (2010), ao observarem fenômeno semelhante, concluíram que este aumento na relação C/N se deve a grande perda de nitrogênio na fase inicial do processo, a qual não foi acompanhada pela redução de carbono orgânico da pilha de compostagem, resultando no aumento da relação.

Ao analisarmos a inserção de lodo como inoculante para acelerar o processo, nota-se que o resíduo favoreceu a compostagem, obtendo valores inferiores ao tratamento que tinha apenas serragem/maravalha e resíduo do R.U durante grande parte do experimento.

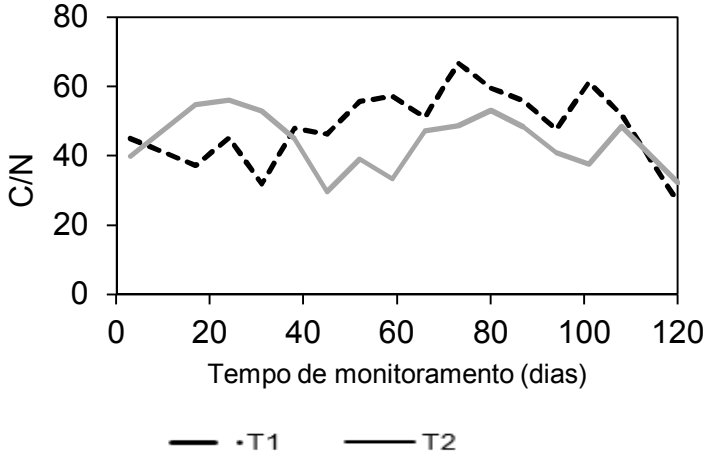


Figura 4 Variação dos valores médios de relação carbono / nitrogênio (C/N) nas pilhas de compostagem dos diferentes tratamentos avaliados: T1 e T2

CONCLUSÕES

A utilização do lodo como inoculante para reduzir o tempo de compostagem em campo, não se mostrou eficiente nesse experimento, devido a utilização mínima da umidade sugerida pela literatura, que interferiu diretamente para a redução dos 120 dias de compostagem.

O processo de compostagem dos resíduos gerados no Restaurante Universitário da UFLA, sugerido no presente trabalho, mostrou-se uma boa alternativa de tratamento para os mesmos.

REFERÊNCIAS

BANEGAS, V. et al. Composting anaerobic and aerobic sewage sludges using two proportions of sawdust. **Waste Management**, Oxford, v. 27, n. 10, p. 1317-1327, Nov. 2007.

BRASIL. **Lei n° 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano nacional de resíduos sólidos:** versão pós audiências e consulta pública para conselhos nacionais. Brasília, 2012. 102 p.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

HIMANEN, M.; HÄNNINEN, K. Composting of bio-waste, aerobic and anaerobic sludges: effect of feedstock on the process and quality of compost. **Bioresource Technology**, Essex, v. 102, n. 3, p. 2842-2852, Feb. 2011.

KEFALAS, H. C.; SOUZA, S. A. D.; DENEKA, L. G. Resíduos orgânicos na zona costeira: a proposta da compostagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 5., 2011, Santos. **Anais...** Santos: Oceanografia e Políticas Públicas, 2011. p. 1-5.

LIANG, C.; DAS, K. C.; MCCLENDON, R. W. The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a biosolids composting blend. **Bioresource Technology**, Essex, v. 86, p. 131-137, 2003.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR, J. de. Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 538-545, 2010.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem**. Belo Horizonte: UNICEF, 1996. 56 p.

PEREIRA NETO, J. T. Questões econômico: financeiras na reciclagem e compostagem do lixo orgânico e ganho ambiental. In: CONGRESSO DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IQPC, 2006. 1 CD-ROM.

SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

WASZKIELIS, K. M. et al. The effect of temperature, composition and phase of the composting process on the thermal conductivity of the substrate. **Ecological Engineering**, New York, v. 61, p. 354-357, 2013.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

VIABILIDADE DO USO DE IMAGENS MULTI-SENSOR: GRAU DE CONCORDÂNCIA ENTRE OS SENSORES RAPIDEYE, LANDSAT/TM E MODIS

NATHÁLIA SILVA DE CARVALHO[1], LUIS MARCELO TAVARES DE CARVALHO[2]

[1]Bióloga, Mestranda em Engenharia Florestal, UFLA, Lavras – MG, nathalia.bioufla@gmail.com
[2]Eng. Florestal, Prof. Adjunto, Depto. Ciências Florestais, UFLA, Lavras – MG, passarinho@dcf.ufla.br.

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Com a expansão dos sistemas sensores, a combinação de imagens multi-sensor é uma alternativa para aprimorar a qualidade dos dados disponíveis. O objetivo deste trabalho foi avaliar a concordância entre imagens de sensores de alta (*RapidEye*), média (Landsat/TM) e baixa (MODIS) resolução espacial. Foram utilizadas imagens *RapidEye* e MODIS, ambas adquiridas em 17/09/09 e do sensor Landsat/TM obtida em 06/09/2009, localizadas na região do Cerrado Mineiro. O grau de concordância foi avaliado para as bandas do vermelho, infravermelho-próximo e para o NDVI, considerando a resolução espacial de 5, 30 e 250 metros. Foi realizada a segmentação utilizando o algoritmo *multiresolution segmentation*, e em seguida, extraído os valores médios de todos os objetos. Estes parâmetros foram utilizados como referência para o cálculo do coeficiente de concordância (AC). Os resultados evidenciaram um grau de concordância satisfatório entre *RapidEye*/Landsat e Landsat/MODIS. Para as análises considerando *RapidEye*/Landsat foi observado uma maior influência de erros sistemáticos, enquanto para Landsat/MODIS houve uma predominância de erros aleatórios. Estes resultados evidenciam que a utilização de imagens multi-sensor, principalmente de alta (*RapidEye*) e média (Landsat/TM) resolução espacial, podem ser úteis para projetos de ampla escala, os quais podem ser limitados pela disponibilidade de imagens, representando um importante subsídio para o monitoramento e caracterização da cobertura da terra.
PALAVRAS–CHAVE: multi-sensor, cobertura da terra, grau de concordância

FEASIBILITY OF USING MULTI-SENSOR IMAGES: DEGREE OF AGREEMENT AMONG *RAPIDEYE*, LANDSAT/TM AND MODIS SENSORS

ABSTRACT: With the expansion of sensor systems, the combination of multi-sensor images is an alternative to improve the quality of available data. The aim of this study was to evaluate the agreement among images with high (RapidEye), medium (Landsat/TM) and low (MODIS) spatial resolution. We used RapidEye and MODIS images both acquired on 09/17/2009, and Landsat/TM sensor obtained on 09/06/2009 that were located in the Cerrado Mineiro region. The degree of agreement was evaluated for bands of red, near-infrared and the NDVI, considering the spatial resolution of 5, 30 and 250 meters. Segmentation was performed using multiresolution segmentation algorithm, and then the mean values of all objects were extracted. These parameters were used as reference for calculating the agreement coefficient (AC). The results showed a satisfactory degree of agreement between

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

RapidEye/Landsat and Landsat/MODIS. For RapidEye/Landsat analyzes was observed a greater influence of systematic errors while for Landsat/MODIS there was a predominance of unsystematic errors. These results showed that the use of multi-sensor images mainly high (RapidEye) and medium spatial (Landsat/TM) resolution can be useful for large scale projects which may be limited by the availability of images and it represents an important tool for the monitoring and characterization of the land cover.
KEYWORDS: multi-sensor, land cover, degree of agreement

INTRODUÇÃO

O uso de técnicas de sensoriamento remoto corresponde a um importante subsídio para o monitoramento, identificação e caracterização da dinâmica na cobertura da terra devido às vantagens associadas ao seu custo-benefício, o qual permite o monitoramento em diferentes escalas geográficas e com uma frequência regular de aquisição de dados (LUNETTA et al., 2004; ROGAN; CHEN, 2004).

Após a política de acesso livre às imagens provenientes do programa Landsat (WOODCOCK, 2008), assim como, do sensor MODIS, a combinação das vantagens destes bancos de dados tem permitido um melhor entendimento da dinâmica das mudanças na cobertura da terra, devido ao longo período de monitoramento da superfície terrestre por estes sistemas (HANSEN; LOVELAND, 2012). Além disso, também há uma recente disponibilização de imagens de alta resolução espacial, as quais fornecem um melhor detalhamento das entidades geográficas. Neste caso, destaca-se o lançamento em 2008 da constelação de satélites *RapidEye* (RAPIDEYE, 2012), fornecendo imagens com resolução espacial de 5 metros.

Dessa maneira, com a atual ampliação das fontes de dados provenientes de diferentes sistemas sensores, a combinação destas imagens consiste em uma nova alternativa para o monitoramento e observação da superfície terrestre. Embora, metodologias já tenham sido propostas para análises multi-sensor (QIN et al., 2013; WULDER; BUTSON; WHITE, 2008), informações sobre a qualidade desta abordagem ainda são escassas, e, portanto, a comparação entre dados obtidos de diferentes sistemas representa lacuna em relação à aplicabilidade destas análises.

Os dados registrados por diferentes sensores podem apresentar variações devido diferenças nas características do sistema sensor (resolução espacial, espectral e radiométrica), da plataforma do satélite (frequência temporal, horário de passagem, tipo de instrumento) e das técnicas de processamento (correção geométrica, atmosférica, reamostragem), (JI e GALLO, 2006). Além disso, a aquisição de imagens em datas aniversariantes consiste em uma das principais limitações para a aplicação de uma abordagem multi-sensor (LU et al., 2004). As diferenças temporais do imageamento de cada satélite implicam na influência de fatores externos como variações no ângulo solar, alterações no padrão de reflectância dos alvos de interesse devido à dinâmica sazonal, o que pode interferir em suas respostas espectrais (LU et al., 2004).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a concordância entre imagens de sensores de alta (*RapidEye*), média (Landsat/TM) e baixa (MODIS) resolução espacial para a região do Cerrado Mineiro, identificando a viabilidade de integrar imagens multi-sensor para o monitoramento da superfície terrestre.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no norte de Minas Gerais, inserida na bacia do rio São Francisco. As formações vegetais são caracterizadas por fitofisionomias do Cerrado, com uma predominância do Cerrado Sensu Strictu e Campo Cerrado, além da presença de manchas de veredas (VELOSO et al., 1991), (Figura 1). E como consequência da antropização da área, a paisagem é constituída por mosaicos de vegetação inseridos em uma matriz de áreas agrícolas, manejo florestal, desmatamentos e queimadas.

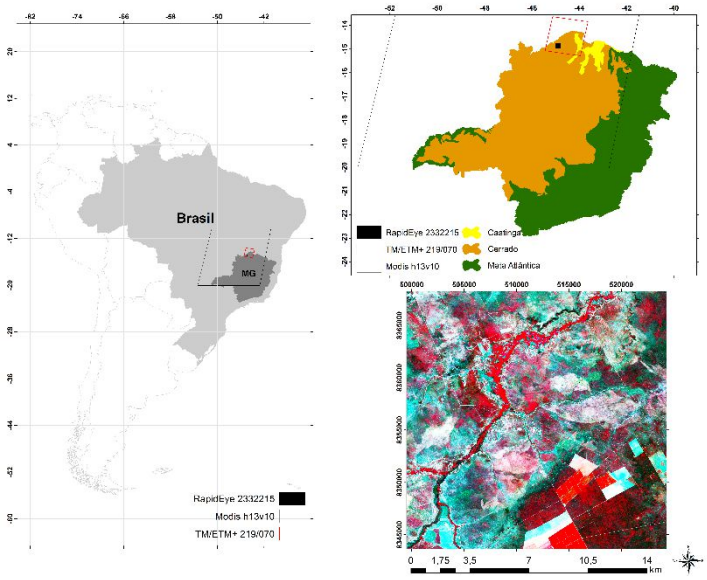


Figura 1. Localização da área de estudo. Região norte do estado de Minas Gerais/Brasil com a localização das cenas RapidEye *tile* 2332215, Landsat TM órbita/ponto 219/070 e MODIS h13v10. Em detalhe a imagem *RapidEye* de 17/09/2009 na composição RGB 5-3-2.

AQUISIÇÃO E PRÉ-PROCESSAMENTO DAS IMAGENS *RAPIDEYE*, TM E MODIS

Para a análise de concordância da resposta espectral, foi utilizada uma imagem *RapidEye* correspondente ao tile 2332215, obtida em 17/09/2009. A imagem foi disponibilizada pelo Ministério do Meio Ambiente, com nível de processamento 3A (correção radiométrica e geométrica) e possui resolução espacial de 5 metros. Para obter os valores de reflectância ao nível do solo, foi feita a correção atmosférica relativa utilizando o algoritmo QUAC (*Quick Atmospheric Correction*).

Devido às diferenças temporais de imageamento, as imagens dos sensores TM e MODIS foram obtidas nas datas mais próximas à imagem *RapidEye,* com o intuito de reduzir a influência de fatores externos. A imagem do sensor TM (órbita/ponto 231/67), possui resolução espacial de 30 metros e foi obtida a partir do portal do Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS (http://earthexplorer.usgs.gov/), referente a 06/09/2009. Foi utilizado o produto CDR (*Surface Reflectance Climate Data Record*). Já a partir do portal http://mrtweb.cr.usgs.gov/, foi obtido o produto MOD13Q1 do sensor MODIS (cena h13v10),

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

referente a 17/09/2009, o qual possui uma resolução espacial de 250 metros. Ambos os produtos são disponibilizados com correção geométrica, radiométrica e atmosférica.

CONCORDÂNCIA ENTRE AS IMAGENS DOS SENSORES *RAPIDEYE*, TM E MODIS

Devido a melhor resolução espacial, a imagem *RapidEye* foi utilizada como referência para a segmentação, aplicando o algoritmo "multi-resolution". Em seguida, para avaliar o grau de concordância, foram extraídos os valores médios de todos os objetos referentes as bandas do vermelho, infravermelho-próximo e NDVI para os três sensores.

Para avaliar a viabilidade da combinação de imagens *RapidEye*, TM e MODIS foi aplicada a metodologia proposta por Ji e Gallo (2006). O método proposto corresponde ao cálculo de um coeficiente de concordância (AC), no qual as imagens têm máxima concordância quando AC é igual a 1 e baixa concordância se AC é igual ou menor a zero. Este coeficiente é adimensional, simétrico e separa os erros em sistemáticos (erros decorrentes das diferenças entre os sistemas sensores, tais como variações na sensibilidade dos comprimentos de onda do espectro eletromagnético, resolução radiométrica, resolução espacial entre outros) e não sistemáticos (erros aleatórios, o qual embora possam ser identificados, não podem ser eliminados). O coeficiente de concordância (AC) é calculado utilizando a equação (1):

$$AC = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - Y_i)^2}{\sum_{i=1}^{n} \left(|\overline{X} - \overline{Y}| + |X_i - \overline{X}|\right)\left(|\overline{X} - \overline{Y}| + |Y_i - \overline{Y}|\right)}, \quad (1)$$

Em que, X*i* e Y*i* são os valores médios dos objetos nas imagens para a condição inicial (X) e a condição final (Y) para objeto *i*; X e $\bar{Y}$ são os valores médios de X e Y respectivamente.

Para obter o percentual da contribuição de cada erro, foi utilizado um modelo de regressão simétrico (modelo da relação funcional média geométrica), o qual assume que ambas as variáveis avaliadas (preditora e explicativa) estão sujeitas a erros (JI e GALLO 2006). Considerando a metodologia de Ji e Gallo (2006), a contribuição dos erros sistemáticos e não sistemáticos foi obtida calculando a razão entre a soma da diferença de produtos e o erro médio quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros das equações para o modelo de regressão simétrico utilizado, estão representados na Tabela 1. A figura 2 ilustra o grau de concordância entre os sensores de alta (*RapidEye*), média (TM) e baixa (MODIS) resolução espacial, comparando os valores médios de reflectância para os objetos nas bandas do vermelho, infravermelho-próximo e NDVI. A distância do valor médio do objeto até o ajuste da equação de regressão representa a diferença não sistemática entre os sensores, enquanto a distância entre a linha de 45º (correspondente ao parâmetro de igualdade máxima entre os sensores) e a linha do ajuste da equação de regressão, representa a influência dos erros sistemáticos.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Os resultados evidenciaram que ocorreram erros sistemáticos e não sistemáticos entre todos os conjuntos de dados comparados. Considerando todas as bandas avaliadas, houve uma maior contribuição de erros sistemáticos entre os sensores de alta (*RapidEye*) e média resolução espacial (TM), (Figura 2a). Neste caso, observa-se que há uma maior distância entre a reta de 45º e a reta de regressão quando comparado aos resultados dos sensores de média e baixa resolução espacial (Figura 2b), no qual os erros não sistemáticos determinaram uma maior influência na diferença entre os dados TM e MODIS. Na comparação mais abrangente (*RapidEye* e MODIS), houve uma predominância da contribuição de erros sistemáticos para todas as bandas, exceto para o NDVI (Figura 2c). Neste caso, cerca de 80% da diferença entre os dois sensores ocorreu devido a presença de erros sistemáticos.

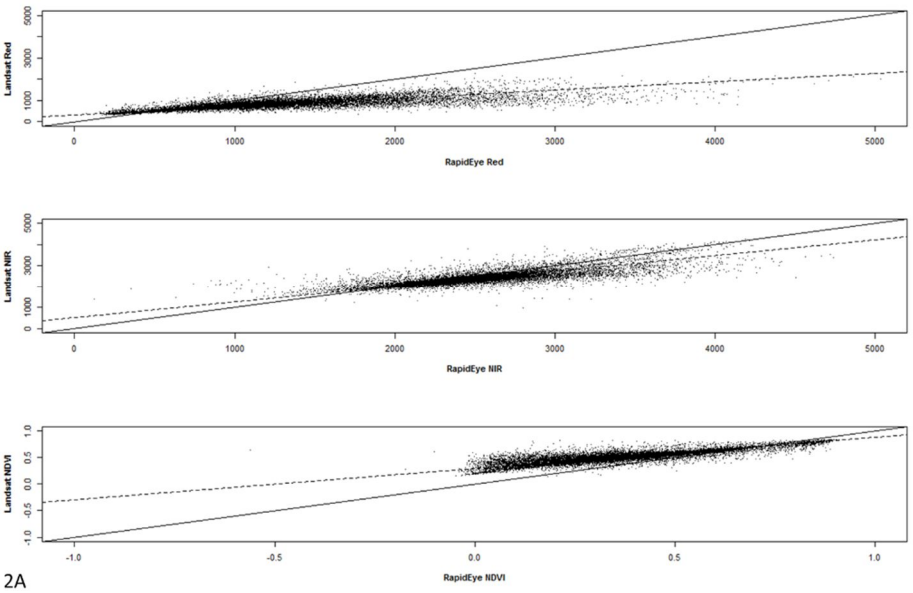
Tabela 1. Parâmetros das equações de regressão e os valores da soma da diferença de produtos para os erros sistemáticos (SPD_S) e os erros não sistemáticos (SPD_NS) e também o valor do erro médio quadrático (EMQ).

	RapidEye/TM			**TM/MODIS**			**RapidEye/MODIS**		
Parâmetros	**RED**	**NIR**	**NDVI**	**RED**	**NIR**	**NDVI**	**RED**	**NIR**	**NDVI**
Intercepto	307.78	534.83	0.29	86.89	0.77	0.11	307.78	534.83	0.29
Inclinação	0.40	0.74	0.59	0.77	1.04	0.89	0.40	0.74	0.59
SDP_S	269774.17	22271.66	0.02	10155.22	9849.96	0.003	382766.19	7692.51	0.02
SDP_NS	51825.51	40256.37	0.005	26501.56	57748.88	0.005	103238.37	112740.37	0.005
EMQ	321599.68	62528.03	0.03	36656.78	67598.84	0.008	486004.56	120432.88	0.03

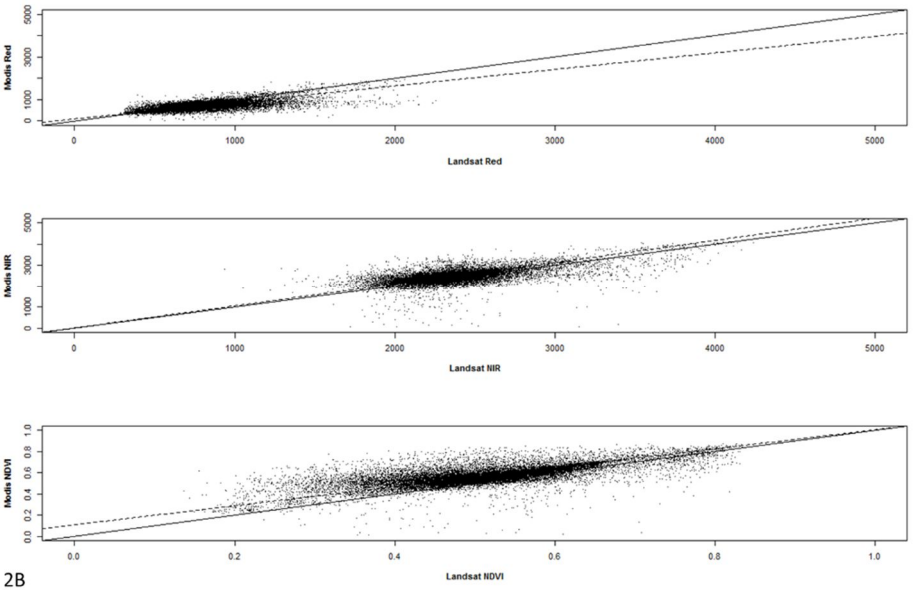
Houve uma variação na contribuição dos erros sistemáticos e não sistemáticos para as bandas avaliadas (Tabela 1). Entre os sensores TM/MODIS e *RapidEye*/MODIS, os erros não sistemáticos influenciaram principalmente a banda do infravermelho-próximo, determinando uma contribuição de 85% e 94% na diferença entre os conjuntos de dados comparados, respectivamente. Já para a comparação *RapidEye*/TM, a banda do vermelho correspondeu ao conjunto de dados com maior influência de erros sistemáticos (84%). A pequena influência de erros sistemáticos na comparação TM/MODIS pode ser decorrente da configuração destes sistemas sensores, assim como, do padrão semelhante de pré-processamento para ambos os conjuntos de dados. Contudo, os erros não sistemáticos identificados, não podem ser eliminados, pois estes ocorrem devido a efeitos aleatórios.

Já para os resultados *RapidEye*/TM e *RapidEye*/MODIS, os erros sistemáticos podem ser eliminados através de técnicas de pré-processamento, uma vez que, estes são decorrentes de variações na configuração e características dos sistemas sensores. Imagens multi-sensor capturadas para uma mesma área geográfica, dificilmente representarão as feições da mesma maneira devido às condições atmosféricas, diferenças no ângulo de visada e iluminação da superfície (WULDER; BUTSON; WHITE, 2008). Diante disso, a etapa de pré-processamento consiste em um dos principais desafios em análises multi-sensor, a fim de maximizar a relação sinal-ruído (COPPIN et al., 2004).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



2A



2B

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

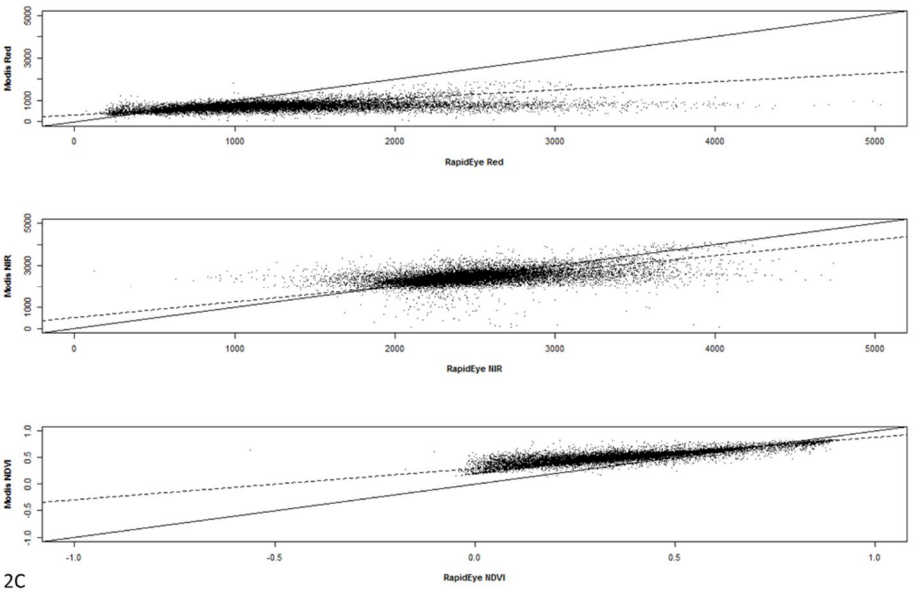


Figura 2. Comparação do grau de concordância entre os sensores *RapidEye*, TM e MODIS para os valores médios de reflectância dos objetos, nas bandas do vermelho, infravermelho-próximo e NDVI. A linha sólida representa a linha de 45º e a linha pontilhada representa o ajuste da equação de regressão. Em 2A está representado a relação *RapidEye*/TM, em 2B: TM/MODIS e em 2C: *RapidEye*/MODIS.

A análise do coeficiente de concordância (AC), evidenciou uma baixa concordância para a banda do vermelho em todas as comparações avaliadas neste estudo. O infravermelho-próximo e o NDVI apresentaram uma boa concordância para os sensores *RapidEye*/TM. Já para TM/MODIS e RapidEye/MODIS, a melhor concordância foi obtida apenas para o NDVI. Na comparação entre o coeficiente de concordância (AC) e o coeficiente de determinação (R^2), foi observado uma semelhança entre os valores obtidos para ambos os parâmetros, quando há uma maior influência de erros não sistemáticos, como identificado entre o conjunto de dados para os sensores TM/MODIS (Tabela 2). Entretanto, quando há uma predominância de erros sistemáticos, como observado para *RapidEye*/TM e *RapidEye* /MODIS, há uma diferença entre os valores obtidos para estes coeficientes.

Tabela 2. Coeficiente de concordância (AC) e coeficiente de determinação (R^2) para a comparação entre os sensores *RapidEye*, TM e MODIS.

	***RapidEye* / TM**			**TM / MODIS**			***RapidEye* / MODIS**		
	RED	**NIR**	**NDVI**	**RED**	**NIR**	**NDVI**	**RED**	**NIR**	**NDVI**
AC	0,34	0,58	0,55	0,42	0,36	0,53	0,12	-0,55	0,55
R^2	0,63	0,64	0,73	0,43	0,40	0,49	0,22	0,22	0,73

O coeficiente de concordância avalia a concordância total que inclui a concordância sistemática e não sistemática entre os conjuntos de dados comparados, enquanto o coeficiente de determinação avalia apenas a diferença entre os dados observados e a reta de regressão. Dessa maneira, para as análises *RapidEye*/TM e *RapidEye*/MODIS, a utilização do coeficiente de concordância corresponde ao parâmetro mais adequado para avaliar o grau de

concordância entre estes sensores, uma vez que, os valores de R^2 não evidenciam a real diferença, devido o resultado demonstrar apenas a ocorrência dos erros não sistemáticos.

A possibilidade de utilizar imagens provenientes de diferentes sensores é fundamental para o monitoramento da superfície terrestre, uma vez que, a ausência na continuidade de registros e/ou baixa qualidade das imagens devido à presença de nuvens, aerossóis, ou problemas nos sistemas sensores pode restringir o uso de imagens de um único sensor (VERGER; BARET; WEISS, 2011). Considerando o monitoramento de ambientes florestais, de acordo com os resultados obtidos, houve uma concordância satisfatória entre os valores de NDVI para *RapidEye*/TM, cujo a influência de erros não sistemáticos, pode ser eliminada. Dessa maneira, a possibilidade de substituição de imagens TM é fundamental em estudos para o monitoramento de mudanças em florestais tropicais, em que, embora exista um extenso arquivo de dados possibilitando a compreensão da dinâmica destes ambientes, a influência de nuvens e neblina ao longo de todo o ano consiste em um fator limitante na qualidade das imagens disponíveis (DESCLÉE et al., 2013).

CONCLUSÃO

Considerando a disponibilização de imagens de alta resolução espacial, como *RapidEye*, assim como o denso banco de dados disponível para imagens TM e MODIS, a avaliação da concordância entre estes sensores representa um potencial relevante para estudos com ampla extensão territorial. Sendo assim, para garantir a continuidade do monitoramento das superfícies terrestres, é inevitável a utilização de imagens de múltiplos sensores.

As análises evidenciaram uma predominância de erros sistemáticos entre o sensor *RapidEye* comparado aos sensores de média (TM) e baixa (MODIS) resolução espacial, e uma maior influência de erros aleatórios para os dados TM/MODIS. O grau de concordância foi baixo para a banda do vermelho e satisfatório para o NDVI em todas as comparações avaliadas. De maneira geral, os resultados evidenciaram que a combinação de imagens NDVI provenientes do sensor *RapidEye* com imagens TM representa um importante subsídio para a substituição de imagens, além de fornecer um melhor detalhamento das feições da superfície terrestre.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COPPIN, P. et al. Review ArticleDigital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. **International Journal of Remote Sensing**, v. 25, n. 9, p. 1565–1596, maio 2004.

DESCLÉE, B. et al. Multi-Sensor Monitoring System for Forest Cover Change Assessment in Central Africa. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, v. 6, n. 1, p. 110–120, 2013.

JI, L.; GALLO, K. An Agreement Coefficient for Image Comparison. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 72, n. 7, p. 823–833, 1 jul. 2006.

HANSEN, M. C.; LOVELAND, T. R. A review of large area monitoring of land cover change using Landsat data. **Remote Sensing of Environment**, v. 122, p. 66–74, jul. 2012.

LU, D. et al. Change detection techniques. **International Journal of Remote Sensing**, v. 25, n. 12, p. 2365–2401, jun. 2004.

LUNETTA, R. S. et al. Impacts of imagery temporal frequency on land-cover change detection monitoring. **Remote Sensing of Environment**, v. 89, n. 4, p. 444–454, fev. 2004.

QIN, Y. et al. Object-based land cover change detection for cross-sensor images. **International Journal of Remote Sensing**, v. 34, n. 19, p. 6723–6737, 10 out. 2013.

RapidEye Ag. Satellite Imagery Product Specifications. Disponível em: < http://www.rapideye.com/upload/RE_Product_Specifications_ENG.pdf > - Acesso em 05 de agosto de 2015.

ROGAN, J.; CHEN, D. Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. **Progress in Planning**, v. 61, n. 4, p. 301–325, maio 2004.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira , adaptada a um sistema universal**. 1991. p. 124.

VERGER, A.; BARET, F.; WEISS, M. A multisensor fusion approach to improve LAI time series. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, n. 10, p. 2460–2470, out. 2011.

WOODCOCK, C. ; ET AL. 1018 Free Access to Landsat Imagery Teach by the Book Science Education : **Science**, v. 320, p. 1011–1012, 2008.

WULDER, M. A. et al. Landsat continuity: Issues and opportunities for land cover monitoring. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 3, p. 955–969, mar. 2008.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

VULNERABILIDADE DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO VERMELHO

ANDRÉ FERREIRA RODRIGUES[1], JOSÉ DE OLIVEIRA MELO NETO[2], UILSON RICARDO VENÂNCIO AIRES[3], GUSTAVO ALVES PEREIRA[4], RUBENS JUNQUEIRA[5], CARLOS ROGÉRIO DE MELLO[6]

[1] Graduando Eng. Ambiental e Sanitária, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG, (35)9828-5332, afrodrigues09@gmail.com
[2] Doutorando Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[3] Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[4] Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[5] Graduando Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG
[6] Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras-MG

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A compreensão da dinâmica em que se processa a ocupação do solo é fundamental para a elaboração de um plano de manejo eficiente para a bacia hidrográfica. As Áreas de Preservação Permanente (APP) apresentam grande relevância na conservação dos recursos hídricos, solo e diversidade biológica de uma região. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a vulnerabilidade das APPs da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho (BHRV) utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Foram utilizadas imagens RAPIDEYE de 2010 para classificação orientada a objeto do uso e ocupação do solo na BHRV. O uso do solo foi comparado com aquele que deveria existir segundo o código florestal brasileiro. A BHRV apresenta alto grau de urbanização com este uso presente em seu terço superior, provocando alto impacto ambiental. Dos 3,51 km^2 de APP que deveriam existir na BHRV, somente 1,09 km^2 (31,05%) estão presentes e com algum grau de perturbação.
PALAVRAS–CHAVE: sensoriamento remoto, geoprocessamento, uso do solo.

VULNERABILITY OF PERMANENT PRESERVATION AREAS IN RIBEIRÃO VERMEHO WATERSHED

ABSTRACT: An understanding of the dynamic in which process the land use is critical for the development of an efficient management plan for the watershed. Permanent Preservation Areas (APP) have great importance in the conservation of water resources, soil and biological diversity of a region. In this context, the aim of this study was to evaluate the vulnerability of APPs Ribeirão Vermelho watershed (BHRV) using remote sensing and GIS. RAPIDEYE images obtained in 2010 were used to object-oriented classification of land use and occupation in BHRV. Land use was compared to that there should be according to the Brazilian Forest Code. The BHRV has a high degree of urbanization with this present use in its upper third, causing high environmental impact. Of 3.51 km^2 of APP that should exist at BHRV only 1.09 km^2 (31.05%) are present and with some degree of disturbance.
KEYWORDS: remote sensing, GIS, soil use.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são de extrema importância para a conservação dos recursos hídricos, manutenção da biodiversidade e conservação do solo, além de prevenir o deslizamento de encostas, um dos grandes problemas enfrentados hoje no Brasil. Resende (1996) afirma que as APP's em torno de cursos d'água exercem importância fundamental para os recursos hídricos, servindo de filtro para evitar a sua contaminação por fertilizantes de agrotóxicos, para a retenção hídrica no solo e subsolo, para a contenção dos processos erosivos e assoreamento dos rios, bem como favorecendo a manutenção da biodiversidade.

O processo de levantamento e caracterização do uso do solo pode ser grandemente facilitado pala utilização de imagens de satélites por apresentar um custo relativamente baixo, ser eficiente e fornecer informações diversas em caráter espacial úteis para tomada de decisões sobre planejamento ambiental e ordenamento territorial (AZEVEDO; MANGABEIRA, 2001).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a vulnerabilidade das APPs da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho (BHRV) utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Como uma subunidade da bacia do Rio Grande, a bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho (BHRV) tem sua relevância associada a um contexto local, principalmente para a população do município de Lavras onde, em um contexto geográfico, esta bacia está inserida. Na Figura 1 está espacializada a área de drenagem da bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

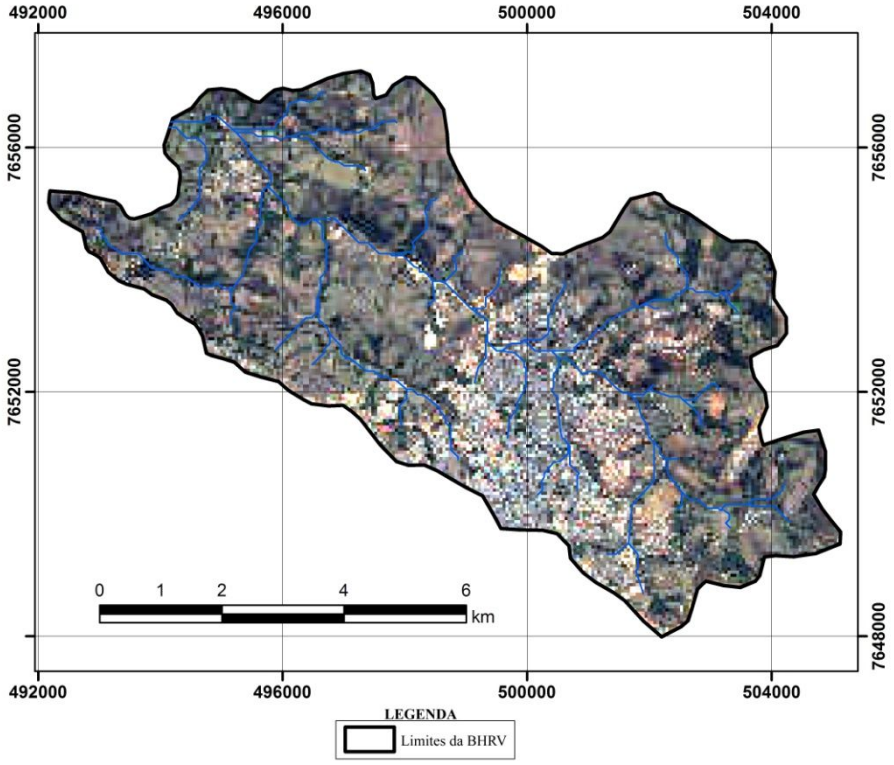


Figura 1 - Bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho, Lavras-MG.

A área de estudo se encontra na Região Sul de Minas Gerais, ocupando parte do município de Lavras. A referida bacia está inserida entre as coordenadas planas 7647795 e 7657448 Sul e 491872 e 505365 Oeste sob a projeção UTM e referencial geodésico SAD 69 zona 23.

Para o mapeamento do uso e ocupação do solo foi utilizada uma imagem orbital do satélite RAPIDEYE de 2010 com resolução espacial de 5 metros que foi empregada nos processos de segmentação e classificação.

O processo de segmentação ocorreu tomando como base as três bandas da imagem RAPIDEYE que consiste em uma combinação do processo de segmentação e classificação orientada ao objeto.

A segmentação consiste na técnica de agrupar pontos que tenham características semelhantes até que o objeto de interesse seja reconstruído (MEDEIROS; SILVA; NOGUEIRA, 2002). Nesta etapa leva-se em consideração o fator de escala e fusão para agrupar os objetos segundo suas características espectrais, espaciais e de textura da imagem (FERREIRA; DANTAS; TOLEDO, 2011).

Na sequência ocorre a classificação supervisionada dos segmentos gerados, onde são colhidas amostras conhecidas para cada classe de interesse a fim de representar a heterogeneidade da mesma. As classes utilizadas na classificação do uso do solo foram: água, pastagem, vegetação, áreas agrícolas, solo exposto e áreas urbanizadas.

A delimitação das APP's de rios foi realizada com base em no mapa da rede de drenagem onde foram gerados buffers a partir da largura média da rede de drenagem e das nascentes com base no atual código florestal (BRASIL, 2015).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Foram confrontados os resultados do que deveria existir conforme a legislação vigente e o obtido com o mapeamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 está espacializada a distribuição do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho.

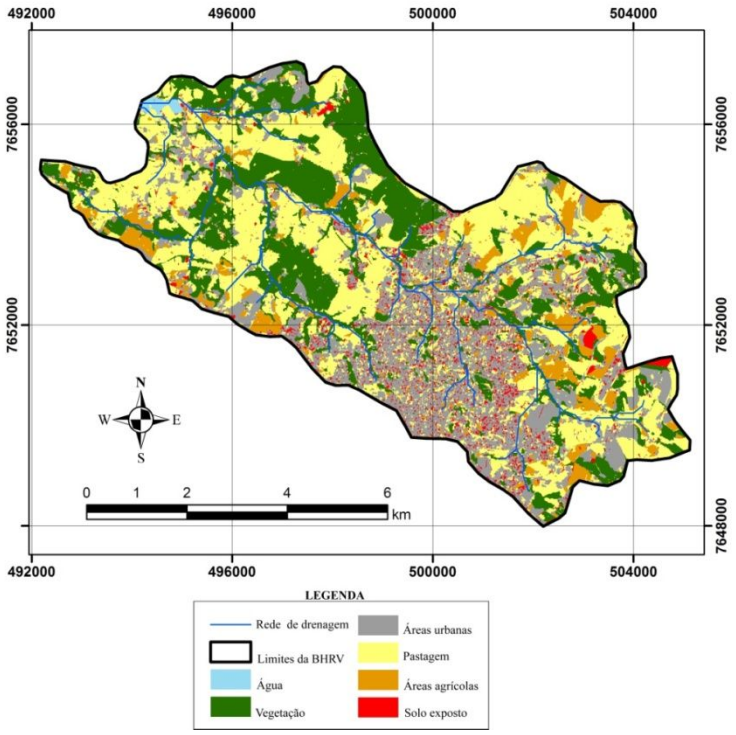


Figura 2 – Mapa de uso do solo na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho.

A BHRV tem 36,9% de sua área ocupada com pastagem seguida por 26,2% de áreas urbanas, 24,4% de vegetação, 8,1% de áreas agrícolas, 4,0% de solo exposto e 0,4% de água.

Observa-se um com mais de elevado grau de urbanização 25% da bacia ocupada por este uso, sendo que ele concentra-se no terço superior da bacia, área prioritária para recarga da mesma (FIGURA 3).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

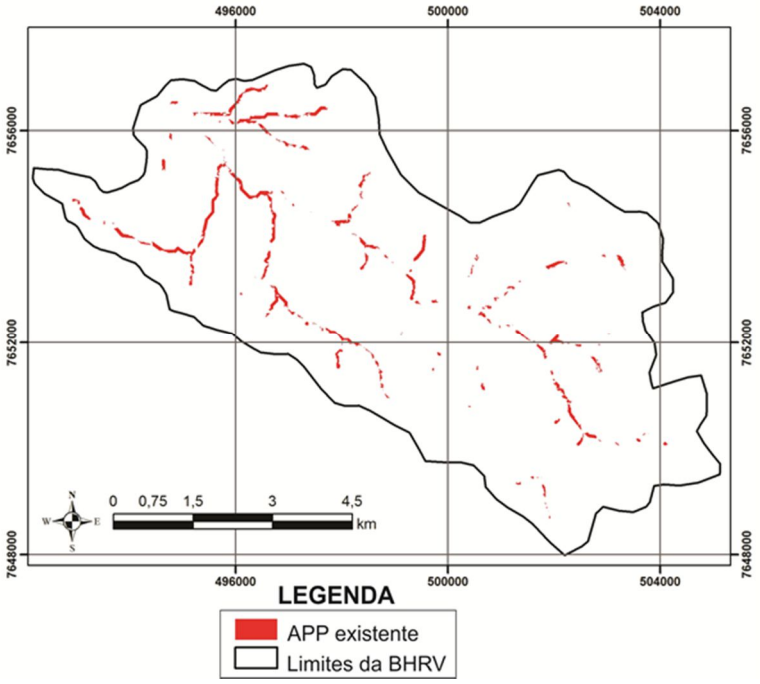


Figura 3 – APP's existentes na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho, Lavras-MG.

A BHRV apresenta alto grau de perturbação, dos 3,51 km^2 de APP que deveriam existir na bacia, somente 1,09 km^2 (31,05%) estão presentes. O principal complexo de nascentes bem como a cabeceira da BHRV encontra-se sob uso predominante de pastagem. A pastagem existente na bacia é degradada em sua maior parte o que facilita processos erosivos e favorece o escoamento superficial.

CONCLUSÕES

A vegetação existente encontra-se em elevado grau de perturbação e bastante fragmentada demonstrando a fragilidade ambiental em que se encontra a bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho.

Apenas 31,05% das APP's de rio estão mantidas, porém com algum grau de intervenção antrópica.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, E. C.; MANGABEIRA, J. A. C. **Mapeamento de uso das terras utilizando processamento digital de imagem de sensoriamento remoto.** Campinas, MAPA, 2001. 12p.

FERREIRA, E.; DANTAS, A. A. A.; TOLEDO, J. H. Classificação de áreas irrigadas por pivôs centrais utilizando como base a segmentação. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 145-152, 2011.

MEDEIROS, N. C.; SILVA, E. A.; NOGUEIRA, J. R. Segmentação morfológica de imagens utilizando o gradiente morfológico multi-escala. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 54, p. 77-85, 2002.

RESENDE, M.; KER FILHO, J.C.; BAHIA FILHO,A.F.C. **Desenvolvimento sustentado do cerrado**. *In*:ALVAREZ, V; FONTES L.E.F.; FONTES M.P.F.(Org.). **O solo nos grandes domínios do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. p. 169-197. Viçosa: UFV, 1996.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDOS DOS FATORES RESPONSÁVEIS PELOS ACIDENTES DE TRÂNSITO NA CIDADE DE UBÁ/MG

MIRELLA ANDRADE[1], TAMIRES FREITAS[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO[4]

[1]Bacharelanda em Engenharia de Produção, FUPAC, (32)91645460, mgjlimaa@gmail.com
[2]Bacharel em Engenharia Civil, FUPAC, (32)85074894, freitas.tamires@gmail.com
[3]Mestre em Engenharia Civil, UFV, (32)35315580, israeliasbik@gmail.com
[4]Mestre em Fitotecnia, UFV, (32)35315580, josedamatoneto@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Os acidentes de trânsito têm se constituído em uma das principais causas das mortes violentas no Brasil, por isso o objetivo deste trabalho é discernir os motivos pelos quais acontecem tantas ocorrências. Um dos métodos utilizados para identificar problemas de segurança viária é a avaliação dos segmentos críticos de uma cidade, a qual auxilia na melhoria da segurança, pois além da possibilidade de fazer as correções desses locais, possibilitam ainda a obtenção de fatores que não estão ligados à infraestrutura, mais sim no comportamento de condutores e pedestres. Assim, o estudo desses fatores é uma forma de se estabelecer políticas de melhoramento dos níveis de segurança da via, do seu entorno e uma referência para a reestruturação e atualização do projeto da via. O estudo foi conduzido analisando as ocorrências de trânsito registradas na cidade de Ubá, identificando pontos críticos, suas causas, distribuição espacial, distribuição temporal, perfil da vítima e natureza. Como resultado, pôde-se comprovar a necessidade de medidas educativas e corretivas para melhorar a fluidez, segurança e comodidade do trânsito na cidade.
PALAVRAS–CHAVE: Acidente, Ocorrência, Trânsito.

STUDIES OF THE FACTORS RESPONSIBLE FOR TRAFFIC ACCIDENTS IN THE CITY OF UBÁ/MG

ABSTRACT: Traffic accidents have become one of the main causes of violent deaths in Brazil, so the purpose of this job is to discern the reasons why so many events happen. One of the methods used to identify road safety problems is the evaluation of the critical segments of a city, which AIDS in improving safety, as well as the possibility of making the corrections of these locations, allow even the taking of factors that are not connected to the infrastructure, but also on the behavior of drivers and pedestrians. Thus, the study of these factors is a form of establishing policies to improve the levels of safety, of your surroundings and a reference to the restructuring and updating of the project of via. The study was conducted by examining occurrences of traffic recorded in the town of Ubá, identifying critical points, its causes, spatial distribution, temporal distribution, victim and nature. As a result, could prove the need for educational and corrective measures to improve the fluidity, safety and convenience of traffic in the city.
KEYWORDS: Accident, Occurrence, Traffic.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

No Brasil ao final da década de 50, devido ao aumento do processo de urbanização causado pela industrialização dos centros urbanos, particularmente da indústria automobilística, o automóvel antes reduzido à elite, tornou-se artigo de consumo da classe média e as rodovias não foram capazes de atender a esse crescimento explosivo. Hoje mais da metade da população faz parte da classe média, a miséria extrema vem diminuindo, esse descompasso entre o desenvolvimento socioeconômico e a infraestrutura provoca sérios problemas no sistema viário.

Por essa razão, a Engenharia de Tráfego surgiu como um ramo da Engenharia, responsável pelo estudo do movimento eficiente e seguro de pessoas e bens na rede viária, garantindo que os deslocamentos de veículos e pedestres sejam realizados de forma racional. Segundo Raia Jr (2004), existem três características importantes que garantem a eficiência nos deslocamentos, a rapidez, comodidade e segurança. Estimativas da Organização Mundial da Saúde, publicadas no Informe Mundial sobre Situação da Segurança Viária (OMS, 2009), indicam que 1,3 milhões de pessoas morrem, anualmente, no trânsito e que, até 2030, esse número poderá chegar a 2,4 milhões, caso medidas enérgicas não sejam tomadas. Diante do exposto, o objetivo é analisar os fatores responsáveis pelos acidentes de trânsito registrados na cidade de Ubá/MG.

No Congresso Internacional de Trânsito (2012), o técnico do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Carlos Henrique Ribeiro de Carvalho, revelou que o custo anual dos acidentes de trânsito no Brasil é de aproximadamente R$ 40 bilhões. Segundo a pesquisa do IPEA, o custo médio unitário de um acidente com morte em rodovia no Brasil é de mais de R$ 566 mil. O técnico do IPEA considera o panorama para o futuro sombrio e com tendência de piorar, uma vez que a taxa de motorização no Brasil ainda é baixa, se comparada com as grandes potências europeias e os Estados Unidos.

Segundo Hoel (2011) o termo acidente é comumente aceito como uma ocorrência que envolve um ou mais veículos de transporte em uma colisão que resulta em danos materiais, ferimentos ou mortes. Assim acidente implica um evento aleatório que ocorre sem razão aparente.

As causas de acidentes são divididas em três variáveis; acidentes por fatores humanos, fatores relativos ao veículo e fatores relativos à infraestrutura e ao meio ambiente.

As causas diretas referem-se àquelas condutas e aos eventos que precedem imediatamente o acidente e são aquelas condições ou estados cuja presença altera o nível das funções de processamento da informação do condutor, quer dizer, as causas das causas diretas (HOFFMANN e GONZÁLEZ, 2003). As causas humanas indiretas dos acidentes são definidas como aquelas condições e estados do condutor que afetam adversamente as suas habilidades para utilizar as funções de processamento da informação, necessárias no desempenho seguro da tarefa de condução (HOFFMANN e GONZÁLEZ, 2003).

A possível falha nos veículos é um fato que muitas vezes não é levado em consideração no estudo das possíveis causas dos acidentes. Segundo Henrique (2002), estima se que perto de três milhões de veículos foram convocados (recall) pelas montadoras brasileiras e importadoras, no período de cinco anos, com problemas graves nos itens de segurança, isso demonstra que os automóveis ainda carecem de controle de qualidade mais eficiente, devido aos defeitos graves de fabricação, para que os condutores possam sentir-se mais confiantes quanto aos produtos que adquirem.

Segundo Rozestraten (1988), em sentido amplo a via não apenas indica a pista, mas

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

engloba o tipo de pavimento, a sinalização vertical e horizontal, pedágios, desvios, cruzamentos e as bifurcações. Num sentido mais amplo ainda, inclui os veículos que andam em torno de nós, bem como pedestres e policiais. Constituem eles o trânsito que já encontramos na via, compõem o ambiente vivo e movimentado do trânsito ao qual temos que reagir (Moukarzel, 1999).

MATERIAL E MÉTODOS

O local de realização do estudo foi a cidade de Ubá localizada na Zona da Mata Mineira, sendo considerada a segunda principal cidade da região, assim como o segundo centro industrial e comercial, atrás de Juiz de Fora. Atualmente a cidade é o maior polo moveleiro do estado e o terceiro do país, é sede de uma das principais feiras de móveis do Brasil, a FEMUR, e possui um importante centro comercial e prestador de serviços que não se restringe somente à sua microrregião, recebendo grande volume de tráfego diariamente, tanto de veículos de passeio como veículos de carga. Segundo dados Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) estima-se que atualmente existem 53.442 veículos licenciados na cidade, entre veículos de passeio, de carga, coletivo e veículos de duas rodas.

Para propor soluções é preciso conhecer os obstáculos, definir o objetivo prioritário, a partir daí, escolher as medidas mais apropriadas para solucioná-lo. A fim de identificar o problema e assim utilizar as técnicas de Engenharia para corrigi-los e diminuir os acidentes de trânsito foi realizado um estudo conduzido através de pesquisa no REDS (Registro de Eventos de Defesa Social) onde são registradas pelas autoridades todas as ocorrências de Minas Gerais. Para tanto, foi realizada uma pesquisa retrospectiva a partir da análise dos acidentes de trânsito registrados pela 32ª Delegacia de Polícia Civil e Polícia Militar da 35ª Cia/21ºBpm e 2ºPel/4 Cia Ind. Mat, no período de 01 de janeiro de 2014 a 31 de julho de 2014. Após separar os acidentes de trânsito das ocorrências de outras naturezas e analisar separadamente todos os boletins confeccionados, foram separadas as variáveis que seriam necessárias serem estudadas para identificar o problema e propor soluções, para tanto foram averiguados os seguintes campos: quantidade de acidentes, dia da semana, hora, mês, local, causas, gravidade das vítimas, sexo dos motoristas, idade dos motoristas, veículos envolvidos e tipo de acidente. Identificando o perfil da vítima típica de acidente, o local de maior incidência, as causas temporais e outros fatores que podem ser modificados, observados e analisados para a diminuição de ocorrência dessa natureza.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste ano, durante o período de pesquisa, foram registrados nesse município 661 acidentes de trânsito, uma média de 3,11 acidentes registrados por dia. Sabemos que esse número não é a totalidade das ocorrências de trânsito ocorridas na cidade, pois nem todos acidentes ocorridos são registrados

O estado civil dos condutores é um importante fator a ser considerada com relação aos envolvidos em acidentes de trânsito, observa-se que na maioria dos acidentes ocorridos no município ocorrem com condutores que se declaram casados, correspondendo cerca de 45 % dos registros, seguido dos solteiros com aproximadamente 36 % das ocorrências, 11 % engloba os envolvidos que declararam divorciados, separados judicialmente, terem uma união

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

estável e viúvos, 8% não declararam o estado civil ou não foram identificados.

Durante o período de análise a quantidade de motoristas do sexo masculino que se envolveram em acidentes foi mais de seis vezes maior do que a de mulheres. E nem adianta dizer que é porque eles são maioria atrás do volante. Dados do Departamento de Trânsito de Minas Gerais (DETRAN/MG, 2009) constam 564 mil homens habilitados contra 319 mil mulheres, portanto a quantidade de homens habilitados não corresponde nem duas vezes mais o número de mulheres com carteira de habilitação.

Segundo pesquisa realizada pela seguradora Liberty Seguros (2012), motoristas com idade entre 26 e 35 anos são os que mais sofrem acidentes de carro em todo o país, esta faixa etária responde por 27,1% das ocorrências. Analisando dados obtidos, nota-se que os estudos também foram confirmados nas ocorrências de trânsito registradas na cidade de Ubá. A idade dos motoristas envolvidos em acidentes varia de 14 a 81 anos. Os acidentes de trânsito no município foram computados em sua maioria entre pessoas dos 20 aos 36, sendo que a vítima de acidente tem idade média de 35 anos. Porém, quando se restringe a pesquisa em acidentes com vítimas graves, inconscientes e fatais a idade média da vítima cai para 31 anos.

Segundo Rodrigo Kleinubing, perito criminal especialista em trânsito do Instituto Geral de Pericias (IGP, 2010) do Rio Grande do Sul, o alto índice de mortalidade no trânsito brasileiro fica mais alarmante se comparado ao registrado nos Estados Unidos. Ele compara com os números registrados nos Estados Unidos que, com uma população de 310 milhões e uma frota de 210 milhões de veículos, matou 32 mil pessoas no ano de 2009, ao passo que o Brasil, que possui uma frota de 72,6 milhões registrou aproximadamente 41 mil óbitos no trânsito. Na cidade de Ubá foram registrados no REDS quatro ocorrências com vítimas fatais de acidentes no período da pesquisa, enquanto no mesmo período foi contabilizado pelo Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM, 2014) 26 óbitos no município. O número de mortos registrados em acidentes de trânsito pelo Hospital é cerca de 85% maior do que os registrados pela polícia. As autoridades policiais registram as mortes no local, não incluem falecimentos de vítimas no caminho ao hospital ou depois de internadas, e o próprio boletim pode não ser feito se a polícia não receber um chamado de atendimento de acidente.

Dados do DENATRAN (2014), a cidade de Ubá conta com uma frota de 53.443 veículos, sendo que os automóveis correspondem a maior parcela de veículos 55,4 %, incluem nesse valor além dos carros, as caminhonetes, as camionetas e os utilitários. Os caminhões correspondem aproximadamente 4 % e os ônibus e micro-ônibus 0,5 % da frota municipal. As motocicletas equivalem a 38 % dos veículos licenciados na cidade, incluem também nessa categoria os ciclomotores e as motonetas.

Normalmente, entende-se por acidente aquilo que é casual, imprevisto, não planejado, um evento não intencional que produz danos e/ou ferimentos. Obviamente, ninguém planeja sair à rua e se acidentar, bater o carro ou ser atropelado por um ônibus. Assim um acidente se apresenta como um fato fortuito. Fortuito sim, mas nem tão casual quanto possa parecer à primeira vista.

Muitas são as causas de acidentes, mas a principal foi a falta de atenção dos motoristas, correspondendo a 37% das ocorrências. Muitos condutores subestimam o perigo de se distrair enquanto dirigem porque associam a distração somente ao ato de fazer ligações. Contudo, fontes de distração estão escondidas em muitas outras atividades, que frequentemente não são consideradas importantes. O risco de ocorrer um acidente aumenta a partir do momento em que os olhos se desviam da via à frente, as mãos ficam fora do volante e os pensamentos se dispersam daquilo que está acontecendo no trânsito.

Atualmente, mesmo com a quantidade de acidentes que podem ser causados pela

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

distração, a legislação de trânsito considera a falta de atenção como infração leve, o que pode ocasionar em multa de R$ 53,20 e perda de três pontos na carteira. A FIGURA 1 mostra as principais causas de acidentes na cidade de Ubá classificando em fatores.

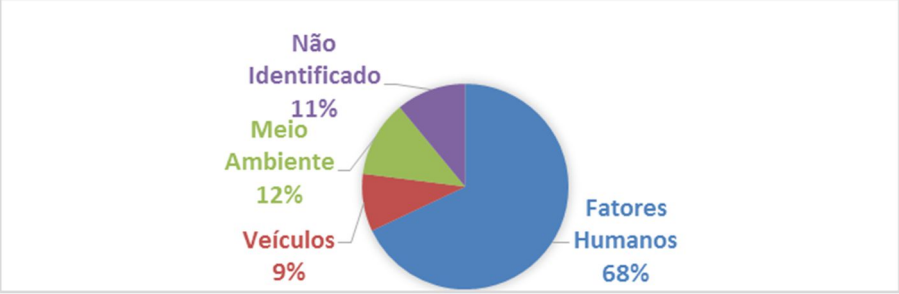


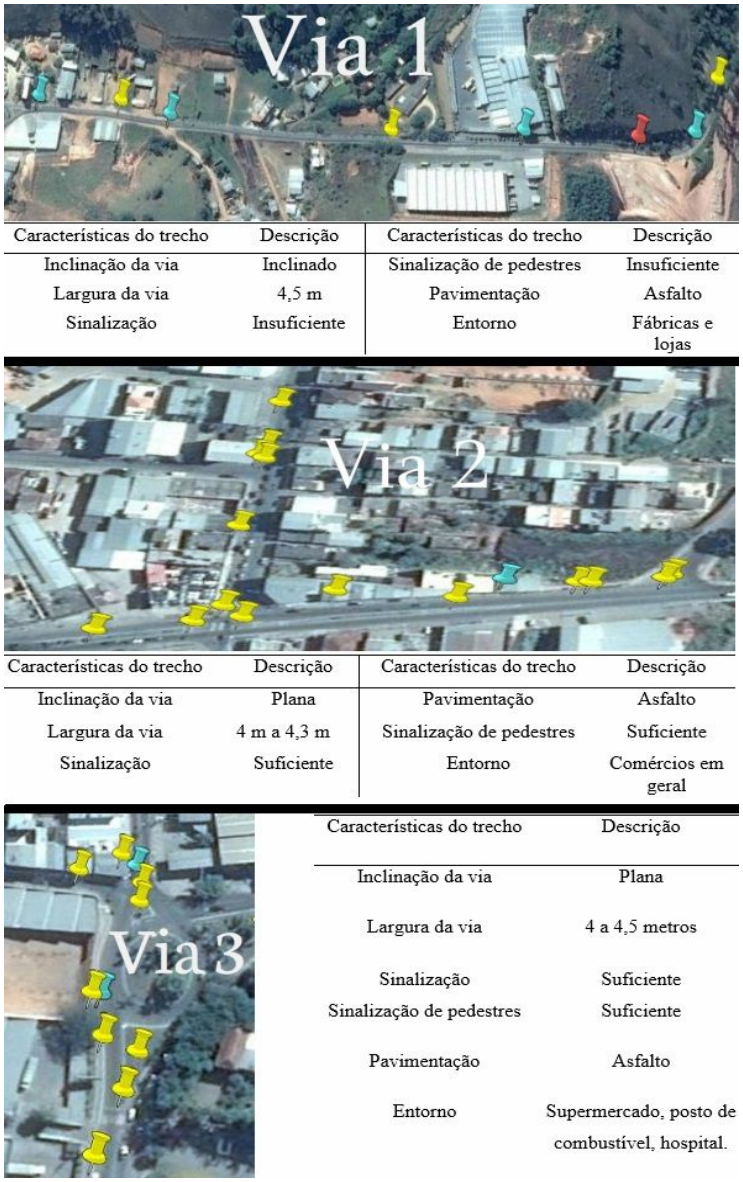
Gráfico 1 – Principais fatores dos acidentes ocorridos na cidade de Ubá entre janeiro a julho de 2014.
Fonte: Elaborado pela Autora

Um dado importante a ser analisado é a hora do acidente. Nota-se que no período entre 17h às 19h foram registradas cerca de 22% dos acidentes, outro período de destaque é entre 10h às 12h, em que foram registrados cerca de 20% dos acidentes de trânsito, nesses períodos ocorrem a entrada e saída de funcionários de fábricas e do comércio para o almoço, somado com horário de entrada das crianças em Instituições de Ensino. Pode ocorrer que em determinados meses do ano tenha que providenciar medidas provisórias ou permanentes para diminuir a quantidade de acidentes. Mostra-se uma média mensal de 94 acidentes, sendo que os meses de março e abril apresentam os menores índices, 74 e 77 respectivamente. Pode-se explicar esses baixos índices analisando três pontos: Feriados, Carnaval e Quaresma.

Para identificação dos locais onde ocorre o maior número de acidentes foi utilizada uma técnica denominada Mapas de Pontos de Contagem, uma importante ferramenta para análise da densidade espacial de fenômenos. Segundo definição dada por Slocum (2009), Mapas de Pontos de Contagem são aqueles nos quais se define certa quantidade (N) de algum fenômeno para ser representada por um ponto e, a seguir, localizam-se os pontos nos locais onde o mesmo aconteceu.

Analisando o mapa, nota-se que os acidentes de maior gravidade ocorrem nas regiões mais afastadas do centro urbano e apesar da grande quantidade de ocorrências, já no centro os acidentes não se apresentam em sua grande maioria muita gravidade, porém com mais frequência. Esse fato pode ser explicado devido ao fluxo e a velocidade em cada local. Na Figura 1 a MGC 120 (Via 1), a Esquina da Morte (Via 2), e Praça Newton Carneiro (Via 3), são pontos críticos quando se fala em acidentes.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



Características do trecho	Descrição	Características do trecho	Descrição
Inclinação da via	Inclinado	Sinalização de pedestres	Insuficiente
Largura da via	4,5 m	Pavimentação	Asfalto
Sinalização	Insuficiente	Entorno	Fábricas e lojas

Características do trecho	Descrição	Características do trecho	Descrição
Inclinação da via	Plana	Pavimentação	Asfalto
Largura da via	4 m a 4,3 m	Sinalização de pedestres	Suficiente
Sinalização	Suficiente	Entorno	Comércios em geral

Características do trecho	Descrição
Inclinação da via	Plana
Largura da via	4 a 4,5 metros
Sinalização	Suficiente
Sinalização de pedestres	Suficiente
Pavimentação	Asfalto
Entorno	Supermercado, posto de combustível, hospital.

Figura 1 – Mapa de Pontos de Contagem em locais críticos
Fonte: GOOGLE EARTH, 2014. (Modificado pela autora)

A MGC 120 apresenta grande fluxo de pedestres e ciclistas no horário de saída das fábricas, porém não existe passeio, ciclovia e/ou ciclo faixa em nenhuma das margens da rodovia. A via não se dispõe de faixas de pedestres e redutores de velocidade, sendo que são de extrema necessidade, principalmente nas proximidades das fábricas. A explicação dos grandes números de acidente deve-se a uma combinação de grupos vulneráveis sem a mínima segurança, falta de sinalização e velocidade acima do permitido

A Esquina da Morte Devido ao grande número de acidentes causados por fatores humanos, devem-se adotar medidas para conscientização da população apesar de não ter como ser totalmente eliminado, uma alternativa para mitigá-lo é a construção de passarelas em número suficiente para pedestres, visando à segurança em detrimento da fluidez.

Na Praça Newton Carneiro, não se notou nenhum vínculo com das características da via com a ocorrência de acidentes e nem um tipo predominante de ocorrência, sendo um trecho

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

bastante movimentado, porém bem sinalizado. O principal motivo de acidentes é a imprudência, imperícia e negligência dos motoristas. Por isso, deve-se colocar uma fiscalização mais rígida no local.

CONCLUSÕES

A cidade de Ubá, no período analisado, apresenta o número de mortes 44% superior à média nacional, enaltecendo a importância da realização do estudo dos fatores que contribuem para esses elevados índices. É nesse sentido que se reitera a necessidade da realização de estudos que contemplam a realidade dos acidentes, seus índices e ocorrências, causas e efeitos, para que assim seja possível o planejamento de políticas potencialmente eficazes.

A vítima típica de acidente, no período analisado, foi em sua grande maioria do sexo masculino e com idade de 20 a 36 anos. Os acidentados pertencentes ao grupo de adultos jovens, acarretando prejuízos econômicos consideráveis à nação, pois estão no auge de suas capacidades produtivas. A incidência de sinistro em ocorrências com homens é marcante, correspondendo 82%, o predomínio masculino é atribuído ao fato do homem ser mais confiante no trânsito, o que aumenta os riscos, pois se torna mais imprudente. Em relação ao estado civil, os casados se envolveram em mais acidentes dos que os solteiros, diferente do que a maioria das pessoas pensam.

Constatou-se, nesse estudo, que os acidentes envolvendo motocicletas representam 36% dos registros no período analisado, porém ao se restringir para as ocorrências onde houve vítimas graves, inconscientes ou fatais esse número aumenta para 76%. Nota-se como as motocicletas estão intimamente ligadas aos acidentes de maior gravidade.

Apesar da grande concentração de acidentes na área central ela não foi alvo de uma pesquisa mais aprofundada, porque é normal em áreas urbanas uma concentração de acidentes de trânsito no centro, onde se localiza a maior parte das atividades de comércio e serviços, porém não se localizam nessa área os pontos críticos, em função da baixa velocidade nessa zona, controlada ou não por semáforos, a frequência dos acidentes com vítimas é menor que nas vias de alta velocidade. Ficando os trechos e pontos críticos situados em rodovias que cruzam o município de Ubá.

Muitas são as causas de acidentes, porém sua grande maioria é causada por fator humano direto ou indireto, sendo a falta de atenção dos motoristas a principal causa registrada, correspondendo a 37% das ocorrências. Ao analisar os fatores temporais, percebe-se que existem meses, dias e horários que exigem maiores atenções pelo fato da concentração de acidentes. Os meses de março e abril foram os que obtiveram os menores índices, devido aos feriados e festas que diminuíram o fluxo de veículos na cidade, aumentando o movimento na rodovia. Os dias de quarta-feira e sexta-feira são o que apresentam maiores índices de ocorrências e os horários críticos são os de saída e entrada de pessoas nas instituições de ensino e trabalho, concentram-se também no horário de almoço.

É fundamental que não só os motoristas, mas também os pedestres conheçam as características e limitações da via e que além de transmitir conhecimentos deve ser feita uma avaliação de sua eficácia, que os ensinamentos sejam acompanhados.

REFERÊNCIAS

ALLIANZ SEGUROS. **Pedestres são maioria das vítimas em acidentes de trânsito**. Disponível em:< http://revistaautoesporte.globo.com/Noticias/noticia/2014 /09/ pedestres-sao-maioria-das-vitimas-em-acidentes-de-transito-aponta-pesquisa.html>. Acesso em: 21 set. 2014.

ALVES JÚNIOR, Dirceu Rodrigues. **Fúria no trânsito**. Disponível em: <http://www.revistaocarreteiro.com.br/modules/revista.php?recid=492>. Acesso em: 11 set. 2014.

BRASIL. **Lei nº 12.971, de 09 de maio de 2014**. Altera os arts. 173, 174, 175, 191, 202, 203, 292, 302, 303, 306 e 308 da Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro, para dispor sobre sanções administrativas e crimes de trânsito. Brasília: COFEN, 2014.

BRASIL. Ministério das Cidades. Conselho Nacional de Trânsito. Departamento Nacional de Trânsito. **Código de Trânsito Brasileiro e Legislação Complementar em vigor**. Brasília: DENATRAN, 2008.

BRASIL. **Ministério da Justiça. Mortes no trânsito**. <http://portaldotransito.com.br/blog/post/mortes-no-transito-brasil-e-o-4o-do-mundo>. Acesso em: 26 set. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **DATASUS**. Informações sobre acidentes de trânsito no Brasil, 2010. Disponível em:< http://portaldotransito.com.br/noticias/reportagensespeciais/qualidade-do-carro-brasileiro-salva-ocupantes-rebatem-fabricantes>. Acesso em: 24 set. 2014.

BRASIL. Polícia Rodoviária Federal. **Lei seca reduz mortes mas não inibe acidente que mais mata nas rodovias**. Disponível em: < http://g1.globo.com/brasil/noticia/2013 /04/leiseca-reduz-mortes-mas-nao-inibe-acidente-que-mais-mata-nas-rodovias.html >. Acesso em 02 de set.2014.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Ministério dos Transportes. **Manual de segurança de pedestres**. Brasília, 1987.

HENRIQUE, Michele Catherin. **Anos potenciais de vida perdidos**: a herança dos acidentes de trânsito para as futuras gerações – uma abordagem interdisciplinar. 2002. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) – Curso de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

HOEL. L.A; GARBER. N.J; SADEK. A. W. **Engenharia de infraestrutura de transportes uma integração multimodal**, 5ª Ed.;2011.

HOFFMANN, M.H.; LUZ FILHO, S. S. da. **A educação como promotora de comportamento socialmente significativos no trânsito**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2003.

HOFFMANN, M. H.; CRUZ, R. M.; ALCHIERI, J. **Comportamento humano no trânsito**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2003.

MILLER, T.R. Costs and Functional Consequences of U.S. Roadway Crashes. s.l. **Accident Analysis and Prevention**, 1993.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A MANUTENÇÃO COMO FATOR IMPORTANTE NA PRODUTIVIDADE DA INDÚSTRIA

MARINA ZANINI[1], IVERALDO MARCIANO PEREIRA NETO[1], IRACEMA MAURO BATISTA[2], JOSÉ DAMATO NETO[3]

[1]Graduado em Engenharia de Produção, FUPAC-Ubá
[2]Mestra em Engenharia Civil, UFV
[3]Mestre em Fitotecnia, UFV

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: É de grande importância para as organizações entender o processo de produção e na manutenção desvios que impactam na produtividade da empresa para que seja possível descrever o modelo de manutenção utilizado, identificar falhas no processo de manutenção e propor alterações que melhorem o seu desempenho. Com a finalidade de minimizar as interrupções do processo produtivo devido a manutenções corretivas, este trabalho busca elaborar um planejamento e controle da manutenção inicial que atenda as especificidades de uma fábrica de alimentos animal, em relação aos maquinários que ali estão instalados. Baseado em amostras de gastos com manutenção foram verificados quais os maiores valores gastos durante um período para identificar quais equipamentos apresentaram o custo de manutenção mais elevado assim como as falhas mais frequentes. A redução dos defeitos ocorre naturalmente, como reflexo das melhorias feitas nos equipamentos, à medida que este vai tendo suas condições básicas e operacionais reestabelecidas. A manutenção desempenhada em uma fábrica com a gama de equipamentos constatado na empresa que serviu de base para este trabalho não deve focar apenas em um tipo de manutenção específico já que existe diversidade de ambientes e de regimes de trabalho dos equipamentos.

PALAVRAS–CHAVE: Produção, Manutenção, Planejamento.

MAINTENANCE AS IMPORTANT FACTOR IN INDUSTRIAL PRODUCTIVITY

ABSTRACT: It is very important for organizations to understand the production process and maintaining variances that impact on productivity of the company so that you can describe the maintenance model used, identify gaps in the maintenance process and propose changes to improve its performance. In order to minimize interruptions to the productive process due to corrective, this paper seeks to elaborate an initial maintenance planning and control that meets the specific needs of an animal food factory, compared to machines that are installed. Based on samples of maintenance expenses which have been verified to the highest values spending during a period to identify what equipment showed the higher maintenance cost as well as the more frequent failures. The reduction of defects occurs naturally, as a reflection of the improvements made in the equipment, as this will having your basic and operational conditions restored. The maintenance performed in a factory with the range of equipment

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

found in company that served as the basis for this work should not focus only on one type of specific maintenance since there is diversity of environments and working arrangements of the equipment.
KEYWORDS: Production, Maintenance, Planning**.**

INTRODUÇÃO

A manutenção teve seu início marcado paralelamente com a revolução industrial substituindo o trabalho braçal e artesanal pela produção em escala e mecanizada. Na primeira guerra mundial teve papel fundamental nas estratégias de manter em funcionamento os armamentos de cada nação. Daí o principal objetivo e significado da manutenção, manter a funcionalidade. (VIANA, 2002).

Já a função produção que pode ser entendida como atividades que levam à transformação de um bem tangível em outro com maior utilidade, acompanha o homem desde sua origem. Ao polir a pedra a fim de transformá-la em um utensílio mais eficaz, o homem pré-histórico estava executando uma atividade de produção. (LAUGENI; MARTINS, 2005).

Atualmente a manutenção se tornou uma função estratégica dentro das organizações, pois é indispensável o pleno funcionamento dos maquinários para que a empresa atinja seus objetivos. Partindo deste princípio a manutenção deve ser tratada de forma estratégica com acompanhamento, monitoramento, intervenções e com diretrizes pré-estabelecidas voltadas para os resultados da organização. (KARDEC; NACIF, 2013).

Este trabalho tem como objetivo identificar na manutenção desvios que impactam na produtividade da empresa, descrever o modelo de manutenção utilizado, identificar falhas no processo de manutenção, Propor alterações que melhorem o desempenho da manutenção gerando produtividade e confiabilidade nos ativos da empresa causando impacto na produção.

Em busca de competitividade e excelência operacional, a manutenção assume cada vez mais uma função estratégica nas organizações. Como ela é a responsável direta pela disponibilidade dos ativos, acaba tendo uma importância capital nos resultados da empresa sendo eles tão melhores quanto mais eficaz for a gestão da manutenção.

MATERIAIS E MÉTODOS

A empresa alvo deste estudo teve origem em 1995 na cidade de Rio Pomba no centro de um polo de produção de tecnologia em nutrição animal. É uma empresa oriunda da visão de um veterinário, quanto à necessidade de criação de produtos com alta tecnologia em nutrição animal, mas com um custo compatível à produção pecuária da Zona da Mata Mineira. Gera cerca de 240 empregos diretos e centenas de indiretos.

A metodologia de pesquisa foi baseada em análise de gastos com manutenção no período um mês, classificado como normal já que para este tipo de empresa, de nutrição animal, existe uma sazonalidade de vendas devido à época da seca e a época das águas, que impacta diretamente na produção e por sua vez nos gastos com manutenção.

Com estes dados foram verificados quais foram os maiores valores gastos durante o período para identificar quais equipamentos apresentaram o custo de manutenção mais elevado.

Com o diagnóstico concluído foram obtidas informações também sobre quais equipamentos apresentam maiores frequências de falhas e com isso identificado qual a melhor manutenção a ser implantada em cada um deles.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

A empresa conta com três linhas de produção. A Linha Verde que só utiliza matéria prima vegetal e mineral; a Linha Vermelha que utiliza matéria prima vegetal e animal; e a linha PET destinada a animais domésticos com rações pré-cozidas.

1. Linha verde

É uma linha de produção que conta com sistema produtivo parcialmente automatizado e informatizado onde o operador seleciona o produto e quantidade a ser produzida. Depois de selecionados, as pesagens e misturas de matérias primas são autorizadas pelo operador através do supervisório.

Conforme ilustrado na FIG. 2 o sistema supervisório da linha verde tem um desempenho tecnológico que pode ser melhorado devido aos constantes travamentos do sistema o que acarreta a atrasos devido ao reset do sistema.

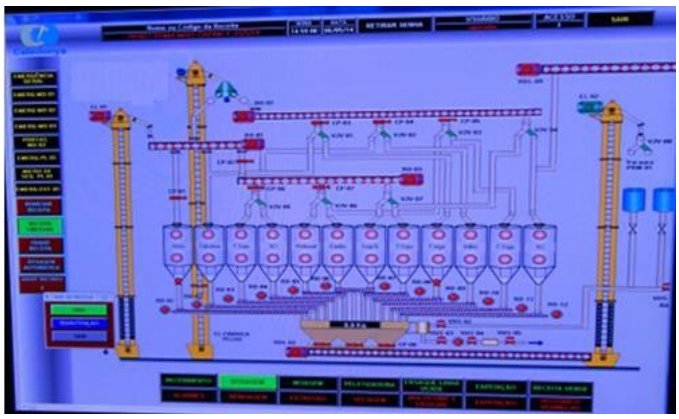


FIGURA 02 - Supervisório Linha Verde
Fonte:Próprio Autor

Na FIG. 3 podemos observar o grande porte dos maquinários e equipamentos da fábrica o que dificulta alguns acessos para intervenções.

Algumas rações, devido a características de melhor aproveitamento pelo animal, necessitam ser peletizadas (transformadas em grãos) por um processo denominado peletização no qual se utiliza vapor gerado por uma caldeira que irá dentro de uma matriz, transformar o farelo agora umedecido de ração em grãos de ração.



FIGURA 03 - Equipamentos Linha Verde
Fonte: Próprio Autor

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Nesta linha de produção somente são usadas matérias primas de origem vegetal conforme especifica norma alimentícia de gêneros destinados para bovinos e equinos.

2. Linha vermelha

Nesta linha de produção os equipamentos são parcialmente automatizados, porém a operação dos mesmos não é informatizada e sim através de painéis de comando. Com isso a produção é mais lenta, devido ao fato de o processo de dosagem e misturas de matérias primas dependerem do desempenho do operador em acionar cada equipamento do processo.

As matérias primas processadas nesta linha de produção contém origem animal e podem ser citados, por exemplo, o farelo de carne, o farelo de osso. A destinação deste tipo de ração é basicamente para suínos e aves.

3. Linha PET

A linha ilustrada na FIG. 04 é direcionada para alimentação de gatos, cães e peixes. Tem uma variedade muito grande de produtos e o seu pré-cozimento é o diferencial.



FIGURA 04 - Equipamentos Linha PET
Fonte:Próprio Autor

A linha PET conta um maquinário mais sofisticado no que diz respeito à coloração da ração e também nos aromatizantes que são responsáveis pela atratividade da ração para os animais. A operação dos equipamentos é também através de painéis de comando com o diferencial de que estes painéis são mais sofisticados com Interface Homem Máquina onde são feitos os ajustes do maquinário.

A empresa conta com duas equipes de manutenção que são da área elétrica e mecânica. A manutenção da empresa é dividida em corretiva e preventiva sendo que a parte que esta sendo desempenhada de forma preventiva fica somente com lubrificações, limpezas. Vale ressaltar que a equipe de manutenção também atua na implantação de novos maquinários e equipamentos em caso de ampliações. O comunicado de um problema é feito através do cadastramento de uma ordem de serviço que é encaminhada para o supervisor de manutenção e este, por sua vez solicita intervenção da equipe de manutenção adequada.

A manutenção deve ser abordada levando-se em consideração os maquinários, o sistema produtivo e as características dos ambientes em que estes estão inseridos. Não observar

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

atentamente estes itens pode comprometer o desempenho dos equipamentos e também a eficiência da manutenção aplicada na empresa.

A empresa conta com duas equipes de manutenção que são da área elétrica e mecânica. A manutenção da empresa é dividida em corretiva e preventiva sendo que a parte que esta sendo desempenhada de forma preventiva fica somente com lubrificações, limpezas. Vale ressaltar que a equipe de manutenção também atua na implantação de novos maquinários e equipamentos em caso de ampliações. O comunicado de um problema é feito através do cadastramento de uma ordem de serviço que é encaminhada para o supervisor de manutenção e este, por sua vez solicita intervenção da equipe de manutenção adequada.

A empresa tem um bom processo de identificação em seus equipamentos que vai desde uma máquina de datar, até um elevador ou silo que são equipamentos de maior porte. Este catálogo de identificação dos equipamentos é de extrema importância na identificação dos mesmos e também para a criação de controles de intervenções de cada um deles. Conforme TAB. 01 podemos visualizar exemplos de identificação dos equipamentos e maquinários:

TABELA 01 – Identificação dos equipamentos

Descrição do Equipamento	Sigla do Equipamento
ROSCA TRANSPORTADORA	RO-03
BALANÇA FILIZOLA	BL-02
COMPORTA PNEUMATICA	CP-07
COMPORTA PNEUMATICA DUPLA	CP-01
COMPORTA PNEUMATICA	CP-13
COMPORTA PNEUMATICA	CP-18
MISTURADOR VERTICAL	MV-001

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Devido toda e qualquer atuação da equipe de manutenção e gastos com a mesma serem digitados no sistema, esses dados servem de base para diagnósticos importantes.

As informações e dados estatísticos de várias máquinas idênticas demonstram que estes equipamentos seguem um padrão de comportamento e que este padrão será sempre o mesmo se as condições permanecerem as mesmas. Um programa de planejamento e controle de manutenção que não considere as características dos equipamentos e o mecanismo da ocorrência da falha nas instalações e suas particularidades jamais obterá êxito por completo em suas atuações (BRANCO, 2006).

Baseado em relatórios que já são gerados pela empresa foram detectados, os equipamentos que apresentam a maior frequência de falhas.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015



GRÁFICO 01 – Gráfico representando o número de falhas por equipamento ao mês.
Fonte: Próprio Autor

As freqüentes falhas destes equipamentos ocorrem devido a fatores que variam desde falta de manutenção preventiva, como também o não cumprimento de algumas instruções de instalação dos equipamentos, seja pela equipe de manutenção ou pela própria equipe de operação. Equipamentos evidenciados como o moinho de martelos, elevadores de caneca e peletizadoras apresentam maior frequência de falhas devido a sua natureza de alto esforço mecânico atingindo o valor de 14 falhas em um mês. São equipamentos que necessitam de ajustes e inspeções mais frequentes para identificar indícios de que estão próximos de uma falha.

Também foram identificadas no GRAF. 02, em quais equipamentos as falhas mais impactam nos valores gastos com manutenção.



GRÁFICO 2 – Gráfico representando % do total de R$ gasto com manutenção por equipamento.
Fonte: Próprio Autor

Com estes dados é possível detectar no caso da empresa que a falta de manutenção preventiva em equipamentos como as unidades peletizadoras, extrusora e moinhos de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

martelos, são a maior causa de gastos chegando a 64,82% do orçamento em manutenção do mês avaliado.

Também foram identificadas em quais equipamentos as falhas mais impactam nos valores gastos com manutenção. Com estes dados é possível detectar no caso da empresa que a falta de manutenção preventiva em equipamentos como as unidades peletizadoras, extrusora e moinhos de martelos, são a maior causa de gastos chegando a 64,82% do orçamento em manutenção do mês avaliado.

O custo de manutenção no Brasil em relação ao faturamento bruto ao longo do tempo, caminha de uma maneira geral para uma estabilização e, portanto precisamos passar a buscar não o menor custo, mas, sim, o melhor custo. (KARDEC; NACIF, 2013).

CONCLUSÕES

É indispensável para empresa efetuar o levantamento dos equipamentos que tem seu desgaste proporcional a quantidade de toneladas por ele processada e de posse desses dados elaborar um cronograma inicial de manutenção preditiva.

Aos demais equipamentos da fábrica fazer o mesmo cronograma, porém observando as especificações e instruções do fabricante garantindo com isso uma manutenção preventiva. Assim a fábrica terá além de um controle melhor a certeza de que seus equipamentos estão funcionando de acordo com a garantia do fabricante.

É importante que se faça a Análise de Modos de Falha (FMEA) dos equipamentos para saber qual o impacto cada maquinário acarretará ao processo produtivo caso ocorra alguma falha transitória ou permanente. Isso deve ser diagnosticado, pois existe a possibilidade de um maquinário que não tem um custo de manutenção elevado e que também não apresenta frequentes falhas passar despercebido pelo programa de manutenção ocasionando parada e prejuízo do processo produtivo da empresa caso sua falha venha a ocorrer.

A redução dos defeitos ocorre naturalmente, como reflexo das melhorias feitas nos equipamentos, à medida que este vai tendo suas condições básicas e operacionais restabelecidas.

A manutenção desempenhada em uma fábrica com a gama de equipamentos conforme constatado na empresa que serviu de base para este trabalho não pode ser focada apenas em um tipo de manutenção específico, já que existe diversidade de ambientes e de regime de trabalho dos equipamentos.

Por isso para os equipamentos de maior porte e regimes de trabalho mais desgastantes como é o caso dos equipamentos como moinho de martelos, peletizadora, extrusora e elevadores de caneca podem ser contemplados com um programa de manutenção autônomo, onde o operador através de formulário específico do maquinário irá analisar no seu cotidiano os itens que evidenciam o perfeito estado do maquinário no que diz respeito às partes que sofrem maior desgaste. E também serão contemplados no programa de manutenção preventiva que irá efetuar toda a observação das recomendações do fabricante do equipamento.

Equipamentos mais simples com menor incidência de falhas podem ser contemplados com a manutenção preventiva e se ocorrer alguma falha eventual contemplados também com a manutenção corretiva.

É importante que se faça a Análise de Modos de Falha (FMEA) dos equipamentos para saber qual o impacto cada maquinário acarretará ao processo produtivo caso ocorra alguma falha.

A empresa deve buscar no mercado em que está inserida, referências e níveis de performances reconhecidos como padrões de excelências, iniciando assim um processo de identificação, conhecimento e adaptação de práticas e processos para ajudar a melhorar suas atividades e resultados.

REFERÊNCIAS

BRANCO, GIL F. **Indicadores e Índices de Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006. 148p.

FAYOL, HENRI. **Administração industrial e geral.** 10. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 138 p.

GIOVANINI, JOÃO C. **Manutenção Industrial.** Santa Luzia: SENAI CFP/JCG 2004.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção – Função estratégica.** 4.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013. 413 p.

KARDEC, A.; RIBEIRO H. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma.** 1.ed. Rio de Janeiro: ABRAMAN, 2002. 117 p.

MARTINS, PETRONIO G.; LAUGENI, FERNANDO P. **Administração da Produção**. 2.ed São Paulo: Saraiva, 2005. 562 p.

XENOS, H.G.P. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998 *apud* PECK, CELSO A. **Manutenção Produtiva Total – Método PMRI**. Florianópolis: Eng. Produção/UFSC, Dissertação de Mestrado, 2003. 181p.

PECK, CELSO A. **Manutenção Produtiva Total – Método PMRI**. Florianópolis: Eng. Produção/UFSC, Dissertação de Mestrado, 2003. 181p.

SAKURADA, EDUARDO Y. **As técnicas de Análise do Modos de Falhas e seus Efeitos e Análise da Árvore de Falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos**. Florianópolis: Eng. Mecânica/UFSC, Dissertação de mestrado, 2001.

SLACK, NIGEL; CHAMBERS, STUART; JOHNSTON, ROBERT. **Administração da produção**. 2. ed São Paulo: Atlas, 2007. 747p.

SOMA ALIMENTOS EIRELI LTDA. Disponível em: <http://www.somaalimentos.com.br/empresa.html>
Acesso em 20 de maio de 2014

VIANA, H. R. G. **PCM:** Planejamento e Controle de Manutenção. 1.ed Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 167 p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCRETO AUTOADENSÁVEL

MARINA ZANINI[1], LUCAS BOTELHO[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO NETO[4]

[1] Graduanda em Engenharia de Produção, FUPAC-Ubá, (32) 8408-4339, marizaninii@hotmail.com
[2] Graduado em Engenharia Civil, FUPAC-Ubá
[3] Mestre em Engenharia Civil, UFV
[4]Mestre em Fitotecnia, UFV

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O concreto autoadensável é um tipo de concreto que dispensa adensamento por equipamentos vibratórios, que é feito pelo peso próprio, diferente do concreto convencional. É um material capaz de transpor obstáculos como estruturas com elevadas taxas de armadura, sem segregar e preenche espaços vazios. Apresenta alta fluidez e fácil aplicação. Portanto, o objetivo do trabalho foi descrever os materiais constituintes, suas propriedades e ensaios no estado fresco e endurecido, método de dosagem, vantagens, aplicações no Brasil e no mundo, e sua viabilidade econômica. Considerou-se a utilização deste concreto como alternativa viável quando comparado ao concreto convencional, por apresentar pequena variação de custo e possui características que facilitam os procedimentos da concretagem.
PALAVRAS–CHAVE: Segregação, Fluidez, Dosagem.

SELF-COMPACTING CONCRETE

ABSTRACT: The Self-compacting concrete is a concrete type that dispenses densification by vibrating equipment, which is made by self-weight, unlike conventional concrete. Is a material able to overcome obstacles like structures with high rates of armor, without segregating and fills empty spaces. Has high fluidity and easy application. Therefore, the objective of this work was to describe the constituent materials, their properties and tests on fresh and hardened State, dosing method, advantages, applications in Brazil and in the world, and its economic viability. It was considered the use of concrete as a viable alternative when compared to conventional concrete, for presenting slight variation of cost and features that facilitate the procedures of concrete.
KEYWORDS: Segregation, Fluidity, Dosage.

INTRODUÇÃO

O concreto está entre os produtos mais utilizados no mundo segundo Tutikian e Molin (2008), afirmando ser o mais consumido depois da água e está em constante aprimoramento. Os avanços na tecnologia do concreto, oriundos dos estudos constantes e utilização de materiais mais eficientes, tornam a construção civil mais viável no tocante a aspectos econômicos e de durabilidade.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Uma das tecnologias de concreto que vem ganhando espaço é o Concreto Autoadensável (CAA), por ser um concreto capaz de fluir, autoadensar pelo seu peso próprio, preencher as formas e passar por obstáculos, mantendo sua homogeneidade nas etapas de mistura, transporte, lançamento e acabamento. O concreto autoadensável começou a ser desenvolvido em 1986 na Universidade de Tóquio pelo professor e pesquisador Okamura, e teve seu primeiro protótipo apresentado em 1988. Tinha como objetivo apresentar soluções para os problemas de concretagem em estruturas com formas mais complexas e que continham elevadas taxas de armadura. O desenvolvimento do CAA apresentou-se necessário para garantir estruturas mais duráveis e resistentes. No Japão, onde as estruturas têm uma área de aço elevada em função dos constantes abalos sísmicos, a utilização do CAA é bastante útil, fato que corrobora o surgimento de estudos preliminares terem surgido nesse país (CAVALCANTI, 2006).

O presente trabalho visa apresentar as principais características do concreto autoadensável, abordando os materiais constituintes de sua dosagem, as principais propriedades em seu estado fresco e endurecido, os principais ensaios realizados no CAA em seu estado fresco, o método de dosagem, as principais vantagens, sua utilização no Brasil e no mundo e uma análise da viabilidade econômica do CAA em relação ao concreto convencional.

REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Cavalcanti (2006), entende-se por Concreto Autoadensável (CAA) o concreto com capacidade de preencher os espaços vazios das formas e autoadensar apenas pelo efeito do seu peso próprio, sem a necessidade de qualquer tipo de compactação ou vibração e manter homogeneidade satisfatória.

Para que um concreto seja caracterizado como autoadensável é necessário que três propriedades sejam alcançadas: fluidez, habilidade passante e resistência à segregação (EFNARC, 2002 *apud* TUTIKIAN e MOLIN, 2008). Fluidez é a capacidade do CAA de ser lançado nas formas e passar entre os obstáculos sem sofrer entraves. Habilidade passante é a característica da mistura de escoar pelas formas, passando por altas taxas de armadura sem haver segregação. E resistência à segregação é a propriedade do CAA de manter a coesão após fluir por dentro das formas sem ocorrer separação entre a pasta de cimento e os agregados (TUTIKIAN e MOLIN, 2008).

O que difere o CAA do concreto convencional (CCV) é a maior quantidade de finos e de aditivos plastificantes, superplastificantes e os modificadores de viscosidade, pois, na prática, os materiais utilizados na dosagem de ambos são os mesmos (TUTIKIAN e MOLIN, 2008).

A correta aplicação do CAA depende diretamente da análise de sua trabalhabilidade no estado fresco, pois o fato de não haver ação humana no adensamento desse concreto, torna-se impossível fazer correções no local. Existem equipamentos para medir a trabalhabilidade do CAA no estado fresco e os ensaios serão descritos posteriormente (TUTIKIAN e MOLIN, 2008).

Segundo Brunetti (2008) reologia é estudo da deformação e do fluxo, ou seja, estuda as propriedades físicas que influenciam o transporte de quantidade de movimento em um fluido, sendo a viscosidade a propriedade reológica mais conhecida.

O CAA é caracterizado por dois requisitos: a viscosidade plástica e tensão de cisalhamento. Viscosidade plástica é a medida da taxa de fluxo do material, enquanto que a tensão de cisalhamento é uma medida de força, necessária para que o concreto se

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

movimente. Devido à baixa tensão de cisalhamento e a alta viscosidade, o CAA apresenta alta fluidez sem segregação. Os efeitos do aditivo superplastificante e da água proporcionam a viscosidade plástica, enquanto que a tensão de cisalhamento é consequência da ação dos componentes finos da mistura, incluindo o cimento. Porém a água e o aditivo apresentam resultados contrários. Enquanto a água aumenta a fluidez do concreto e reduz sua viscosidade, o aditivo superplastificante aumenta a fluidez com uma diminuição desprezível da viscosidade (TUTIKIAN e MOLIN, 2008).

Tutikian e Molin (2008) afirmam que a utilização do CAA requer cuidados extras com a montagem das formas, pois a pressão exercida nas formas pelo CAA é maior que pelo CCV e isso pode fazer as formas cederem. A pressão nas formas é influenciada diretamente pela velocidade de concretagem. Quanto mais rápido for o lançamento do concreto, melhor será para a eficiência do processo, porém uma das maiores vantagens do CAA se tornou também um risco, que seria o colapso das formas.

Segundo Tutikian e Molin (2008), a pressão exercida pelo CAA pode ser reduzida controlando o tempo de lançamento do concreto, executando uma segunda camada somente após o início do processo de pega da primeira camada

Diferentes métodos de ensaios foram desenvolvidos ao longo dos anos, com o objetivo de caracterizar as propriedades do CAA no estado fresco. Estas propriedades têm sido caracterizadas usando técnicas recentemente desenvolvidas e estão ainda em fase de evolução. Alguns dos métodos de ensaios mais utilizados para a caracterização de tais propriedades são: ensaio de espalhamento do cone de Abrams (*Slump Flow Test*), Funil V (*V-Funnel*), Caixa L (*L-Box*) e o Anel J (*J-Ring*). Para o estabelecimento de parâmetros de habilidade de preenchimento são utilizados os ensaios de espalhamento, para os parâmetros de habilidade passante entre as armaduras é utilizada a Caixa L, para caracterizar a viscosidade do CAA é utilizado o ensaio do Funil V e o ensaio do Anel J é realizado para analisar também a habilidade passante (COUTINHO, 2011).

As decisões tomadas na dosagem e mistura do CAA resultam nas propriedades do seu estado endurecido. Segundo Tutikian e Molin (2008) se apresentar fissuração da secagem e alto calor de hidratação, implica o alto consumo de cimento na dosagem. Se retardar a pega inicial, significa que houve excesso de superplastificante. Se o módulo de elasticidade for baixo e a retração plástica alta, significa que o consumo de agregado graúdo foi baixo.

Os problemas explicitados e outros mais podem ocorrer em todo tipo de concreto, se não houver uma dosagem correta e se não forem feitos todos os ensaios necessários. Com relação à resistência, tração, retração por secagem, propriedades mecânicas e durabilidade, são pelo menos iguais ao CCV no estado endurecido, e suas propriedades dependem da forma como foram dosados (TUTIKIAN e MOLIN, 2008). Uma grande diferença entre o CAA e o CCV no que implica o estado endurecido de ambos é que no CCV o adensamento mal- executado ocasiona bolhas de ar, que podem ser prejudiciais no futuro, e no CAA, por ser autoadensável, esse aspecto é muito reduzido.

Gomes e Barros (2009) ressaltam que os métodos de dosagem do CAA são diferentes dos utilizados para o CCV, porém, no geral, também são empíricos. Estes métodos se baseiam em princípios não comuns que têm como meta o atendimento a propriedades que determinam uma relação entre a capacidade de fluidez das misturas nas formas, independentemente de sua complexidade e dificuldade, e a estabilidade das misturas, que garante a ausência de segregação

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tutikian e Molin (2008) ressaltam que o CAA representa uma das maiores revoluções da tecnologia do concreto ocorridas nas últimas décadas, e por meio de seu consumo é possível observar vantagens diretas e indiretas, entre as quais:

- Acelera a construção, devido à rapidez de seu lançamento e o fato de dispensar o adensamento;
- Ao eliminar a vibração e facilitar o espalhamento e nivelamento do concreto, tem como consequência a redução de mão de obra;
- Melhora o acabamento da superfície, sendo muito utilizado em estruturas com concreto aparente;
- O fato de seu adensamento ser fácil pode aumentar a durabilidade, bem como evitar falhas de concretagem e vazios decorrentes da má vibração;
- Permite grande liberdade de formas e dimensões; o CAA preenche formas curvas, esbeltas, com altas taxas de armadura e de difícil acesso;
- Permite concretagens em formas de pequenas dimensões;
- Elimina os ruídos provenientes da vibração;
- Devido à redução da mão de obra torna o local de trabalho mais seguro, pois reduz o risco de quedas, exposição aos raios solares e os problemas ergonômicos e de audição dos trabalhadores;
- Ao utilizar em sua composição altos teores de resíduos industriais como cinza volante, escória de alto-forno ou cinza de casca de arroz, permite obter um ganho ecológico;
- Tem a possibilidade de reduzir o custo final do concreto caso sejam observados economicamente todos os ganhos citados anteriormente.
- Aumenta a vida útil das formas por não haver vibração;
- Diminui o desperdício de concreto, pois praticamente não há perdas.

O CAA tem como característica a capacidade de ser moldado facilmente nas mais variadas formas sob a ação da gravidade. Essa propriedade o permite percorrer até dez metros de distância horizontal, mesmo com entraves no caminho. Esse concreto também requer atenção especial no projeto e na confecção das formas, pois a pressão exercida nas formas é alta, proveniente da fluidez do CAA.

O fato da vibração ser eliminada no lançamento desse tipo de concreto é importante e satisfatório, pois além de haver economia de energia elétrica e mão de obra, a vibração produz ruído que pode vir a causar doenças auditivas nos trabalhadores. Segundo um estudo experimental de Bartos e Soderlind (2000 *apud* TUTIKIAN e MOLIN, 2008), o ruído captado por trabalhadores e pelo entorno da edificação quando se utiliza o CAA, é de aproximadamente um décimo do ruído (em decibéis) se comparado ao produzido quando da utilização do CCV. A vibração ainda apresenta um fator negativo que é o desgaste e a forte pressão nas formas, o que pode fazer as formas cederem se não estiverem bem presas.

Diante dos motivos expostos, o CAA torna-se uma excelente e viável opção para o setor da construção.

Normalmente, utiliza-se o CAA em estruturas especiais, complicadas de se concretar com o CCV, porém o CAA é tão versátil quanto o CCV. Pode ser utilizado tanto *in loco* ou ser dosado em centrais de concreto e depois transportado por meio de caminhão-betoneira para a construção, pode ser lançado com bombas de concreto, gruas ou simplesmente espalhado.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Pode-se afirmar que o estudo da utilização do CAA é relevante para o mercado. A indústria da construção precisa estar atenta em relação às tendências que visam melhorar o processo de produção, ambiente, custos e segurança (TUTIKIAN e MOLIN, 2008).

Tutikian e Molin (2008) ressaltam que o CAA pode representar uma redução direta no custo final da obra, por apresentar um custo global (insumos mais mão de obra), menor que o CCV, além de permitir uma série de outras vantagens como a eliminação de reparos na estrutura, aumento na velocidade da concretagem, redução do ruído, diminuição do número de trabalhadores, possui tecnologia e qualidade superiores às do CCV, entre outras.

Para que o CAA seja implantado nas edificações não é necessário qualquer tipo de investimento inicial, já que este concreto pode ser moldado nas mesmas fôrmas do CCV, sendo estas adequadas à pressão que o CAA exerce nelas, utilizar os mesmos equipamentos, reduzindo inclusive o uso destes por não necessitar de equipamentos vibratórios e com os mesmos materiais. Para que o CAA se torne uma opção mais comum, basta que as empresas comecem a optar por ele e que as empresas de serviço de concretagem também o forneçam. É importante salientar que nenhum tipo de investimento inicial é necessário para as concreteiras. Para as indústrias de pré-moldados, pode haver a necessidade de se implantar um novo silo para armazenar o material fino responsável à segregação do CAA, que não é usado para o CCV (TUTIKIAN e MOLIN, 2008).

CONCLUSÕES

O Concreto Autoadensável é uma tecnologia de concreto resultante de pesquisas desenvolvidas no Japão para atender às complexidades das estruturas deste país, e conhecendo suas vantagens, o mesmo tem sua utilização aumentando consideravelmente pelo mundo nos últimos anos.

A principal vantagem do CAA está no fato de não necessitar nenhuma ação humana para seu adensamento, pois ele se adensa pelo peso próprio. Nota-se que o CAA consegue reduzir consideravelmente a mão de obra para a execução das concretagens, diminuindo assim o custo de contratação de funcionários, custos com EPI's e os riscos de acidentes. Dispensa o uso de alguns equipamentos que são muito importantes para o lançamento do concreto convencional, como vibradores mecânicos e réguas vibratórias, reduzindo o nível de ruído na concretagem, melhoria das condições de trabalho, além da economia de energia elétrica. Apresenta melhoria do acabamento na superfície da estrutura e ausência de ninhos de concretagem.

A garantia da autoadensabilidade do CAA deve-se a requisitos que devem ser alcançados tais como: fluidez, capacidade de preenchimento e de passagem entre os obstáculos, com ausência de exsudação e/ou segregação. Estes requisitos são analisados nos ensaios de caracterização no estado fresco.

A formulação de concretos fluidos e resistentes à segregação é uma evolução tecnológica, fruto da pesquisa aplicada ao uso de aditivos superplastificantes e modificadores de viscosidade, combinados com alto teor de finos, sejam eles cimento Portland ou adições minerais como cinza volante, escória de alto-forno entre outras. Com a relevante redução de custos dos insumos, como os aditivos superplastificantes e modificadores de viscosidade, bem como o avanço tecnológico e o domínio dos métodos de dosagem e preparação, o CAA ganha grande impulso na execução das estruturas.

O CAA pode ser uma alternativa viável se comparado ao concreto convencional, pois o custo de ambos se aproxima ao se considerar todas as vantagens permitidas pelo CAA, mas para se obter uma avaliação minuciosa sobre a vantagem econômica da substituição destas misturas, deve-se realizar um estudo global da situação, mensurando todos os parâmetros envolvidos no processo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15823-1.** Concreto autoadensável - Parte 1: Classificação, controle e aceitação no estado fresco**.** Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15823-2.** Concreto autoadensável - Parte 2: Determinação do espalhamento e do tempo de escoamento – Método do cone de Abrams**.** Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15823-3.** Concreto autoadensável - Parte 3: Determinação da habilidade passante – Método do anel J**.** Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15823-4.** Concreto autoadensável - Parte 4: Determinação da habilidade passante – Método da caixa L**.** Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15823-5.** Concreto autoadensável - Parte 5: Determinação da viscosidade – Método do funil V**.** Rio de Janeiro, 2010.

BAUER, L. A. Falcão (Coord.). **Materiais de construção**. Revisão técnica de João Fernando Dias. 5.ed.rev. Rio de Janeiro: LTC, 2008. v.1.471 p.

BRUNETTI, Franco. **Mecânica dos fluidos.** 2.ed.rev. Sao Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008. 431 p.

CAVALCANTI, Diogo Jatobá de Holanda. **Contribuição ao estudo de propriedades do concreto autoadensável visando sua aplicação em elementos estruturais.** 2006. 141 f. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2006.

COUTINHO, Bianca Serra. **Propriedades e comportamento estrutural do concreto autoadensável**. 2011. 240 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

GOMES, Paulo César Correia; BARROS, Alexandre Rodrigues de. **Métodos de dosagem de concreto autoadensável**. São Paulo: PINI, 2009. 165 p.

KLEIN, Nayara Soares**. Influência da substituição da areia natural pela areia de britagem no comportamento do concreto autoadensável**. 2008. 180 f. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

REVISTA TÉCHNE. São Paulo: Editora PINI, v. 135, jun. 2008.

TUTIKIAN, Bernardo Fonseca. **Métodos para dosagem de concretos autoadensáveis**. 2004. 148 f. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; MOLIN, Denise Carpena Dal. **Concreto autoadensável**. São Paulo: PINI, 2008. 140 p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ESTUDO DE LAJES NERVURADAS: APLICAÇÃO E ASPECTOS ECONÔMICOS

LORENA CHAMHUM TORRENT[1], MAILER DI MINGO MIRANDA[2], ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO NETO[4].

[1] Graduada em Engenharia, Fupac Ubá, (32) 8477-0615, lorenachamhum@gmail.com
[2] Graduado em Engenharia, Fupac Ubá.
[3] Mestrado em Engenharia Civil, Fupac Ubá, (32) 8861-0853, coordenacaoengenhariacivil@ubafupac.com.br
[4] Mestrado em Fitotecnia, Fupac Ubá, (32)9971-2899, josedamato@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: As lajes nervuradas surgem como uma alternativa construtiva eficiente diante das exigências do mercado atual. Permitem vencer grandes vãos e suportar cargas elevadas, devido à eliminação de concreto na linha neutra, diminuindo assim seu peso próprio. O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo das lajes nervuradas, que identifica suas vantagens e desvantagens, ressaltando as características que as destacam no aspecto construtivo, tais como: agilidade e facilidade de produção, assim como, o modo de execução. Foi feita uma análise comparativa de preços entre as lajes nervuradas e as lajes maciças demonstrando o valor por metro quadrado de cada uma. Os custos do sistema estrutural são baseados em: insumo de materiais e mão de obra. As lajes nervuradas apresentaram-se como uma solução mais econômica para lajes armadas em duas direções com áreas de 50 m2, por ser um sistema construtivo rápido e econômico, devido à ausência de vigas e menores números de pilares se comparadas às lajes maciças, justificando esta opção para edifícios de médio e grande porte.
PALAVRAS–CHAVE: Lajes nervuradas, custos, vigas.

SLABS RIBBED STUDY: APPLICATION AND ECONOMIC ASPECTS

ABSTRACT: The ribbed slabs arise as an efficient constructive alternative given the demands of the current market. Allow large spans win and withstand high loads, due the elimination of concrete in the neutral line, thereby reducing its own weight. The objective of this work is to present a study of ribbed slabs, wich identifies their advantages and disadvantages, highlighting the feautures that highlight the constructive aspect, such as agility and ease of production, as well as the mode of execution. A comparative analysis of prices was made between ribbed slabs and solid slabs demonstrating the value per square meter of each. Costs are based on structural system: input materials and workmanship. The ribbed slabs were presented as a more economic solution for reinforced slabs in two directions with areas of 50m2, to be a fast and economical construction system due to the absence of beams and pillars of smaller numbers compared to the massive slabs, justifying this option for medium or large buildings.
KEYWORDS: Ribbed slabs, costs, beams.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

"As lajes são áreas planas que limitam os andares e suportam os revestimentos de pisos. Duas funções principais são atribuídas: resistência, suportando o próprio peso e as sobrecargas; e isolação: térmica e acústica" (GUERRIN, LAVAUR, 2002, p. 228).

Antigamente, pela carência de técnicas construtivas e materiais de qualidade, necessitavam de peças bem mais volumosas para suprir as necessidades de cargas. Com o passar do tempo, houve um aumento de resistência do concreto e aço, possibilitando o uso de maiores vãos e menores seções das peças.

À medida que os vãos cresceram e as alvenarias passaram a ser apoiadas diretamente sobre as lajes, o emprego de lajes maciças leva a espessuras antieconômicas, abrindo mercado para a utilização da laje nervurada (SPOHR, 2008).

Conforme a NBR 6118 (ABNT, 2004), lajes nervuradas são lajes moldadas no local ou com nervuras pré-moldadas, cuja zona de tração é constituída por nervuras entre as quais pode ser colocado material inerte.

O sistema nervurado, "é uma evolução natural das lajes maciças, pois resultam da eliminação da maior parte do concreto abaixo da linha neutra" (FRANCA; FUSCO, 1997 apud STRAMANDINOLI, 2003, p. 3).

Houve um aumento no uso de lajes nervuradas e uma grande aceitação por parte dos Engenheiros, devido ao melhor entendimento da estrutura nervurada, evolução dos materiais, disponibilização de cursos e uso dos programas estruturais mais avançados.

Devido à eliminação do concreto e aço entre as nervuras, consequentemente diminui-se o peso da estrutura sem prejudicar sua resistência. Sendo assim, é possível vencer amplos vãos e suportar grandes sobrecargas.

As nervuras têm a função de solidificar o conjunto concreto/aço, respectivamente responsáveis por resistir a esforços de compressão e tração.

Atualmente, a progressiva busca de racionalização dos processos construtivos, visando ao aumento da produtividade e à redução dos custos de construção, resulta em uma demanda crescente por projetos de edifícios em alvenaria estrutural racionalizada.

A grande competitividade do mercado atual, no entanto, demanda soluções que, associadas ao processo construtivo em alvenaria estrutural, melhorem a eficiência do processo, eliminando etapas construtivas, minimizando interferências entre os subsistemas e elevando a qualidade do produto final. Adotar soluções voltadas à industrialização, principalmente com a pré-moldagem, pode ser um caminho para melhorar a eficiência do processo.

O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo das lajes nervuradas, que identifica suas vantagens e desvantagens, ressaltar as características que as destacam no aspecto construtivo, tais como: agilidade e facilidade de produção, assim como, o modo de execução. Foi feita uma análise comparativa de preços entre as lajes nervuradas e as lajes maciças demonstrando o valor por metro quadrado de cada uma.

REFERENCIAL TEÓRICO

Com a evolução arquitetônica e a necessidade de maiores vãos, as lajes maciças tornaram-se desinteressantes devido ao seu elevado custo para o uso de grandes vãos.

As lajes maciças são elementos planos, cuja função é absorver os carregamentos colocados sobre ela. É um sistema moldado no local com pequena capacidade portante, por

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

isso o uso de muitas vigas, dificultando a execução das fôrmas e consequentemente aumentam expressivamente a quantidade de concreto utilizado (ARAÚJO, 2008).

Conforme Vasconcelos (2010), as lajes nervuradas surgiram com a demanda do uso de vãos maiores. Apesar de sua altura útil aumentar, o uso de materiais inertes ou até mesmo o não preenchimento do espaço vazio não houve aumento do peso próprio da laje.

Execução de uma laje nervurada

Segundo Araújo (2007), o processo de execução se divide em:

- Análise do projeto da laje: de acordo com os requisitos do cliente, é feita a analise e o projeto pelo engenheiro;
- Especificação e quantidade dos materiais: feita a análise do projeto, define-se a quantidade de material e sua especificação;
- Envio do projeto para obra: definidos os materiais, envia-se o projeto para os responsáveis pela execução da laje;
- Conferência do projeto: recebido o projeto, confere-se a construção para verificar se está de acordo com o projeto;
- Compra dos materiais: baseando-se no projeto, todos os materiais são comprados;
- Aluguel ou compra das cubas plásticas: é o molde de polipropileno usado para construção da laje nervurada, na maioria dos empreendimentos as cubas plásticas são alugadas devido à redução de custos;
- Corte e dobra: o aço é cortado e dobrado de acordo com as especificações de projeto;
- Montagem das fôrmas: a madeira é cortada e moldada rigorosamente de acordo com o projeto;
- Colocação das cubas plásticas: com as fôrmas de madeira prontas, inicia-se a colocação das cubas de forma que vão se encaixando umas nas outras;
- Colocação da ferragem: após o molde das cubas, coloca-se a armadura de aço de acordo com as especificações do projeto estrutural;
- Escoramento e nivelamento: depois de todos os materiais (aço, madeira e cubas plásticas) estarem devidamente em seus lugares, é necessário que faça o escoramento e nivelamento, para que a laje fique firme e uniforme;
- Aplicação do desmol: aplica-se o desmol sobre a superfície dos moldes de polipropileno para evitar aderência, facilitando a retirada da fôrma quando o concreto estiver seco;
- Concretagem: é a parte mais importante da execução, pois se o concreto não for bem feito, pode danificar toda estrutura;
- Desforma e reescoramento: com 4 dias é feito a desforma, removendo as escoras existentes e substituindo-as por outras em menores quantidades, com o objetivo de apenas ‘apoiar’ a laje;
- Retirada do escoramento: depois de 28 dias, pode-se retirar o restante das escoras que apoiavam a laje, ela estará pronta.

Vantagens das Lajes Nervuradas

Segundo o Congresso Brasileiro de Concreto (2009):

- Menor consumo de concreto e de aço;
- Menor índice de fôrmas, devido ao uso de elementos inertes, ou de fôrmas industrializadas;
- Maior reaproveitamento das cubas plásticas;

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

• Redução na interferência na arquitetura devido ao menor uso de vigas e pilares;
• Quando associadas a um sistema de fôrmas industrializadas, aceleram muito o processo, chegando a um ciclo médio de execução de sete dias por pavimento;
• Obras mais limpas, devido à necessidade de menos fôrmas.

Desvantagens das Lajes Nervuradas

De acordo com Vitalli (2010):

• Em relação ao projeto, evitam-se engastes em seu contorno, como forma de reduzir os momentos negativos, o que prejudica sua funcionalidade;
• Aumento do pé direito da edificação, consequentemente, sua altura total;
• Dificuldade em projetar uma modulação única de forma que os espaços entre as nervuras sejam iguais;
• Necessita-se de um cálculo mais elaborado comparado ao da laje maciça;
• Exige maiores cuidados na concretagem.

Locais com maior benefício de utilização das lajes nervuradas

Conforme Silva (2005):

• Por permitir vencer grandes vãos, liberando espaço, é vantajoso em locais como garagens ou estacionamento, onde os pilares, além de dificultarem as manobras dos veículos, ocupam espaços de possíveis vagas;
• Prédios escolares e bibliotecas onde utilizam apenas acabamentos superficiais e maiores espaços, contribuindo assim para o conforto acústico e térmico do ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Nessa etapa, fez-se uma análise da estrutura, obtendo-se os dados quantitativos de materiais, sendo os requisitos de comparação.

Visa-se realizar uma análise comparativa entre os custos finais por metro quadrado de cada tipo de laje: nervurada e maciça. Optou-se pela escolha das lajes maciças, pois são as mais comuns e de maior utilização no mercado atual.

Utilizou-se como referências de medidas: 12 m2, 25 m2 e 50 m2 para os devidos cálculos das lajes. As dimensões enquadram todos os tipos de lajes armadas em duas direções, sendo fôrmas isoladas umas das outras e todas apoiadas somente, sem uso de engastes.

Tipologia e concepção dos sistemas escolhidos

Sistemas construtivos: estruturas maciças com lajes, vigas e pilares; e nervuradas apoiadas em pilares. Os serviços e insumos envolvidos são o concreto, fôrmas e aço.

Parâmetros de Pesquisa

Considerações para o cálculo

Utilizaram-se como base as seguintes informações:

- Destino da Laje: piso para edificações residenciais;
- Valor adotado para sobrecarga: 200 Kg/m2;
- O piso de revestimento: 100 Kg/m2;
- Resistência característica do concreto a compressão (fck): 25 MPA.

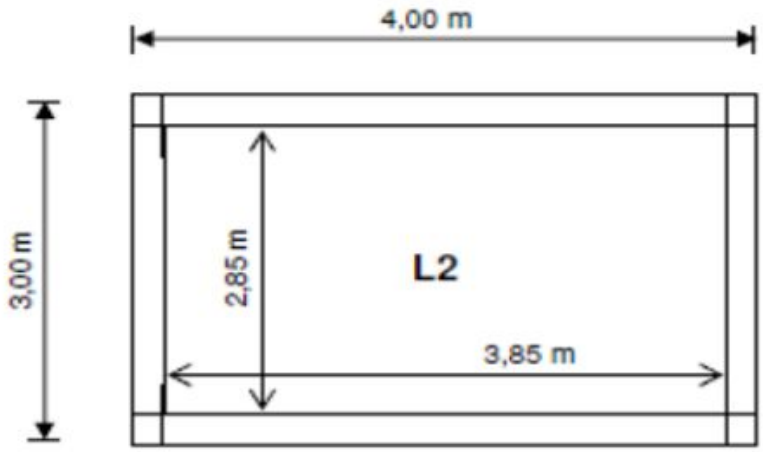
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Considerações para a estrutura

- Para as lajes maciças, adotou-se espessura variando entre 9 e 11 cm;
- Para as lajes nervuradas, adotou-se o bloco com dimensões de 60 x 60 x 30 cm, utilizando como fechamento blocos de EPS. As fôrmas são de polipropileno com altura de 21 cm, base de 56 cm, boca de 60 cm, nervuras de 5 centímetros de base e 9de boca, armadura de pele ferros de 4,2 mm a cada 20 cm e aço CA 50.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- **Para lajes de 12 m2, armadas em duas direções (LDD).**



Fonte: NOGUEIRA, CASTRO, 2010, p. 104

TABELA 1 – Planilha orçamentária para a laje maciça com 12 m² (LDD)

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA		TIPO 01	LAJES MACIÇAS, CONVÊNCIONAL		DATA Nov/10
ITEM	**DESCRIÇÃO**	**UNID**	**QUANT.**	**PREÇO UN.**	**PREÇO TO.**
01.	ESTRUTURA				
01.01	ESCORAMENTO METÁLICO, para lajes de edificação com pé direito entre 2,00 m e 3,20 m.	m²	32,49	R$ 30,55	R$ 992,57
01.02	CONFECÇÃO E INSTALAÇÃO DE FÔRMA (Madeira com espessura de 18 mm)	m²	10,98	R$ 8,76	R$ 96,18
01.03	CONFECÇÃO E INSTALAÇÃO DE ARMADURA, Aço CA 50 / 60	kg	21,89	R$ 13,77	R$ 301,43
01.04	CONCRETO CONVENCIONAL, fck > 25 MPa - Preparo Transporte, Lançamento, Adensamento e Cura.	m³	0,99	R$ 372,82	R$ 369,09
01.05	DESFORMA	m²	10,98	R$ 2,55	R$ 28,00
	CUSTO TOTAL				R$ 1.787,27
	CUSTO POR m²				**R$ 148,94**

Fonte: NOGUEIRA, CASTRO, 2010, p. 105

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

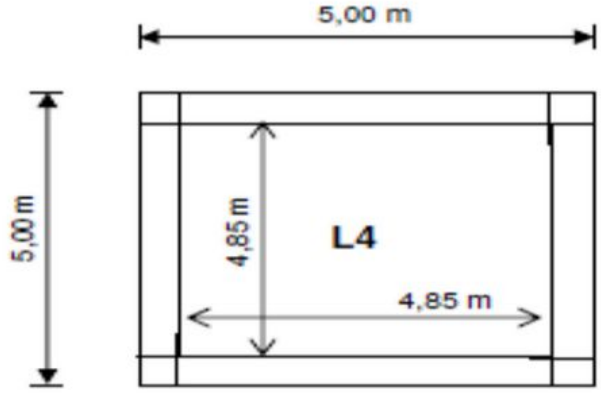
TABELA 2 – Planilha orçamentária para a laje nervurada, 12 m² (LDD)

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA		TIPO 02	LAJES NERVURADAS		DATA Nov/10
ITEM	**DESCRIÇÃO**	**UNID**	**QUANT.**	**PREÇO UN.**	**PREÇO TO.**
01.	ESTRUTURA				
01.01	ESCORAMENTO METÁLICO, para lajes de edificação com pé direito entre 2,00 m e 3,20 m	m²	32,49	R$ 30,55	R$ 992,57
01.02	CONFECÇÃO E INSTALAÇÃO DE FÔRMA (Polipropileno)	m²	10,98	R$ 26,57	R$ 291,74
01.03	CONFECÇÃO E INSTALAÇÃO DE ARMADURA, Aço CA 50 / 60	kg	26,49	R$ 13,77	R$ 364,77
01.04	CONCRETO CONVENCIONAL, fck > 25 MPa - Preparo Transporte, Lançamento, Adensamento e Cura.	m³	0,78	R$ 372,82	R$ 290,80
01.05	DESFORMA	m²	10,98	R$ 2,55	R$ 28,00
	CUSTO TOTAL				R$ 1.967,88
	CUSTO POR m²				**R$ 163,99**

Fonte: NOGUEIRA, CASTRO, 2010, p. 105

- **Para lajes de 25 m2, armadas em duas direções (LDD)**

FIGURA 17 – Laje de 25 m² de área (LUD)



Fonte: NOGUEIRA, CASTRO, 2010, p. 112

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

TABELA 3 – Planilha orçamentária para a laje maciça, 25 m² (LDD)

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA		TIPO 01	LAJES MACIÇAS, CONVÊNCIONAL		DATA Nov/10
ITEM	**DESCRIÇÃO**	**UNID**	**QUANT.**	**PREÇO UN.**	**PREÇO TO.**
01.	ESTRUTURA				
01.01	ESCORAMENTO METÁLICO, para lajes de edificação com pé direito entre 2,00 m e 3,20 m	m²	70,59	R$ 30,55	R$ 2.156,52
01.02	CONFECÇÃO E INSTALAÇÃO DE FÔRMA (Madeira com espessura de 18 mm)	m²	23,53	R$ 8,76	R$ 206,12
01.03	CONFECÇÃO E INSTALAÇÃO DE ARMADURA, Aço CA 50 / 60	kg	73,56	R$ 13,77	R$ 1.012,92
01.04	CONCRETO CONVENCIONAL, fck > 25 MPa - Preparo Transporte, Lançamento, Adensamento e Cura.	m³	2,36	R$ 372,82	R$ 879,86
01.05	DESFORMA	m²	23,53	R$ 2,55	R$ 60,00
	CUSTO TOTAL				R$ 4.315,42
	CUSTO POR m²				**R$ 172,62**

Fonte: NOGUEIRA, CASTRO, 2010, p. 113

TABELA 4 – Planilha orçamentária para a laje nervurada, 25 m² (LDD)

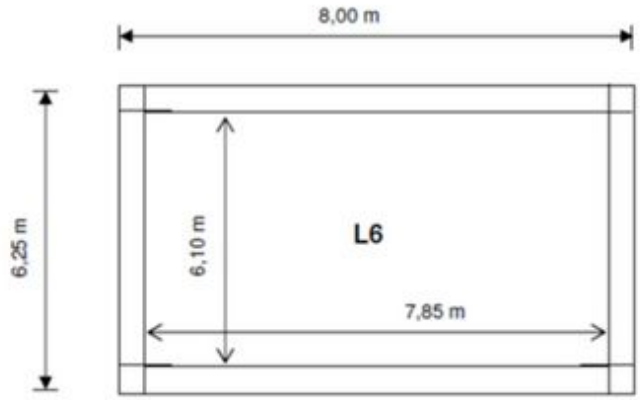
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA		TIPO 02	LAJES NERVURADAS		DATA Nov/10
ITEM	**DESCRIÇÃO**	**UNID**	**QUANT.**	**PREÇO UN.**	**PREÇO TO.**
01.	ESTRUTURA				
01.01	ESCORAMENTO METÁLICO, para lajes de edificação com pé direito entre 2,00 m e 3,20 m	m²	70,59	R$ 30,55	R$ 2.156,52
01.02	CONFECÇÃO E INSTALAÇÃO DE FÔRMA, (Polipropileno)	m²	23,53	R$ 26,57	R$ 625,19
01.03	CONFECÇÃO E INSTALAÇÃO DE ARMADURA, Aço CA 50 / 60	kg	83,94	R$ 13,77	R$ 1.155,85
01.04	CONCRETO CONVENCIONAL, fck > 25 MPa - Preparo Transporte, Lançamento, Adensamento e Cura.	m³	1,67	R$ 372,82	R$ 622,61
01.05	DESFORMA	m²	23,53	R$ 2,55	R$ 60,00
	CUSTO TOTAL				R$ 4.620,17
	CUSTO POR m²				**R$ 184,81**

Fonte: NOGUEIRA, CASTRO, 2010, p. 113

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

- **Para lajes de 50 m2, armadas em duas direções (LDD)**

FIGURA 18 – Laje de 50 m² (LUD)



Fonte: NOGUEIRA, CASTRO, 2010, p. 120

TABELA 5 – Planilha orçamentária para Lajes Maciças, 50 m² (LDD)

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA		TIPO 01	LAJES MACIÇAS, CONVÊNCIONAL		DATA Nov/10
ITEM	**DESCRIÇÃO**	**UNID**	**QUANT.**	**PREÇO UN.**	**PREÇO TO.**
01.	ESTRUTURA				
01.01	ESCORAMENTO METÁLICO, para lajes de edificação com pé direito entre 2,00 m e 3,20 m	m²	143,67	R$ 30,55	R$ 4.389,12
01.02	CONFECÇÃO E INSTALAÇÃO DE FÔRMA (Madeira com espessura de 18 mm)	m²	47,89	R$ 8,76	R$ 419,52
01.03	CONFECÇÃO E INSTALAÇÃO DE ARMADURA, Aço CA 50 / 60	kg	305,12	R$ 13,77	R$ 4.201,50
01.04	CONCRETO CONVENCIONAL, fck > 25 MPa - Preparo Transporte, Lançamento, Adensamento e Cura.	m³	5,27	R$ 372,82	R$ 1.964,76
01.05	DESFORMA	m²	47,89	R$ 2,55	R$ 122,12
	CUSTO TOTAL				R$ 11.097,02
	CUSTO POR m²				**R$ 221,94**

Fonte: NOGUEIRA, CASTRO, 2010, p. 121

TABELA 6 – Planilha orçamentária para Lajes Nervuradas, 50 m² (LDD)

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA		TIPO 02	LAJES NERVURADAS		DATA Nov/10
ITEM	**DESCRIÇÃO**	**UNID**	**QUANT.**	**PREÇO UM.**	**PREÇO TO.**
01.	ESTRUTURA				
01.01	ESCORAMENTO METÁLICO, para lajes de edificação com pé direito entre 2,00 m e 3,20 m	m²	143,67	R$ 30,55	R$ 4.389,12
01.02	CONFECÇÃO E INSTALAÇÃO DE FÔRMA, (Polipropileno)	m²	47,89	R$ 26,57	R$ 1.272,44
01.03	CONFECÇÃO E INSTALAÇÃO DE ARMADURA, Aço CA 50 / 60	kg	213,31	R$ 13,77	R$ 2.937,28
01.04	CONCRETO CONVENCIONAL, fck > 25 Mpa – Preparo Transporte, Lançamento, Adensamento e Cura.	m³	3,98	R$ 372,82	R$ 1.483,82
01.05	DESFORMA	m²	47,89	R$ 2,55	R$ 122,12
	CUSTO TOTAL				R$ 10.204,78
	CUSTO POR m²				**R$ 204,10**

Fonte: NOGUEIRA, CASTRO, 2010, p. 121

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Comparativos de custo final

TABELA 7 – Comparativo econômico entre as lajes maciças e nervuradas (LDD)

ÁREA (m²)	MACIÇA	NERVURADA	MELHOR OPÇÃO
12	R$ 148,94	R$ 163,99	MACIÇA
25	R$ 172,62	R$ 184,81	MACIÇA
50	R$ 221,94	R$ 204,10	NERVURADA

Fonte: NOGUEIRA, CASTRO, 2010 (Adaptada)

Diante dos valores apresentados, na TAB. 7, verificou-se que para estruturas com 12 e 25 metros quadrados, armada em duas direções, o menor custo foi da laje maciça. Devido ao menor custo das fôrmas de madeiras comparadas as fôrmas de polipropileno utilizadas na laje nervurada.

Para estruturas com 50 metros quadrados, armada em duas direções, nota-se que as lajes nervuradas apresentaram-se mais viáveis. Com o aumento dos vãos, as lajes maciças adotam espessuras maiores, aumentando consideravelmente o consumo de concreto, elevando o custo das lajes maciças comparadas às nervuradas.

CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou um estudo das lajes nervuradas, que identifica suas vantagens e desvantagens, ressaltando as características que as destacam no aspecto construtivo, tais como: agilidade e facilidade de produção, assim como, o modo de execução. Foi feita uma análise comparativa de preços entre as lajes nervuradas e as lajes maciças demonstrando o valor por metro quadrado de cada uma.

Percebe-se que para áreas de 12 e 25 m², as lajes maciças são mais econômicas, à medida que os vãos aumentam, ultrapassando 5 metros, as lajes maciças têm seu custo elevado, devido ao maior consumo de concreto ocasionado pela maior espessura.

Para as lajes nervuradas, com 12, 25 e 50 metros quadrados, o aço representa um percentual médio de 24,33% do custo total e o concreto de 14,33%, e para as lajes maciças, tem-se 26,33% e 19,67% respectivamente, percebe-se que para as lajes nervuradas o custo do concreto e aço é menor se comparados às lajes maciças. Porém, analisando os custos relativos às fôrmas, sendo 4,67% do custo total médio para a maciça e 13,67% para a laje nervurada, verificando-se o fator que representa a maior desvantagem econômica da laje nervurada.

As lajes nervuradas apresentaram-se como uma solução mais econômica para lajes armadas em duas direções com áreas de 50 m², por ser um sistema construtivo rápido e econômico, devido à ausência de vigas e menores números de pilares se comparadas às lajes maciças, justificando esta opção para edifícios de médio e grande porte.

REFERÊNCIAS

ADÃO, F. X.; HEMERLY, A. C.. **Concreto armado**: cálculo prático e econômico. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 206 p.

ALBUQUERQUE, A. T.. **Análise de alternativas estruturais para edifícios em concreto armado.** 1999. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

ARAÚJO, A. D. R.. **Estudo técnico comparativo entre pavimentos executados com lajes nervuradas e lajes convencionais.** 2008. 111 f. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2008.

ARAÚJO, T. M.. **Análise dos processos de planejamento e execução de uma laje nervurada com utilização de ferramentas computacionais.** 2007. 44 f. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118.** Procedimentos – Projetos de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2004.

BOCCHI JÚNIOR, C. F.. **Lajes nervuradas de concreto armado.** 1995. 183 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 51°, 2009, Maceió. **Aspectos técnicos e econômicos de lajes nervuradas unidirecionais e bidirecionais.** Maceió: IBRACON, 2009. 16 p.

DIAS, R. H.. **Análise numérica de pavimentos de edifícios em lajes nervuradas.** 2003. 455 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

FISSURAS E TRINCAS NAS ALVENARIAS EM OBRAS DE CONCRETO ARMADO

LORENA CHAMHUM TORRENT[1], MÁRCIO ROBERTO CAZITA [2] , ISRAEL IASBIK[3], JOSÉ DAMATO NETO[4]

[1] Graduada em Engenharia, Fupac Ubá, (32) 8477-0615, lorenachamhum@gmail.com
[2] Graduado em Engenharia Civil, Fupac Ubá
[3] Mestrado em Engenharia Civil, Fupac Ubá, (32) 8861-0853, coordenacaoengenhariacivil@ubafupac.com.br
[4] Mestrado em Fitotecnia, Fupac Ubá, (32) 9971 – 2899, josedamato@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: As fissuras e trincas tem se tornado cada vez mais presente nas mais diversas obras em geral. No atual cenário em que se encontra a economia na construção civil, parâmetro como qualidade, segurança, custos e cumprimento de prazos são fundamentais e muitas vezes atender esses parâmetros leva a serviços de má qualidade. Na busca pela excelência, novas técnicas construtivas foram abordadas no trabalho, juntamente com as causas de trincas e fissuras de maior ocorrência em obras de concreto armado. Uma técnica utilizada para ganhos de qualidade ao executar amarração da alvenaria ao pilar é a fixação de tela metálica soldada. A evolução da tecnologia dos materiais e principalmente do concreto, que o tornou mais flexível, proporciona deformação lenta da estrutura, provocando fissuras e trincas nas alvenarias e revestimentos. Apesar de melhoria na qualidade dos materiais e evolução das técnicas de projetos e execuções, as fissuras continuam aparecendo nas ligações das alvenarias de vedação com a estrutura, desafiando pesquisadores a descobrirem suas causas, fatores influentes, métodos de prevenção e soluções plausíveis do problema.
PALAVRAS–CHAVE: Fissura, alvenaria, concreto.

CRACKS AND CRACKS IN MASONRY WORKS IN CONCRETE ARMED

ABSTRACT: The fissures and cracks have become increasingly present in various works in General. In the current scenario the economy in construction, parameter as quality, safety, cost and meeting deadlines are critical and often meet these parameters leads to poor quality services. In the search for excellence, new construction techniques were addressed in the work, together with the causes of cracks and fissures of higher occurrence in reinforced concrete works. A technique used to quality gains to perform mooring to masonry pillar is the setting of welded wire mesh. The evolution of technology of materials and mainly of concrete, which made more flexible, it provides slow deformation of the structure, causing cracks and cracks in masonry and finishes. Despite the improvement in the quality of materials and developments in technical projects and executions, the cracks are still appearing on the connections of sealing masonry structures with the structure, challenging researchers to find out its causes, influential factors, prevention methods and plausible solutions to the problem
KEYWORDS: Fissure, masonry, concrete.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

Desde as primeiras notícias sobre construção, as técnicas construtivas têm evoluído assim como o ser humano, porém mesmo com o desenvolvimento de vários estudos na área, ainda surgem nas construções alguns defeitos que prejudicam o desempenho pretendido nas edificações. Dentre os defeitos patológicos existentes, destacam-se as trincas e fissuras nas alvenarias de vedação devido a três aspectos relevantes: atritos entre clientes e construtoras quanto ao investimento feito, aviso de algum problema estrutural e comprometimento do seu tempo de vida. Fissuras e trincas são manifestações patológicas das edificações observadas em alvenarias, vigas, pilares, lajes, pisos entre outros elementos, geralmente causadas por tensões dos materiais. Se os materiais forem solicitados com um esforço maior que sua resistência acontece a falha provocando uma abertura, e conforme sua espessura será classificada como fissura ou trinca. Além da finalidade de vedação, as paredes de alvenaria podem receber aberturas para portas e janelas, onde ocorrem acúmulos de tensões levando ao aparecimento de fissuras e trincas (THOMAZ, 1989).

O cimento teve sua ascensão no século XVIII com maiores investimentos e a industrialização do mesmo no século seguinte, fez com que em meados desse mesmo século na França, fosse desenvolvido o primeiro elemento em concreto armado e teve grande expansão no século XX, em que foi usado nas mais diversas obras daquela época (CAMACHO, 2006).

Edifique (2014), ressalta que estrutura de concreto armado é, certamente, a mais empregada no Brasil. Utilizando barras de aço, (armaduras inseridas no concreto moldado "in loco", em formas de madeira) agregados (areia pedra britada) e cimento, que permite a obtenção de estruturas aptas a resistir á cargas. Para isso, no entanto, é necessário que elas sejam convenientemente calculadas por Engenheiro; especialistas que elaborarão o projeto estrutural.

Para Magalhães (2004), afirma que a investigação dos problemas de fissuração em paredes de alvenaria mantém-se atual, com pesquisas desenvolvidas nas últimas décadas no domínio da construção e mudanças construtivas evoluindo o setor. A fissuração das alvenarias é um fenômeno que tem-se demonstrado crescente com origem em falhas técnicas objetivas, cuja incidência afeta o desempenho de grande número de fachadas e paredes internas, o que justifica o estudo preventivo.

No atual cenário em que se encontra a economia na construção civil, parâmetro como qualidade, segurança, custos e cumprimento de prazos são fundamentais, pois além de nortearem a construção também são essenciais nos serviços de manutenção. Muitas vezes a atender esses parâmetros leva a serviços de má qualidade. Conseguir qualidade aliada a preços, prazos e segurança é desafio constante da engenharia civil. Na busca pela excelência, novas técnicas construtivas serão abordadas no trabalho.

Este artigo tem como intuito apontar as causas de trincas e fissuras de maior ocorrência em obras de concreto armado, vedadas em alvenarias com tijolos cerâmicos e apresentar métodos construtivos para a prevenção destas patologias.

DESENVOLVIMENTO

Propriedades e características dos materiais

Alvenarias - Azeredo (2009), define alvenaria como: conjunto coeso e rígido, conformada em uma obra de tijolos ou blocos, unidos entre si, que ofereça resistência e

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

durabilidade. Medeiros e Franco (1999), complementam que as paredes desempenham a função de harmonia com os demais ambientes, assegurando resistência mecânica, segurança contra incêndios e durabilidade. Para Yazigi (2009), alvenaria é; o conjunto de paredes, muros e obras similares, composto de pedras naturais, blocos, tijolos artificiais e outros, ligados ou não por argamassa. Alvenarias de vedação são superfícies verticais planas que podem dividir ou fechar determinados espaços de uma edificação. Funciona também como isolante térmico, acústico, proteção contra ações climáticas, permitindo ainda a passagem de dutos para a instalação hidráulica e elétrica.

Tijolo furado - Segundo Azeredo (2009), tijolos furados são produtos fabricados a partir de argila levados ao forno. São laminados ou moldados com ranhuras no lado externo, que ajuda na aderência de argamassas e com canais no seu interior que diminui seu peso, consequentemente as fundações ficam mais econômicas. A finalidade é de separar compartimentos e fechar a estrutura de concreto, internas e externas. Tem forma paralelepípedo retangular, com dimensões variadas conforme número de furos.

Tijolo comum - O tijolo comum Segundo Azeredo (2009), tem como matéria-prima de fabricação a argila, misturada com um percentual de terra arenosa e um pouco de água até formar uma pasta. Dessa pasta os tijolos são moldados em fôrmas e colocados a secar ao sol, depois em fornos com a temperatura entre 900ºC e 1100º °C. Os tijolos mais próximos do fogo adquirem uma resistência maior do que os mais afastados. O bom tijolo tem uma superfície porosa e áspera e suas arestas são vivas e duras e quando quebrado, apresenta saliência e reentrância. Tem uso em paredes, muros em geral, pilares, fundações diretas, pisos secundários, para fechamento de vãos e no encunhamento das alvenarias. A (FIG 03), detalha o formato e cortes nos tijolos maciços.

Tijolo de argila - O modelo de assentamento garante maior rigidez, rendimento na produção em execução de paredes, diminui a possibilidade do aparecimento de fissuras, tem maior aproveitamento dos tijolos quebrados, pois podem ser usados no início das amarras e nas internas de finalizações. Com tudo isso, esta forma de travamento se mantém viável nas construções (AZEREDO, 2009).

Argamassas - Para Yazigi (2009), argamassa pode ser feita através do cimento, cal e misturas de agregados, mas ele a define como sendo uma mistura íntima e homogênea de aglomerante de origem mineral, agregado miúdo, água e eventualmente, aditivos em proporções adequadas a determinada finalidade, com capacidade de endurecimento e de resistência aos esforços internos e externos que são originários da ação do tempo, impactos solicitantes e ao próprio desgaste.

Concreto armado - Concreto armado é um composto formado por barras de aço entrelaçadas, amarradas e revestidas pelo concreto. O concreto é formado por agregados (geralmente areia e pedra britada), água, cimento e apresenta alta resistência a compressão, porém essa qualidade não é encontrada nos efeitos de tração, que fica em torno de 10 % da compressão suportada, onde são utilizadas as barras de aço para submergir estes esforços. A utilização de aço e concreto só é possível devido à boa tolerância que existe entre estes dois materiais, permitindo que trabalhem de forma parecida quando estão submetidos a cargas. O concreto também tem função protetora, cobrindo as barras de aço evitando a corrosão, isso desde que a cobertura mínima esteja em consonância com as normas para o local e as fissuras presentes sejam restringidas (BOTELHO E MARCHETTI, 2013).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Fissuras

Fissuras nas alvenarias de vedação - As fissuras em paredes de alvenarias podem ser classificas segundo deferentes critérios: abertura, atividade, as causas, forma, direção, tensões envolvidas, tipo, entre outras.

Segundo Sahade (2005), "não existe uma forma definida para explicar o conceito de fissuras, podendo ser diferenciada pela sua abertura ou até mesmo pelo seu aspecto visual". Lordsleem (1997), complementa que as "fissuras são problemas patológicos em que a solicitação sobre o material torna-se maior que a sua resistência e classifica as aberturas da seguinte maneira": menor que 0,1 mm, microfissuras, até 1,0 mm, fissuras, maior que 1,0 mm, trincas.

Fissuras devido a recalques diferenciados das fundações - Para Thomaz (1989), os recalques, que é o afundamento do apoio do pilar, que pode ser sapatas ou blocos de coroamento, acontece devido a não resistência do solo. Os recalques geram fissuras inclinadas, que se mostram a maioria delas, voltada em direção ao pilar que sofreu recalque, além do que se previu em projeto. Devido a tais afundamentos, forças atuam, provocando torções e esforços na estrutura, que se transmite para alvenaria, causando trações e compressões excessivas, que darão origens a patologias. Como as alvenarias são as partes mais sensíveis dos dois componentes, apresentam primeiro as fissuras decorrentes desta anomalia na estrutura. O autor complementa que estas fissuras apresentam maiores aberturas e "deitam-se" em direção à região onde sofre o maior recalque.

Fissuras devido à deformação de vigas e lajes - Estes tipos de fissuras podem ser proporcionados pelas diferentes configurações do trabalho conseguido pela parte estrutural. A curvatura da estrutura tanto na parte superior quanto na parte inferior das alvenarias pode ordenar da mesma uma solicitação que não pode ser atendida, ocorrendo as fissura. Com a melhoria tecnológica do concreto, do aço e avaliação mais aperfeiçoada, as estruturas se tornaram mais flexíveis, todavia as alvenarias não seguirão esse desenvolvimento, colaborando ainda mais para a manifestação das patologias. (THOMAZ, 1989).

Fissuras devido à flexão de vigas em balanço -Segundo Thomaz (1989), nessa próxima situação, aparece fissuras quando as lajes ou vigas estão em balanço, seguidas de separação entre a estrutura e parede. Este tipo de fissuras ocorre muito em parapeitos de varandas apoiadas em lajes. As flechas nos balanços das vigas de dois pavimentos consecutivos provocam esforços de flexão nas alvenarias de vedação das fachadas, causando deslocamentos. Ele ressalta que estas vigas recebem outras vigas, que por sua vez, recebem paredes, geralmente com abertura para janelas, onde é mais propicia, a ocorrência de fissuras.

Fissuras provocadas por dilatação térmica da estrutura - A mudança de temperatura tem influência direta no comportamento da estrutura. Grandes variações nas temperaturas prejudicam as edificações, uma vez que os materiais que são empregados nela são compostos por características distintas. Isso faz com que alvenaria e estrutura trabalhem de formas diferentes, causando movimentos nos componentes, quando estão expostos a temperaturas que variam, provocando tensões que lhe são impostas, devido a sua movimentação, que podem fazer com que ocorra separação dos elementos. Nas edificações esbeltas, com a estrutura de concreto armado exposta, se houver grandes variações de temperatura, possivelmente ocorrerão destacamentos, enfatizando o efeito do calor nas alvenarias e no concreto (THOMAZ, 1989).

Fissuras devido às movimentações higrotérmicas diferenciadas - Thomaz (1989), relata que as movimentações causadas por umidade e temperatura causam tração e retração atuando sobre a estrutura e nas alvenarias de vedação, precisamente nos materiais que os

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

constituem. Afirma também, que os materiais utilizados para fazer essa ligação (alvenaria x estrutura) possuem propriedades físicas e químicas, (coeficiente de dilatação, porosidade, absorção) diferentes, o que provoca ações diversificadas, evidenciando as patologias.

Fissuras causadas pelo encunhamento antecipado - O Dicionário de engenharia civil define encunhamento como: ligação entre a parte superior da parede com a parte inferior da viga e/ou laje tradicionalmente realizada por tijolos seccionados e argamassas de cimento. Para Thomaz (1989), a desunião das paredes junto às estruturas também pode ser causada pela ação do peso próprio da alvenaria, além da retração de secagem da argamassa. Ele afirma ainda, sobre esse fato, que o encunhamento junto à estrutura, for realizado de forma prematura, pode ocorrer à separação nos encontros dos elementos.

Meios de prevenção de fissuras

Thomaz (1989), ressalta que a prevenção de fissuras nos edifícios, como não poderia deixar de ser, passa obrigatoriamente por todas as regras de planejar, projetar e construir. Para Magalhães (2004), a patologia deve ser tratada de forma preventiva, conhecendo sua origem de forma precisa para que se adote a melhor técnica na sua prevenção. Métodos inovadores na construção sem devidos experimentos, projetos deficientes, baixa qualidade da mão de obra, pressa nas obras, sem se preocupar com a qualidade, tem contribuído para que as patologias se tornassem frequentes nas edificações, fazendo com que seja necessário buscar e adotar certas medidas preventivas. A fissura vem se tornando cada vez mais comum nas obras em geral, oriundas das construções, ela vem se destacando de várias formas, quantidades e constância.

Estudo de deformações em estruturas em concreto armado - Segundo Dalton (2008), no Seminário *Patología y Calidad em La Construcción* apresentou-se um estudo sobre as deformações das estruturas de concreto armado fazendo algumas citações a valores de flecha limite de deformação da estrutura (fb.max) após a instalação do componente. ANBR 6118 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003), apresenta valores práticos de deslocamentos limites para verificação em serviço do estado limite de deformações da estrutura. Alvenaria ou painéis pré-fabricados apoiado sobre vigas ou lajes. Paredes com abertura (1 mm), paredes sem abertura (2 mm).

Medidas Preventivas Contra Manifestações Patológicas advindas do Encunhamento de Paredes - Encunhamento de paredes é um processo construtivo que é usado nas vedações verticais. Ele consiste no fechamento do espaço remanescente entre a estrutura e a última fiada de tijolos da elevação da parede. Apesar de ser um processo simples, o encunhamento é o intermediário na interação destes elementos onde o aparecimento de manifestações patológicas, tem sido uma das preocupações por parte dos projetistas. Ações preventivas como, processo de cura cuidadosa do concreto, maior tempo de escoramento da estrutura e procedimentos cuidadosos da execução de alvenaria podem ser adotadas para minimizar possíveis manifestações patológicas. A adoção destas medidas resulta, todavia, em um custo referente ao uso de mais de um jogo de escoras e aumento nos prazos de entrega da obra, já que, o indicado seriam escoramentos de até 28 dias. Mesmo que reduzam o aparecimento de manifestações patológicas derivadas das deformações iniciais da estrutura, as ações preventivas são apenas medidas empíricas que não garantem a solução de problemas patológicos. Caso a execução do empreendimento seja realizada com grande velocidade, ou seja, pouco intervalo de tempo entre concretagens dos pavimentos, existe a possibilidade de que as deformações lentas excessivas da estrutura possam gerar problemas patológicos mais tarde (DALTON, 2008).

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

As argamassas, devido as suas misturas possuem características que provocam pequenas retrações durante os primeiros dias após seu uso na união de tijolos no fechamento de alvenarias. Com isso faz-se necessário um tempo de aproximadamente de 15 a 20 dias para a colocação do encunhamento, que deve ser feito com tijolos maciços inclinados, fixando definitivamente alvenaria com vigas e/ou lajes. Para uma perfeita interação entre os elementos constituintes da construção, alvenaria e estrutura tem que estarem se comportando como um corpo único, que trabalhem de forma uniforme, mantendo seu formato enrijecido, ou seja, em perfeito equilíbrio entre as partes, para que não apresente nenhuma patologia. Para isso acontecer é preciso uma perfeita ligação entre paredes x vigas e pilares, mantendo total harmonia funcional (TRAMONTIN, 2005).

Segundo Lordsleem (1997), a argamassa ideal para o encunhamento é na proporção de 1:3:12 a 15 (cimento,cal hidratada e areia).Porém ressalta que argamassas expansivas estão substituindo este processo com maior rapidez e eficiência,como por exemplo:

- Polietileno Expansor – Produto na forma de aerossol de alta aderência que quando aplicado se expande consideravelmente preenchendo os vazios.
- Cimento expansor – argamassa a base de cimento e já vem pronta para o uso, adicionando apenas água, que reagirá fazendo com que haja expansão no local em que se encontra a abertura.

Medeiros e franco (1999), ressalta que alguns erros que dão origens às patologias, estão ligados aos vícios construtivos de execução, pelo fato de estar na maioria das vezes no canteiro de obras pré-estabelecida por alguém que não passou pelo devido treinamento e acaba descuidando de algumas etapas, trazendo prejuízos ao funcionamento da alvenaria. Para Thomaz (1989), as condições das alvenarias dependem muito de sua execução, esta, se bem realizada, traz consigo facilidade de seu revestimento por estar bem nivelada, com esquadro, prumo e resiste bem a cargas não previstas sobre a mesma devido às deformações estruturais.

Prevenção de fissuras através do uso de Vergas e contra-vergas - Para Thomaz (1989), as alvenarias resistem bem à solicitação de compressão axial, porém não à tração e ao cisalhamento o que faz necessário uso de vergas e contra vergas para atender as concentrações de tensões sobre as aberturas. As vergas são componentes externos aos vãos, incorporados à alvenaria para a distribuição das tensões que tendem a se concentrar nos vértices das aberturas de janelas e portas. Até dois metros podem ser produzidas no próprio canteiro de obra ou recorrer a pré-moldadas, aumentando assim a produtividade, no caso de alvenaria de vedação superior a três metros deve calcular cintas de amarração com capacidade para absorção de cargas laterais e com altura acima de cinco metros deve ser calculada como viga estrutural.

Sahade (2005), relata que as cargas verticais, atuando em topos de paredes, igualmente distribuídas podem triplicar ou até quadruplicar as tensões em vértices superiores e a duplicar em vértices inferiores. Além das vergas normais, na parte superior das aberturas sugere-se a execução também na parte inferior, de uma verga de concreto com uma pequena armadura, ultrapassando o vão 30 cm a 40 cm para cada lado, lembra ainda que estas contravergas tornam-se importantes, pois estes cantos inferiores nas aberturas são pontos fracos na alvenaria, evitando o aparecimento de fissuras devido a pequenas movimentações da parede.

Ligações entre paredes de alvenaria e pilares de concreto – Para Tramontin (2005), o objetivo de unir a alvenaria a uma estrutura por meio de alguns componentes de reforços é a mesma quando utilizada nos concretos, ou seja, combater os esforços de cisalhamento e tração que não seria suportado somente com o material inicial; complementa ainda que na ligação entre pilar e alvenaria também se pode ter o auxílio destes componentes prevenindo assim, fissuras na interface da parede com a estrutura. A união pode ser feita com o uso de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

ferros (ferro cabelo) com bitolas de 6 a 8 mm, mas atualmente emprega-se o uso de telas metálicas eletrosoldadas, fixadas através de pinos, arruelas e cantoneiras.

CONCLUSÕES

As fissuras em alvenarias causam diversos problemas às edificações, como: infiltrações, prejuízos acústicos, prejuízo a rigidez, em casos mais graves, até prejuízo estrutural da edificação. Além desses, as fissuras desempenham um papel constrangedor para engenheiros, arquitetos e causam prejuízos psicológicos e financeiros a proprietários. A evolução da tecnologia dos materiais e principalmente do concreto, que o tornou mais flexível, ocasionando deformação lenta da estrutura provoca fissuras e trincas nas alvenarias e revestimentos.

Apesar de melhoria na qualidade dos materiais e evolução das técnicas de projetos e execuções, as fissuras continuam aparecendo nas ligações das alvenarias de vedação com a estrutura, desafiando pesquisadores a descobrirem suas causas, fatores influentes, métodos de prevenção e soluções plausíveis do problema. O trabalho procurou descrever técnicas construtivas, adequadas para se evitar fissuras e quais as recomendações necessárias para sua execução.

A técnica utilizada para ganhos de qualidade ao executar amarração da alvenaria ao pilar é a fixação de tela metálica soldada. Essa técnica se mostra eficiente, porém, na maioria das obras de pequeno porte pouco se obedece às normas e demais regras construtivas para bom desempenho das alvenarias.

Os problemas patológicos ligados a erros durante a execução são comuns como erros ligados a projetos. Infelizmente profissionais do ramo da construção civil, tem deixado de utilizar todo seu conhecimento adquirido nos cursos de engenharia e deixa de oferecer um desempenho de qualidade nas execuções.

REFERÊNCIAS

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício e seu acabamento.** São Paulo: Ed. Blucher, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**. Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de construção.** 1. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, c1979.

BOTELHO, Manuel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto Amado, Eu Te Amo.** São Paulo: 7º ed. Blucher, 2013.

CAMACHO, Jerffon Sidney. **Introdução ao estudo do concreto armado.** Material apresentado na Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira: Departamento de Engenharia Civil. UNESP.

DALTON, Marcelo. **Fatores que podem estar contribuindo para o aparecimento de manifestações patológicas na zona de encunhamento de paredes em obras de Porto Alegre.** 2008. 87f. (Trabalho de Diplomação, Engenheiro civil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

Dicionário de engenharia civil, disponível em www.engehariacivil.com. Acesso em 02 de novembro de 2014

FIORITO, Antonio. **Manual de argamassas e revestimentos:** Estudos e procedimentos de execução. 2.ed. São Paulo: Pini, 2009.

EDIFIQUE. **Estrutura de Concreto Armado.** Disponível em:<http://www.edifique.arq.br/estconcr.htm > Acesso em 31 de agosto 2014.

MAGALHÃES, Ernane Freitas. **Fissuras em alvenarias: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do Rio Grande do Sul.** 2004.180f. Dissertação (Mestre em engenharia na modalidade profissionalizante). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MEDEIROS, Jonas Silvério; FRANCO, Luiz Sergio. **Prevenção de trincas em alvenarias através do emprego de telas soldadas como armadura e ancoragem.** 1999.77f. Texto Técnico. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1999.

LORDSLEEM JÚNIOR, Alberto Casado. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação.** 1997.195f. Dissertação (Mestre em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

Portal construir disponível em http://www.portalconstruir.com.br/site/ . Acesso em 21 setembro 2014.

SAHADE, Renato Fresa. **Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação.** 2005.188f. Dissertação (Mestre em Habitação). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2005.

SOUZA JÚNIOR, T.F.**Estruturas de Concreto armado**.23f.Notas de aulas.Acesso em 25 de setembro 2014.

Tutoriais e dicas disponível em http://ew7.com.br/projeto-arquitetonico-com-autocad/index.php/tutoriais-e-dicas/97.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios:** causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini, 1989.

TRAMONTIN, Andre Penteado. **Avaliação experimental dos métodos de prevenção de fissuras na interface alvenaria de vedação e pilar de concreto.** 2005.179f. Dissertação (Mestre em engenharia civil, na área de concentração de Edificações). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2005.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar.** 10. ed. São Paulo: Pini, 2009.

VINCENZO, Daniela Souza de. **Análise de tensões em alvenaria de vedação.** 2006.110f. Trabalho (Graduação do Curso de Engenharia Civil). Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

GERENCIAMENTO DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

LORENA CHAMHUM TORRENT[1], MARÍLIA CORRÊA DA SILVA [2], ENOQUE PEREIRA DA SILVA [3], ISRAEL IASBIK[4], JOSÉ DAMATO NETO[5]

[1] Graduada em Engenharia, Fupac Ubá, (32) 8477-0615, lorenachamhum@gmail.com
[2] Graduada em Engenharia Civil, Fupac Ubá
[3] Mestrado em Engenharia Agrícola, Fupac Ubá
[4]Mestrado em Engenharia Civil, Fupac Ubá, (32) 8861-0853, coordenacaoengenhariacivil@ubafupac.com.br
[5] Mestrado em Fitotecnia, Fupac Ubá, (32) 9971 – 2899, josedamato@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Com o surgimento de novos concorrentes no setor da construção civil, as empresas buscam diferenciais para permanecerem no mercado. A busca por qualidade e excelência tem feito com que essas empresas invistam em profissionais qualificados em gerenciamento para execução de seus projetos de obra. A pesquisa propõe descrever fatores importantes no gerenciamento de obras, identificando os tipos de obra quanto ao contratante, ou seja, obras de caráter públicas e privadas em seus respectivos regimes de contratação descrevem ainda sobre o estudo preliminar dos projetos, assim como a análise técnica de todos os documentos complementares envolvidos em um empreendimento. Verifica-se a importância do gerenciamento dentro do processo de execução, onde é fundamental tanto no melhor aproveitamento de recursos e materiais, reduzindo custos, bem como no cumprimento dos prazos estabelecidos, mantendo a qualidade necessária para cada tipo de obra em que se faz necessário, e ainda como um conjunto de ações no gerenciamento aliado à tecnológicas inovadoras podem auxiliar nesse processo em busca de bons resultados, obtendo o sucesso do empreendimento.
PALAVRAS–CHAVE: Gerenciamento, projetos de obra, redução de Custos.

MANAGEMENT OF THE WORK IN CIVIL CONSTRUCTION

ABSTRACT: With the emergence of new competitors in the construction sector, companies seek differentials to remain on the market. The search for quality and excellence has made these companies to invest in qualified professionals in management for execution of their work projects. The research aims to describe important factors in construction management, identifying the types of work as the contractor, ie, character of public and private works in their respective employment schemes also described on the preliminary study of the projects , as well as technical analysis any supporting documents involved in a venture . There is the importance of management in the implementation process, which is essential both in better use of resources and materials, reducing costs as well as in meeting deadlines while maintaining the quality required for each type of work that is necessary , and as a set of actions in management combined with innovative technology can assist in this process in search of good results , obtaining the success of the enterprise .

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

KEYWORDS: Management, construction projects, cost reduction.

INTRODUÇÃO

A busca pela qualidade e excelência em seus trabalhos fez com que as empresas do ramo da construção, investissem em profissionais qualificados em gerenciamento para acompanhar e supervisionar a execução de seus projetos de obra.

O gerenciamento se desenvolve simultaneamente à execução, realizando a gestão técnica e administrativa da implantação do projeto permitindo uma avaliação correta das etapas de execução, analisando prazos de entrega, tecnologias e equipamentos empregados, e a cada passo, a avaliação do impacto no custo orçado, fazendo com que os gastos não saiam de controle. O profissional encarregado pelo gerenciamento é o engenheiro civil, ao qual cabe realizar a análise técnica dos projetos e documentos complementares envolvidos no empreendimento, como: projetos arquitetônicos, elétricos, hidráulicos, estruturais, memoriais descritivos, entre outros, reunindo assim, todas as informações necessárias para uma melhor execução da obra.

Diante ao grande número de variáveis envolvidas numa obra, é previsível o surgimento de situações inesperadas durante a execução do projeto. Contudo, se de um modo preventivo se efetuar a identificação e compreensão das causas, através de um bom gerenciamento, torna-se possível contribuir para o cumprimento dos prazos, redução de gastos, resultando em uma execução com produtividade e economia. Pela importância do tema relacionado ao setor da construção civil e pelas razões já mencionadas anteriormente, justifica-se o desenvolvimento deste trabalho de apresentação e definição dos fatores relevantes no gerenciamento de obras na construção civil.

O objetivo do trabalho é apresentar fatores importantes no gerenciamento de obras na construção civil, apresentar os tipos de obras, definindo e classificando suas especificações; Destacar a importância de uma análise técnica dos projetos e do cumprimento do cronograma físico-financeiro; Descrever sobre a aplicação de inovações tecnológicas no setor.

DESENVOLVIMENTO

O gerenciamento de projetos de obra é de responsabilidade de um engenheiro civil e cabe a ele acompanhar e supervisionar o progresso e a interação produtiva das várias fases de construção. Através desse gerenciamento, torna-se possível realizar a avaliação correta das etapas de execução, analisando prazos de entrega, tecnologias e equipamentos empregados, produtividade, o custo ocorrido em relação ao orçado, fazendo com que os gastos não saiam de controle. Esses fatores garantem que a obra, em sua fase de execução, mantenha um ritmo satisfatório, atendendo ao planejamento, evitando os imprevistos.

Um projeto passa por fases que integram o seu ciclo de vida, sendo elas a iniciação, o planejamento, o controle, a execução e a finalização, sempre nessa ordem.

A obra é o conjunto de atividades de construção, com emprego de materiais, mão de obra especializada, ferramentas e equipamentos específicos, desenvolvido no espaço físico denominado canteiro de obras, planejado racionalmente para possibilitar a materialização daquele projeto específico, conforme os parâmetros estabelecidos.

As obras são classificadas de acordo com o tomador do serviço, podendo ser de caráter público ou privado. Também é possível classificar uma obra quanto ao tipo de contratação.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Classificação da obra quanto ao tomador

Para Figueiredo (2006) o tomador de serviço é a pessoa jurídica que contrata o serviço permanentemente em suas dependências, ou seja, o serviço é contratado para ser prestado diariamente. Nesse caso, uma terceirização da atividade junto à contratante, o ISS é devido no local da prestação do serviço.

Quanto ao tomador do serviço da obra, ela pode ser classificada como pública, privada ou como público-privada. Silva (2014) conceitua obra pública como toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público. Ela pode ser realizada de forma direta, quando a obra é feita pelo próprio órgão ou entidade da administração usando seus próprios meios, ou de forma indireta, quando a obra é contratada com terceiros que, atendendo às normas legais, são contratados por meio de licitação. As obras privadas são aquelas que partem de iniciativa privada, onde há a liberdade de contratar, de forma ampla e informal, sujeitando-se apenas às restrições da lei e da forma indicada para cada caso (LIMMER, 2010).

Classificação da obra quanto ao regime de contratação

Seja para a contratação de uma obra como um todo ou parte dela, nenhuma empresa seja ela de caráter público ou privado, irá desempenhar todas as suas atividades sem recorrer a contratos. Então, é necessário conhecer bem os regimes de contratação, é ele que define como determinada obra ou serviço será remunerada pelo cliente. Há diferentes regimes de contratação, que é necessário conhece-los.

- Empreitada por preço global

Segundo Queiroz (2001) empreitada por preço global, é quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo e total. Também são conhecidos como contratos de empreitada global, empreitada total, contratos a preço firme ou preço certo.

- Empreitada por preço unitário

Segundo Queiroz (2001), empreitada por preço unitário, é quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo de unidades determinadas. Essa modalidade constitui uma variação do regime de empreitada, não a preço global, onde o contratado fornecerá os preços fixos unitários de cada serviço, neste caso, o Benefício de Despesas Indiretas (BDI) está incluso no preço por unidade de comprimento, área, volume, peso, peça.

- Outras modalidades de contratação

Existem outras modalidades de contratação que são menos usuais nas obras de grande porte:

Tarefa: quando se ajusta mão de obra para pequenos trabalhos por preço certo, com ou sem fornecimento de materiais;

Administração: quando o pagamento dos custos indiretos e do lucro é feito através de uma taxa percentual preestabelecida (taxa de administração), aplicada sobre o montante da mão de obra, ou seja, são remunerados os homens-hora aplicados, estando neste preço embutidos os lucros e custos indiretos.

Gerenciamento de projetos

Silva Filho (2004) define como projeto o conjunto de informações necessárias e suficientes à perfeita realização dos serviços de execução de uma obra. Para um perfeito entendimento os projetos serão divididos em duas categorias:

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Projeto Executivo: envolve o projeto de arquitetura (projeto legal), ou seja, o projeto de detalhamento construtivo, na qual se encontram a concepção do produto, as marcações de alvenaria, níveis e paginações de pisos e paredes, bancadas, alturas de peitoris, enfim todas as informações arquitetônicas e detalhes necessários à perfeita execução da obra.

Projetos Complementares: são os demais projetos de uma obra, executados a partir do projeto de arquitetura, ou seja: sondagens, fundações, estrutura, elétrico, telefônico, hidros sanitário, incêndio, impermeabilização, paisagismo.

Para Limmer (2010) nos dias de hoje, muitas obras habitacionais ainda são executadas de forma artesanalmente, ou seja, com o planejamento informal, sem garantia de cumprimento do prazo previamente estabelecido, muito menos do orçamento. O mesmo autor ainda acrescenta que no sistema informal não há entre as várias equipes participantes do processo, a integração mínima e necessária para racionalizar os procedimentos de implantação do projeto.

Já outros empreendimentos de maior porte, os chamados projetos complexos, não podem ser levados a bom termo sem um planejamento formal. De modo geral os projetos são executados obedecendo a uma sequenciação de etapas, onde não se aguarda o fim de uma etapa para se dar início à seguinte, ganhando-se com isso no prazo total de execução do projeto. Este trabalho é realizado com a integração de todos os participantes do projeto, através de um Sistema de Informações Gerenciais (SIG) (LIMMER, 2010).

Mattos (2010) cita que para se planejar uma obra é preciso subdividi-la em partes menores. Esse processo é chamado de decomposição. Por meio da decomposição, o todo, que é obra em seu espoco integral, é progressivamente desmembrado em unidades menores e mais simples de manejar. Os grandes blocos são sucessivamente esmiuçados, destrinchados na forma de pacotes de trabalhos menores, até que se chegue a um grau de detalhe que facilite o planejamento no tocante à estipulação da duração da atividade aos recursos requeridos e à atribuição de responsáveis.

A contratação de mão de obra especializada é fundamental para garantir o bom resultado da obra. Apesar de o projeto mostrar os mais diversos detalhes das obras, muitas vezes, vários problemas de ordem executiva são solucionados pelos profissionais que atuam diretamente no canteiro de obras, resultando em economia, sem perder a qualidade.

Análise técnica dos projetos e cronograma físico-financeiro

Para Limmer (2010) o planejamento e o controle de um projeto exigem o conhecimento mais detalhadamente possível do mesmo, o que só pode ser alcançado por meio da análise dos elementos que o compõe, sendo portanto, o primeiro passo para bem planejá-lo.

Deve-se ainda estabelecer critérios na análise do projeto em função dos objetivos a serem alcançados, como prazos e custos. Essa informação é muito importante, pois toda equipe deve estar consciente do tamanho do empreendimento que está para nascer. O projeto como resultado final deve trazer satisfação para o cliente, nunca uma surpresa.

No que se refere a prazos e custos, existe um importante aliado, o cronograma. Ele é uma importante ferramenta de planejamento que permite acompanhar o desenvolvimento físico dos serviços e efetuar previsões quantitativas de mão de obra, materiais e equipamentos, tanto os incorporados à obra construída, quanto àqueles usados na construção, além de permitir que se determine o faturamento a ser feito ao longo da execução da obra, constituindo- se em um chamado cronograma físico-financeiro (LIMMER, 2010).

Essa programação organizada permite que o construtor compre ou contrate materiais, mão de obra e equipamentos na hora certa. Se ele fizer isso depois do momento ideal, a obra

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

atrasa. Se fizer antes do tempo, pode perder materiais no estoque ou pagar mão de obra e equipamentos que acabam ficando parados, sem trabalho (FARIA, 2011).

Inovações tecnológicas

Tecnologias inovadoras e processos otimizados são fundamentais para empresas que buscam melhorar seu desempenho no mercado de trabalho, a chave para o sucesso está no planejamento do uso dessas tecnologias. As tecnologias aumentam a velocidade em algumas etapas da obra, diminui o contingente de operários e reduz custos de construção.

Segundo estudo realizado pela empresa EY sobre produtividade na construção civil, foram apontadas como principais entraves para avanços na produtividade a baixa qualificação da mão de obra e a falta de métodos de gestão focados em resultados.

Obstáculos à produtividade:
Materiais Inadequados = 55%
Equipamentos insuficientes e/ou pouco avançados = 60%
Projetos deficientes = 84%
Métodos construtivos ineficientes = 85%
Lacunas de planejamento de empreendimentos = 92%
Falta de métodos de gestão apropriados = 97%
Baixa qualificação da mão de obra = 100%

Há limitação da oferta de mão de obra especializada e, ao mesmo tempo, o setor da construção permanece tendo capacidade alta de geração de emprego, o que acarreta elevação do custo do trabalho, mas sem ganhos com a produtividade correspondente. Soma-se ao quadro a baixa qualificação dos trabalhadores da construção. Na pesquisa foi apontado por executivos de construtoras e incorporadoras como item com mais impacto sobre a produtividade das empresas.

De acordo com Barreiros (2014) existe uma série de medidas que podem ser tomadas para melhorar a produtividade. É possível apropriar-se de técnicas já consolidadas para a redução de desperdícios, melhorando o fluxo e reduzindo estoques. Na construção civil, estes conceitos podem ser aplicados ao desenho mais racional do canteiro de obras, à logística de materiais e à redução do desperdício de insumos. Algumas inovações agilizam o processo, produzindo mais, utilizando menos mão de obra.

Aço cortado e dobrado para estruturas de concreto armado - citado por Longo (2014), engenheiro gerente da Odebrecht Realizações Imobiliárias, o aço é comprado pronto, chega à obra cortado, dobrado e etiquetado com as indicações do seu posicionamento nos pilares, vigas, armações de laje etc., aumentando a produtividade na montagem da armadura e reduzindo os elevados índices de perda do material que variam de 6 % a 14 %.

Argamassa projetada – A Construtora BWL de Belo Horizonte- MG cita que já incorporou a solução em suas obras. Os principais motivos para a escolha foram a diminuição do desgaste das equipes causado pelos processos artesanais e a redução dos prazos. A empresa exemplifica ainda que "gastaria em média, 45 dias para fazer uma fachada utilizando o método tradicional, ou seja, chapando a massa com a mão, contando com cinco operários, já com a projeção, o revestimento foi executado em sete dias utilizando a mesma quantidade de mão de obra." Em uma fachada de 1300m² a empresa gastaria R$73.057,00 executando o serviço com argamassa chapada à mão. Adotando a argamassa projetada, a empresa executou o mesmo quantitativo de fachada por R$49.270,00, ou seja, uma economia de aproximadamente 40%.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Contrapiso autonivelante – A argamassa autonilevante preenche todos os espaços vazios e autodensa apenas sob efeito da gravidade e de sua própria capacidade de fluxo. O contrapiso contém aditivo plastificante, autodensável e dispensa a necessidade de espalhar o material com a régua, possibilitando um ganho de tempo e auxiliando no cumprimento de prazo. A escolha facilita ainda a logística do canteiro, já que diminui a quantidade de matéria prima a ser armazenada, transportada e preparada em obra. Apesar de a matéria prima ser mais cara, sua implantação reduz os custos de 10% a 20%.

Gesso projetado – A projeção do gesso nos revestimentos internos dos empreendimentos é um sistema simples de ser implantado, as máquinas são pequenas e podem ser alocadas em qualquer ambiente mais próximo da aplicação final. Com o uso do sistema de projeção é possível conseguir uma produtividade cerca de 30% maior, encurtando o prazo de execução. Em comparação com o gesso liso, seu custo é cerca de 30% mais caro, porém, o gesso projetado além de alcançar melhor acabamento, economiza em massa corrida e ainda é menos propenso a empenar na parede na hora do sarrafeamento.

Pinturas *airless* - Nesse procedimento os ganhos são observados com a redução de prazos e mão de obra. É importante ressaltar que a técnica deve ser realizada com a utilização de equipamentos de proteção individual adequados, preservando a saúde e a integridade física do trabalhador. Ela proporciona melhor distribuição de tinta e reduz substancialmente o desperdício. Isso ocorre porque, no método manual de aplicação os operários geralmente não conseguem uniformizar o local de aplicação, o que os obriga a passar o rolo no local por mais de uma vez. Em média a produtividade pode ser aumentada pelo dobro.

Deve-se ressaltar que não adianta implantar tecnologias sem antes planejar a demanda e todo processo que será realizado, sendo assim, não basta apenas contar com os recursos caros no canteiro e deixar de pensar na sua utilização. O caminho que algumas construtoras têm seguido é contratar fabricantes de insumos que treinaram mão de obra e investiram em equipamentos para oferecer o serviço a um preço reduzido por metro quadrado. Isso já acontece em alguns setores, como no caso da argamassa aplicada por meio de projeção.

As falhas no planejamento são frequentemente motivo para avaliação equivocada de equipamentos e tecnologia, em especial quando se trata de tecnologias inovadoras. É essencial prever, no cronograma, as etapas de seleção e treinamento de pessoal, período em que a produtividade e qualidade do serviço serão inferiores à expectativa, até que a equipe seja formada e trabalhe em velocidade ideal.

Entretanto, com as necessidades do negócio definidas devem-se conceber projetos bem estudados e, principalmente, compatibilizados. Por isso, vale trazer todos os profissionais envolvidos no projeto para estudar as alternativas com antecedência e caso ela não seja bem seguida, corre-se o risco de que, em vez de ganhos, a empresa enfrente muito desperdício e baixa produtividade.

CONCLUSÕES

O gerenciamento de uma obra pode definir o sucesso ou fracasso do empreendimento. Apesar de todos os esforços do planejamento para a redução de riscos e imprevistos de toda ordem, cabe ao profissional técnico o desafio de manter a obra dentro do orçamento e do cronograma. Uma gestão atenta não realiza apenas a fiscalização, ela deve propor alternativas para impasses e soluções para problemas que ocorrem diariamente.

Profissionais com elevado grau de conhecimento técnico em compreensão de projetos,

interpretação das especificações e procedimentos de execução, contam com ferramentas e técnicas, tais como softwares e modelos de planejamento consagrados, para atingir os objetivos de cumprimento de prazos custos e qualidade entre outros. Aplicando as técnicas de gerenciamento no planejamento, obtém-se uma redução de desperdício de material e mão de obra, reduzindo o custo final de um empreendimento.

O estudo das interfaces de um projeto é fundamental, pois assim não haverá dúvidas sobre o que e como fazer, evitando improvisações, erros e retrabalhos. Baseado num planejamento rigoroso, o gestor busca antecipar problemas e imprevistos, resolvendo-os o máximo possível antes do início da fase de construção, isso permite a racionalização e o aumento da produtividade, o que facilita o cumprimento de prazos, custos e qualidade.

Essas são as vantagens que o planejamento e o gerenciamento de obras podem trazer, pois oferecem uma visão clara entre diferentes níveis gerenciais, definindo o papel de cada envolvido no processo, reduzindo a probabilidade de erros na execução, definindo fluxos e etapas da construção, contribuindo na demarcação de padrões para controle da obra.

Agindo dessa forma, pode-se executar a obra garantindo ao cliente o custo final que foi orçado, planejando cada serviço a ser executado e controlando o material destinado para cada um deles sem que haja perda de tempo, perda material e desperdício no canteiro de obras. A garantia do lucro do empreendimento é fundamental para a produção de novas obras e consequente manutenção do aquecimento de geração de emprego e renda na construção civil.

REFERÊNCIAS

ALVIM, Ricardo de Carvalho. **Projeto Acadêmico Curricular do curso de Engenharia Mecânica.** Disponível em: < http://www.uesc.br/cursos/graduacao/bacharelado/ arquivos/ eng_civil/pac-civil-2010.pdf > Acesso em 10 out. 2014.

AMARIZ, Marlene. **Engenheiro civil** – InfoEscola, 2013. Disponível em < http://www.infoescola.com/profissoes/engenheirocivil/ > Acesso em 06 out. 2014.

BARREIROS, Flávio. **Obstáculos à produtividade**. Construção&mercado.n.158, p.32,set.2014.

BERNASCONI,Roberto. **O papel da engenharia e dos engenheiros.** São Paulo, 2010; Disponível em:Acesso em 10 out.2014.

FARIA, Renato; **Planejamento - cronograma físico-financeiro**- Edição 35 – maio de 2011. Equipe de Obra. Disponível em: < http://equipedeobra.pini.com.br/construcao- reforma/35/ cronograma-fisico> Acesso em 25 out. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA; **Sala de imprensa notícias.** 2012. Disponível em: . Acesso em set. 2014.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO;**Obras públicas**.2013.Disponível em <http://portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2545890.PDF>. Acesso em 02 out.2014.

STONNER, Rodolfo; **Contratos -regimes de contratação.** 2013. Disponível em < http://blogtek.com.br/contratos-regimes-de-contratacao/ > Acesso em 30 set. 2014.

SILVA FILHO,Carlos de Macedo e; **Gestão e planejamento de obras.** Disponível em < http://www.comunidadedaconstrucao.com.br/upload/ativos/185/anexo/cursopla.pdf > Acesso em 21 out. 2014.

SILVA, João Bosco Vieira da; **Planejamento e gerenciamento de obras.** Disponível em < http://www.ecivilnet.com/artigos/planejamento_e_gerenciamento_de_obras > Acesso em 19 set. 2014.
QUEIROZ, Mario Nalon; **Programação e controle de obras.** Faculdade de Engenharia Departamento de Construção Civil. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2001.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

GESTÃO DE PROJETOS RESIDENCIAIS EM CONDOMÍNIO FECHADO

MARINA ZANINI[1], JOÃO HONÓRIO CARNEIRO JÚNIOR[2], ENOQUE PEREIRA DA SILVA[3], JOSÉ DAMATO NETO[4]

[1] Graduanda em Engenharia da Produçaõ, FUPAC-Ubá, (32) 8408-4339, marizanii@hotmail.com
[2]Graduado em Engenharia Civil, FUPAC-Ubá
[3]Mestre em Engenharia Agrícola
[4]Mestre em fitotecnia, UFV

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: A oportunidade de negócio surgiu no final da construção do Condomínio Residencial Portal das Mangueiras, na cidade de Ubá e apresenta dois objetivos que se alinham à expectativa do empreendedor, que é, primeiramente, a valorização do empreendimento como um todo e o retorno financeiro que pode ser obtido com a comercialização de residências. A fim de se obter os resultados esperados, é importante a implantação do sistema de gerenciamento de projeto. Dessa forma, será apresentada uma metodologia de gestão para o empreendimento em questão, com enfoque nas nove áreas de Gestão de Projetos, definidas no PMBOK – *Project Management Book of Knowledge*, a saber: gestão de integração, gestão de escopo, gestão de tempo, gestão de custos, gestão da qualidade, gestão de recursos humanos, gestão da comunicação, gestão de aquisições e gestão de riscos. É possível perceber que a metodologia ainda é pouco utilizada em empreendimentos de pequeno porte, mais pela falta de conhecimento do que pela dificuldade de sua adoção em si. É importante destacar que o fator crítico de sucesso para se implantar o sistema de gerenciamento de projeto, é planejar sua abordagem de tal forma que ele otimize o processo, mas sem o burocratizar. Diante do exposto, é natural concluir que ao gestor cabe planejar a profundidade que irá abordar cada um dos processos.
PALAVRAS–CHAVE: Gerenciamento de Projetos, Obra residencial, PMBOK.

REAL ESTATE PROJECTS IN CLOSED CONDOMINIUM

ABSTRACT: The business opportunity emerged at the end of the construction of the residential condominium Gate hoses, in the city of Ubá and features two goals that align to the entrepreneur's expectation, that is, first, the valuation of the enterprise as a whole and the financial return that can be obtained with the sale of homes. In order to achieve the expected results, it is important to the implementation of the project management system. That way, you will be presented a management methodology for the venture in question, focusing on nine areas of project management, as defined in the PMBOK-Project Management Book of Knowledge, namely: integration management, scope management, time management, cost management, quality management, human resources management, communication management, procurement management and risk management. It is possible to notice that the methodology is still little used in small enterprises, more by lack of knowledge of what the

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

difficulty of his adoption itself. It is important to highlight that the critical factor of success for the implementation of project management, is to plan your approach in such a way that it optimize the process, but without the bureaucratise. On the above, it is natural to conclude that the Manager fit plan the depth that will address each of the processes.
KEYWORDS: Project Managing, Residencial Construction, PMBOK.

INTRODUÇÃO

Segundo Souza (2006), a indústria da construção civil responde por uma fração significativa do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro, ocupando um papel de destaque na economia brasileira. A Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC indica que o Macrossetor da Construção responde por mais de 18% do PIB.

O empreendimento deste trabalho, que é a construção de casas residenciais unifamiliares, considera a valorização imobiliária do Condomínio Residencial Portal das Mangueiras como um requisito importante para o sucesso desse, que é um condomínio de alto padrão na cidade de Ubá, em fase final de implantação.

Tendo em vista o alto nível de exigência do público alvo do mercado da construção civil em projetos residenciais desse tipo, os investimentos seguem a mesma proporção. Dessa forma, o investimento possui um alto risco associado de se manter com o fluxo de caixa negativo por um grande período de tempo. Por isso, serão iniciadas duas casas, uma com administração e investimentos próprios e uma segunda casa em parceria com uma imobiliária da cidade de Ubá e um escritório de arquitetura de Juiz de Fora.

Considerando os altos investimentos, bem como a necessidade de se atender aos anseios de um público alvo altamente exigente, é fundamental que o planejamento e controle sejam muito bem elaborados.

Segundo Goldman (2004) O planejamento se constitui em um dos principais fatores para o sucesso de qualquer empreendimento. No que diz respeito à construção civil, faz-se necessário um sistema que possa canalizar informações e conhecimentos e direcioná-los de tal forma que tudo possa ser utilizado de forma a otimizar os recursos na obra.

O presente trabalho tem o objetivo de analisar a importância do Gerenciamento de Projetos na construção civil, em especial na construção de casas de alto padrão em condomínio fechado.

Como visto, com a crescente demanda do setor da construção civil, tem-se a necessidade de se construir com maior rapidez e, principalmente, de maneira mais eficiente, evitando desperdícios e a geração de resíduos de construção. A preocupação com as questões ambientais e a necessidade de buscar alternativas sustentáveis economicamente para a indústria da construção civil, apresentam limitações no tocante ao sistema de gestão tradicional, gerando a necessidade de se investir na metodologia de Gestão de Projetos, pois ela permite uma grande racionalização dos processos.

MATERIAL E MÉTODOS

A crescente aceitação do gerenciamento de projetos indica que a aplicação de conhecimentos, processos, habilidades, ferramentas e técnicas adequados pode ter um impacto significativo no sucesso de um empreendimento.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Segundo o PMBOK (2008), um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A sua natureza temporária indica um início e um término definidos. O término é alcançado quando os objetivos tiverem sidos atingidos ou quando se concluir que esses objetivos não serão ou não poderão ser atingidos e o projeto for encerrado, ou quando o mesmo não for mais necessário. Temporário não significa necessariamente de curta duração. Além disso, geralmente o termo temporário não se aplica ao produto, serviço ou resultado criado pelo projeto; a maioria dos projetos é realizada para criar um resultado duradouro.

Cada projeto cria um produto, serviço ou resultado exclusivo. Embora elementos repetitivos possam estar presentes em algumas entregas do projeto, essa repetição não muda a singularidade fundamental do trabalho do projeto. Por exemplo, prédios de escritórios são construídos com os materiais idênticos ou similares ou pela mesma equipe, mas cada um é exclusivo – com diferentes projetos, circunstâncias, fornecedores, etc. A definição do empreendimento objetivo desse trabalho se deu tendo como estratégia valorizar como um todo o condomínio onde as casas serão construídas.

O início do projeto partiu da premissa de que uma casa para ser bem aceita pelo mercado não poderia ultrapassar o valor de venda de R$ 800 mil, incluindo terreno. Além disso, a casa deveria entregar algo diferente do que se encontra no mercado imobiliário de Ubá. Portanto, após pesquisa de mercado feita por um dos parceiros, verificou-se uma boa demanda para esse tipo de projeto e o que as pessoas buscavam.

A casa será construída com dois pavimentos, conforme FIG. 1. No pavimento superior há três suítes, sendo uma suíte máster com hidromassagem e closet. No pavimento inferior, deverá haver uma semi suíte, com o banheiro compartilhado entre os demais cômodos, que são sala de jantar conjugada com sala de estar, cozinha conjugada com área de lazer e churrasqueira. Além de garagem coberta e independente para, no mínimo, dois carros.



FIGURA 1 - Fachada Residência

Fonte: Tríade Arquitetos

Além dos requisitos apresentados, será avaliado também o conforto acústico e térmico através do uso de materiais adequados, bem como o melhor posicionamento dos ambientes. Como diferencial essa casa será projetada para receber um sistema de automação residencial completo.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Os projetos serão desenvolvidos sob quatro aspectos fundamentais: qualidade, funcionalidade, *design* e custo.

Por qualidade, entende-se que o projeto será executado com materiais e técnicas que visam à durabilidade da construção, segurança e o baixo custo de manutenção. A funcionalidade é fundamental para que o ciclo de construções continue formando assim um negócio sustentável. O *design* é fundamental na hora da venda e para encantar o cliente. E tudo isso precisa estar dentro de um padrão de custo que seja compatível com o preço de venda estudado.

São, ao todo, nove as áreas de conhecimento na gestão de projetos, que serão abordadas de forma sucinta para mostrar com uma abordagem bem prática como os conceitos podem ser aplicados até com certa facilidade. A FIG. 2 mostra que há uma forte relação entre as atividades e no centro de tudo está à gestão da integração.

As áreas de conhecimento serão apresentadas de tal forma que não será raro o leitor se deparar com a indagação: "Eu já faço isso na minha obra!". Isso é válido sim, porém é importante destacar que na maioria das vezes elas são tratadas de forma não estruturada.



FIGURA 2 - Áreas de conhecimento na gestão de projetos

Fonte: Vargas (2009)

Um processo é uma série de ações que geram um resultado. O gerenciamento de projetos é realizado por meio da aplicação e da integração de processos, conforme define o PMBOK:

> O gerenciamento de projetos é um empreendimento integrado, e requer que cada processo de projeto ou produto seja alinhado e conectado de forma apropriada com os outros processos para facilitar a coordenação. As ações adotadas durante um processo em geral afetam esse e outros processos relacionados. Por exemplo, uma mudança no escopo costuma afetar o custo do projeto, mas talvez não afete o plano de comunicações ou a qualidade do produto. Com frequência, essas interações entre processos requerem compensações entre os

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

> requisitos e os objetivos do projeto, e as compensações de desempenho específicas vão variar de um projeto para outro e de uma organização para outra. O gerenciamento de projetos bem-sucedido inclui gerenciar ativamente essas interações para cumprir os requisitos do patrocinador, do cliente e de outras partes interessadas. Em algumas circunstâncias, um processo ou conjunto deles deverá ser iterado várias vezes para alcançar o resultado desejado. (PMBOK, 2004, p.38)

Ainda segundo define o PMBOK (2004), podemos dividir em cinco os grupos de processos:

- Grupo de processos de Iniciação: são os processos realizados para definir um novo projeto ou uma nova fase de um projeto através da obtenção de autorização para iniciar o projeto ou fase;
- Grupo de processos de planejamento: os processos realizados para definir o escopo do projeto, refinar os objetivos e desenvolver o curso de ação necessário para alcançar os objetivos para os quais o projeto foi criado;
- Grupo de processos de execução: os processos realizados para executar o trabalho definido no plano de gerenciamento de projeto para satisfazer as especificações do mesmo;
- Grupo de processos de monitoramento e controle: os processos necessários para acompanhar, revisar e regular o progresso e o desempenho do projeto, identificar todas as áreas nas quais serão necessárias mudanças no plano e iniciar as mudanças correspondentes;
- Grupo de processos de encerramento: os processos executados para finalizar todas as atividades de todos os grupos de processos, visando encerrar formalmente o projeto ou a fase.

Esses processos fazem parte de todo o ciclo de vida de um projeto, desde a iniciação do projeto, passando pelo planejamento, execução, controle até o encerramento do projeto. A FIG. 5 mostra o nível de interação entre os processos ao longo do tempo. Como é de se esperar, pode-se observar que os grupos de planejamento, execução e controle são os que mais têm interação entre si.

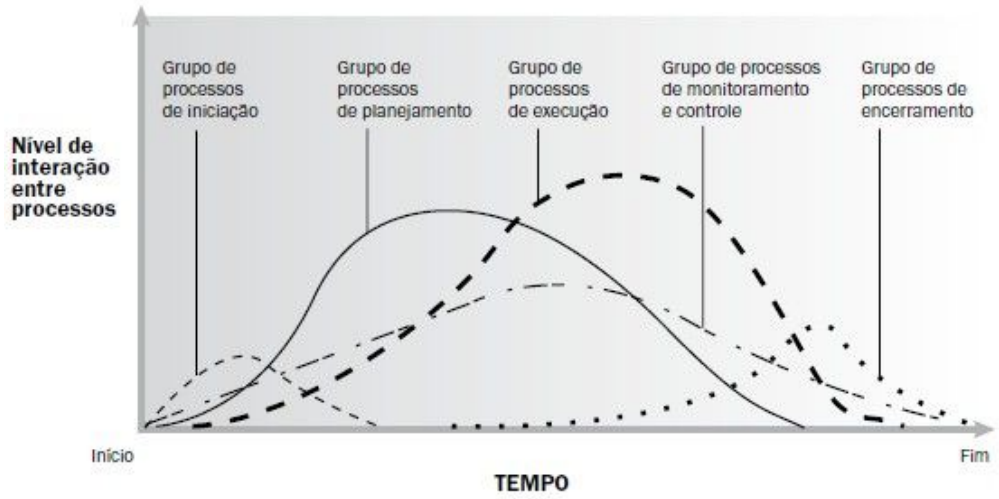


FIGURA 5 - Processos de Gerenciamento de Projeto
Fonte: PMBOK (2004, p. 40)

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONCLUSÕES

O embasamento teórico do trabalho possibilitou uma compreensão do sistema de gerenciamento de projetos em suas nove áreas de conhecimento e de seus grupos de processos, demonstrando uma visão sobre as vantagens da aplicação do mesmo num mercado cada vez mais competitivo e que mostra grandes oportunidades de melhoria nesse sentido.

De maneira geral, observa-se que o sistema de gerenciamento de projetos é adotado em larga escala em grandes organizações, mas não em pequenas e médias empresas.

A adoção do sistema de gerenciamento de projetos no empreendimento foco deste trabalho, que é a construção de casas no Condomínio Portal das Mangueiras, trará uma grande vantagem competitiva para o mesmo, pois no mercado da construção civil é comum haver aumento de custo e prazo na entrega de unidades habitacionais, sejam elas casas ou apartamentos.

Pode-se concluir que esses aumentos de custo e prazo muitas vezes não são reflexo direto de uma ineficiência da obra em si, mas sim do planejamento, uma vez que requisitos podem ter ficados exclusos e possíveis mudanças não tenham sido tratadas de forma adequada. A metodologia de gerenciamento de projetos cria todo um arcabouço para que todos envolvidos possam contribuir no levantamento de requisitos tornando o planejamento mais confiável.

É importante reforçar que para o sucesso do empreendimento, é muito importante implantar o sistema de gerenciamento de projeto, planejando sua abordagem de tal forma que ele não venha a burocratizar o empreendimento, mas sim que traga ganhos visando compensar a forma ainda muito artesanal inerente ao método construtivo a ser adotado, a saber concreto armado com alvenaria de vedação.

Foi abordada cada uma das áreas de conhecimento do sistema de gestão de projetos, bem como os cinco grupos de processos e, dessa forma, é possível concluir que ao gestor cabe planejar a profundidade que irá abordar cada processo.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, R. C. L.; RODRIGUES, E. H. V.; FREITAS, E. G. A. **Materiais de construção**. Seropédica: Editora Universidade Rural, Rio de Janeiro, 2000.

BATISTA, Rafael C. **Análise estrutural de uma residência constituída por perfis de aço galvanizados de pequena espessura formados a frio segundo o sistema construtivo a seco – Light Steel Framing (LSF)**. 2011. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

BORGES, Juliana Ferreira Barbosa. **Gestão De Projetos Na Construção Civil**. Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 5ª Ed. nº 005 Vol.01/2013 – julho/2013.

CALEIROS, João Pedro. **Por que a mão de obra ainda emperra a construção civil.** Disponível em <http://exame.abril.com.br/economia/ noticias/por-que-a-mao- de-obra-ainda-emperra-a-construcao-civil>. Acesso em 29/10/14 às 23:31)

CHAVES, Lúcio Edi; [et al.]. **Gerenciamento da comunicação em projetos**, 2ª Ed. São Paulo: FGV, 2010.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração** – 7ª Ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2003.

FAGUNDES Eduardo M. **Como Elaborar uma RFP**. Disponível em <http://www. efagundes.com/webcasts/como_elaborar_uma_rfp.htm>. Acesso em 30 out. 2014.

FREITAS, Arlene Maria S.; CRASTO, Renata Cristina M. **Construções de light steel frame**. Revista Téchne, São Paulo, n. 112, jul. 2006. Disponível em: <http:// www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/112/artigo31819-1.asp>. Acesso em: 11 nov. 2014.

GOLDMAN, Pedrinho. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira** – 4ª Ed. São Paulo, 2004.

NOVAES, Celso Carlos. **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios**. In: Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. 2001.

PMBOK, GUIA. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)**. Em português. Project Management Institute, Inc. EUA. Versão em Pdf para associado PMI, 2008.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemos de. **Como Aumentar a Eficiência da Mão de Obra: manual de gestão de gestão da produtividade na construção civil.** São Paulo: Editora Pini, 2006.

VARGAS, Ricardo Viana. **Gerenciamento de Projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**; prefácio de Reeve Harold R. – 7ª Ed. Rio de Janeiro, 2009.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

PREVENÇÃO DOS RISCOS DE ACIDENTES EM OBRAS DE FUNDAÇÕES DO TIPO TUBULÃO

THAÍS RIBEIRO SILVEIRA[1], ISRAEL IASBIK[2], JOSÉ DAMATO NETO[3]

[1] Graduanda em Engenharia de Produção, FUPAC, (32)84408206, thaissilveira.r@gmail.com
[2] Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, israeliasbikcivil@gmail.com
[3] Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamatoneto@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: Devido ao crescente desenvolvimento mundial, um dos setores que mais tem se destacado é o da construção civil, com isto amplia-se também, o índice de acidentes ocorridos neste ambiente de trabalho. Em relação à área de fundações, as do tipo profundas e escavadas são consideradas de maior risco, uma vez que o trabalhador se submete ao trabalho confinado, perigoso e ainda trabalho em locais insalubres. O objetivo geral do trabalho é identificar os riscos e perigos presentes em obras, destacando as escavações de fundações como o tubulão a céu aberto e o tubulão a ar comprimido, mostrando a importância de se ter uma gestão de segurança do trabalho em um canteiro de obra, para garantir a saúde e integridade física dos trabalhadores. A segurança do trabalho é obrigada e exigida por lei através do Ministério do Trabalho e tem a função de priorizar os trabalhadores em todos os aspectos de sua segurança e para que isto seja fiscalizado são exigidas a obediência de Normas Regulamentadoras (NR) e das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A importância de se ter uma boa gestão de segurança é que em ambientes onde se têm a prevenção são menos receptivos a imprevistos como os acidentes. Contudo, a questão principal deste trabalho é a preocupação com a segurança do trabalhador na execução de sua tarefa. Por isto é importante se ter um gerenciamento na área de segurança, para que as empresas não tenham prejuízo e os funcionários possam exercer atividades laborais com segurança em seu ambiente de trabalho.
PALAVRAS–CHAVE: Segurança do Trabalho, Fundações, Tubulões.

PREVENTING THE RISK OF ACCIDENTS IN WORKS OF THA CAISSON TYPE FOUDATIONS

ABSTRACT: Due to the growing worldwide development, civil construction is one of the sectors that have excelled the most. Along with this growth, the number of accidents that happen in this environment is also increasing. Regarding foundations, the deep and excavated types are considered to be of high risk, since the worker has to be confined, working dangerously and under unhealthy conditions. The main objective of this study e to identify the risks and dangers encountered in construction works, highlighting the excavations of foundations like the open caissons and compressed air caissons, indicating the importance of the presence of work safety management in construction works in order to guarantee the health and physical integrity of the laborers. Work safety is required and enforced by law through the Ministry of Labor and has the role of prioritizing workers in all aspects concerning their safety. The observance of some rules are required in order to supervise work

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

safety, such as the Regulatory Rules (RR) and the rules of the Brazilian Association of Technical Standards (BATS). Good safety management is important since it leads to fewer accidents in construction sites. The focus of this study is in the worker safety when performing their task. So it is important to manage the security area, in order to avoid companies' loss and to assure safety to the workers in their workspace.
KEYWORDS: Work safety, Foundations, Cassions.

INTRODUÇÃO

A preocupação com a segurança do trabalhador na implantação de uma obra se inicia na etapa da fundação.

Para a implantação de uma obra, o processo construtivo de uma fundação necessita de estudos de sondagem, de cargas aplicadas, topográficos e geológicos. A partir disso, define-se o melhor tipo de fundação a ser utilizada atendendo às especificações técnicas. Existem vários tipos de fundações que atendem à solicitação de um projeto, são elas: as fundações rasas (bloco, sapata e radier) e as fundações profundas (estacas cravadas, estacas moldadas e os tubulões). Os tubulões se enquadram melhor quando se trata de terrenos que apresentam dificuldade de empregar escavação mecânica ou cravação de estacas, ou seja, áreas com alta densidade de matacões, lençóis d´água elevados ou cotas insuficientes entre o terreno e o apoio da fundação.

O tubulão geralmente, tem seção circular e base alargada. Ele se diferencia em dois tipos: "tubulão a céu aberto" e "tubulão a ar comprimido". Um exemplo de cuidados a serem tomados, deve-se fazer um escoramento das paredes laterais no caso de tubulão a céu aberto e os cuidados na compressão, descompressão até mesmo na dificuldade encontrada para se retirar um funcionário que passar mal na hora da escavação, no caso de tubulão a ar comprimido. Em uma situação geral, o risco de não se utilizar os equipamentos de segurança e a falta de conhecimento dos próprios funcionários podem prejudicar muito e colocar suas próprias vidas em risco (ROUSSELET; FALCÃO, 1999).

A questão de riscos e acidentes no trabalho vem preocupando profissionais da área da segurança e até mesmo os empresários, pois de certa forma também são prejudicados. Além disso, os tipos de acidentes se devem ao ato inseguro e a condição insegura.

Para ajudar no trabalho da segurança, foram criados os Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) e a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), com a finalidade de promover a saúde e a integridade do trabalhador no local de trabalho. Objetivo Geral é identificar os riscos e perigos presentes em obras de fundações, em destaque as do tipo: tubulão a céu aberto e tubulão a ar comprimido, mostrando a importância de ter uma gestão de segurança do trabalho em um canteiro de obra, para garantir a saúde e integridade física dos trabalhadores.

REFERENCIAL TEÓRICO

Fundações do tipo Tubulão

A estrutura de um projeto de engenharia deve ser executada para que suporte cargas e ações que envolvem um todo do local de implantação deste projeto. Sendo assim pode-se definir fundações como: "Fundações são os elementos estruturais com função de transmitir as

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

cargas da estrutura ao terreno onde ela se apoia." (AZEREDO, 1988 apud MELHADO et al., 2002, p. 1).

Existem certos requisitos para a elaboração do projeto podendo ser citados: a topografia do local, os dados geológico-geotécnicos, dados da estrutura a construir, dados sobre as construções vizinhas e principalmente, as ações nas fundações, pois serão elas que irão definir o tipo de fundação a ser adotado.

De acordo com Hachich (1998), as fundações podem ser classificadas em dois grupos. As fundações superficiais (ou "diretas") e as fundações profundas. Sua escolha irá depender de requisitos como: custo, prazo de execução, tipo de solo, estruturas vizinhas e condições do nível da água. As fundações superficiais englobam os blocos, sapata, viga da fundação, grelha, sapata associadas e o radier. As profundas são as estacas, os tubulões e os caixões.

Os tubulões são classificados em dois tipos: a céu aberto e a ar comprimido (pneumático).

Tubulões a céu aberto

"A execução do tubulão é feita acima do lençol d'água, pode-se prescindir de suporte para as paredes (revestimento)." (VELLOSO; LOPES, 2010, p. 234). No caso da escavação ser em solo argiloso pode ser realizado abaixo do lençol d'água onde o fluxo de água seja muito pequeno e não comprometa a escavação e estabilidade da mesma.

Tubulões a ar comprimido

Os tubulões a ar comprimido são utilizados quando a escavação atinge o lençol d'água, dessa forma é necessário utilizar o revestimento e a campânula para a pressurização do tubulão. A campânula tem a função de receber o ar comprimido e impedir a entrada de água no tubulão, possui um cachimbo para a remoção do material escavado e outro cachimbo que é montado da fase de concretagem.

Da mesma forma que o tubulão a céu aberto, o fuste pode ser executado mecanicamente ou manualmente. De forma mecânica, utiliza-se um revestimento metálico que pode ou não ser reaproveitado. A escavação é realizada através de máquinas até a cota desejada e só então é instalada a campânula com o ar comprimido para se fazer a escavação da base que necessita da descida de um operário. A sua concretagem pode ser realizada com ar comprimido até certo nível da fundação, pois depois que o concreto atinge certa resistência não é mais necessário o uso do ar comprimido. Sendo assim a concretagem pode ser realizada a céu aberto (VELLOSO; LOPES, 2010).

Em se tratando da escavação manual, deve ser empregado um revestimento metálico ou de concreto. A vantagem de se utilizar o revestimento de concreto é que ele é moldado in loco. Dessa forma, pode-se obter um diâmetro que não seja necessariamente padrão, como no caso do revestimento metálico. Nesta escavação, é utilizado o ar comprimido durante todo o processo, visto que o trabalhador se submete a descer e fazer a retirada do solo manualmente. É necessário utilizar uma camisa de concreto ou metálica e à medida que vai se escavando, a camisa desce formando então o fuste. Terminado este processo deve-se alargar a base do tubulão, escorando a camisa e só depois deste serviço realizado pode ser feita a concretagem. (VELOSO; LOPES, 2010).

Quando se compara uma fundação de tubulões a outro tipo de fundação, pode-se destacar uma série de vantagens:

Os custos de mobilização e de desmobilização são menores que os de bate-estacas e outros equipamentos, aspecto este muito importante para pequenas obras, nas quais este item representa uma parcela significativa dos custos totais; O processo construtivo produz vibrações e ruídos de muito baixa intensidade, o que é muito importante para obras urbanas

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

próximas a edifícios; os engenheiros de fundações podem observar e classificar o solo retirado durante a escavação e compará-los às condições de subsolo previstas no projeto; O diâmetro e o comprimento dos tubulões podem ser modificados durante a escavação para compensar condições de subsolo diferentes das previstas; As escavações podem atravessar solos com pedras e matacões, especialmente para grandes diâmetros, sendo possível até penetrar em vários tipos de rocha; Regra geral é possível apoiar cada pilar em fuste único, em lugar de diversas estacas, eliminando a necessidade de bloco de coroamento. (HACHICH, et al., 1998, p. 303).

Riscos de Acidentes em fundações escavadas

As escavações são consideradas trabalhos perigosos, pois expõe o trabalhador a vários riscos. "Em relação à classificação nacional de atividades econômicas, a etapa de execução das contenções, fundações e escavações apresenta grau de risco quatro (GR=4), sendo este o grau máximo na classificação de riscos." (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2012 apud PEINADO, 2013, p. 72). Com a informação Peinado (2013, p. 72) completa:

Isso se dá devido à complexidade na análise de medidas e na concretização da prevenção de acidentes nos trabalhos realizados nesta fase, já que há a realização de trabalhos em espaços confinados no serviço de alargamento de bases dos tubulões, dentre outros, que possuem altos índices de riscos de acidentes aos trabalhadores.

Riscos de Acidentes em fundações utilizando tubulões a céu aberto

A escavação de poços e de fundações a céu aberto trazem riscos ao trabalhador que as executa. Podem ser citados como riscos comuns de acordo com Custódio (2002, p. 20): "queda de materiais, queda de pessoas, fechamento das paredes do poço, interferência com redes hidráulicas, elétricas, telefônicas e de abastecimento de gás, inundação, eletrocussão e a asfixia".

Para reforçar as ideias citadas, Nascimento (2013, p. 67), completa com outros tipos de risco e cuidados a serem tomados como: "movimentação de veículos, qualificação dos operários, manutenção periódica dos veículos, atropelamento, sinalização do local, vazamento de gases, animais peçonhentos e cabos elétricos e outras interferências subterrâneas".

Riscos de Acidentes em fundações utilizando tubulões a ar comprimido

A execução de tubulão a ar comprimido além de envolver os riscos já mencionados, necessita de cuidados especiais. Conforme Nascimento (2013, p. 98), em tubulões a ar comprimido os riscos principais são: "a comunicação com o exterior/interior da campânula, o resgate dos operários, o acesso à campânula, a compressão/descompressão, a jornada de trabalho, o controle biológico dos operários, o uso de equipamento de proteção individual (EPI) e o monitoramento de gases".

Medidas preventivas de acidentes em fundações escavadas.

Observa-se que de acordo com os riscos que o funcionário se depara ao escavar, é importante e obrigatório que a empresa e o funcionário sigam as medidas de segurança para garantir a saúde e integridade do trabalhador. Dentre estas destacam-se: os Equipamento de Proteção Coletivo (EPC), os Equipamentos de Proteção Individuais (EPI'S), além da empresa contratante fazer palestras educativas para alertar os trabalhadores dos riscos a que estão submetidos.

Utilizam-se os tipos de sinalização (EPC) a seguir, para que evite a queda de pessoas ou até mesmo de equipamentos. De acordo com Custódio (2002, p. 18), existem alguns tipos de

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

sinalização mais utilizados que são: "cones, fitas, cavaletes, pedestal com iluminação, placas de advertência, bandeirolas, grades de proteção, tapumes e sinalizadores luminosos".

Além da sinalização, é necessário também que a empresa disponibilize placas informativas alertando sobre os riscos da obra, além de ser obrigada a fornecer EPI's que são: cinto de segurança, capacete, vestimenta apropriada, calçado fechado, luvas, protetor auricular, óculos de proteção e demais equipamentos que previnem acidentes de trabalho.

Medidas preventivas de acidentes em fundações escavadas a céu aberto

Como medidas preventivas na execução de um trabalho de escavações Custódio (2002) aponta:

O serviço de escavação deve ser realizado por trabalhador qualificado.

De acordo com a NBR 9061 (ABNT, 1985), a opção de escorar o terreno fica a critério do responsável técnico.

Em certos tipos de escavações como túneis, tubulões, galerias ou escavações profundas, é necessário que o trabalhador esteja preso a um cabo-guia, para que se houver a necessidade de sua retirada do poço, isso ocorra de forma rápida e segura ao se fazer o seu resgate.

Em se tratando de uma profundidade a partir de um metro, é necessário que o trabalhador utilize o cinto para sua retirada com a ajuda de sarilho com trava ou de um guincho mecânico.

Em tubulões a céu aberto é necessário no mínimo 0,60m (sessenta centímetros) de diâmetro, que será o local de trabalho, para escavações manuais.

Se houver a necessidade de utilização de sistema de iluminação no interior do poço, este não deve ser alimentado por energia elétrica superior a 24 volts.

É indicado evitar a utilização de equipamentos acionados por combustão ou explosão no interior dos poços.

O trabalhador deve ter boas condições dentro do interior do poço e também deve existir a possibilidade de comunicação com os demais funcionários da superfície, através de sistemas sonoros.

Ao final da realização dos serviços é necessário que se mantenha coberta a escavação.

Situação de risco

Queda do caminhão no fuste do tubulão aberto, riscos aos trabalhadores próximos.

Riscos potenciais

Risco de acidentes com os trabalhadores presentes no canteiro e com o motorista.

Ações preventivas

-Projeto de prevenção no layout do canteiro, evitando o trânsito de trabalhadores próximos à pesados maquinários, planejamento na execução da perfuração dos fustes dos tubulões, prever uma logística do canteiro que englobe a movimentação dos caminhões e maquinários diversos.

Medidas preventivas de acidentes em fundações escavadas a ar comprimido

No caso de escavações utilizando os tubulões a ar comprimido, a situação é muito mais complexa, pois além dos cuidados já mencionados, este trabalho necessita de utilizar ar comprimido, onde os trabalhadores se submetem a altas pressões, o que pode ser prejudicial a sua saúde.

O trabalhador que se submete a este tipo de serviço deve atender a algumas recomendações para que sua integridade física esteja protegida neste trabalho, como afirma Custódio (2002):

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Os equipamentos devem ser vistoriados diariamente;

Os funcionários devem ter acompanhamento médico tanto antes da compressão e depois da descompressão;

Em pressões de trabalho de 0 a 1 kgf/cm² a jornada deverá ser menor ou igual a 8 horas. Em pressões de 1,1 a 2,5 kgf/cm² deverá ser de até 6 horas e em pressão de 2,6 a 3,4 kgf/cm² em até 4 horas, devendo respeitar a NR 15 (1978) em seu anexo 6;

A equipe deve ser constituída de trabalhadores qualificados e deve ter um profissional treinado a atendimento de emergência que deve permanecer no horário integral de trabalho.

Evitar a presença de estranhos próximos aos equipamentos;

A compressão e a descompressão devem ser feitas de forma criteriosa de modo a se evitar prejuízo à saúde do trabalhador conforme a NR 15 (1978).

Além disso, de acordo com a NR 15 (1978), pode observar que é necessário:

Utilizar os equipamentos de proteção individual, principalmente os cintos de segurança, pois se houver alguma necessidade de sua retirada, esta se dará de forma mais rápida;

Existir uma forma de comunicação entre os trabalhadores que estão na campânula sob pressão e os que estão do lado de fora;

A empresa deve realizar palestras educativas para incentivar os funcionários a se enquadrarem na questão de segurança;

Os trabalhadores de ar comprimido devem utilizar uma placa de identificação para o trabalho em ambiente sob ar comprimido com os seus dados pessoais e dados que apontem onde trabalha, para que o médico que os atenda, em caráter de urgência, saiba como medicá-los.

Se estas medidas não forem realizadas, a integridade física e mental do trabalhador não ficará garantida, uma vez que este trabalho é extremamente prejudicial à saúde do trabalhador como se pode verificar:

A execução de fundações pneumáticas é extremamente penosa e nociva à saúde, já que os trabalhadores ficam sujeitos a acidentes, devido a defeitos de instalação dos equipamentos e à insuficiência de controle, como também a doenças cuja origem é o mal do ar comprimido. Os sintomas dessa doença são: dores de ouvido, dores nevrálgicas (nos nervos), transpirações frias e, às vezes vômitos e síncopes (queda brusca de pressão arterial). A maioria dos trabalhadores resiste bem a essas manifestações; no entanto, em certos casos, elas poderão causar paralisias, enfermidades mentais e até a morte. (ROUSSELET; FALCÃO, 1999, p. 67).

Os acidentes ocorrem mais no período da descompressão. Este fato ocorre devido aos tecidos e ao sangue conter gases, cuja liberação dos mesmos se dá em uma proporção igual à pressão em que se é submetido. Dessa forma, com a descompressão realizada de forma brusca, a liberação de ar se dá em excesso, formando bolhas no sangue e no tecido. Por isso, entende-se que a descompressão deve ser realizada de forma lenta para não prejudicar a saúde (ROUSSELET; FALCÃO, 1999).

Segurança nas escavações

Ao se tratar de medidas de prevenção e segurança do trabalho de forma geral, além das medidas preventivas já citadas, de acordo com a Segurança e Medicina do Trabalho (2011 apud PEINADO, 2013, p. 72), empresas “que tenham 20 ou mais trabalhadores, é obrigatória a elaboração e o cumprimento do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT)”.

O programa PCMAT é um programa específico da área da construção civil e segue o que está estabelecido no Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) que tem a

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

finalidade de analisar possíveis riscos e fazer a prevenção adequada para preservar o trabalhador (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2012 apud PEINADO, 2013).

Dentre as normas relacionadas ao assunto, destacam-se a NBR 9061 (ABNT 1985) e a NR 15 (1978). Estas normas regulamentam as procedências dos trabalhadores e dos responsáveis pela obra. A seguir, uma série de regras para a segurança do trabalhador.

A escavação a céu aberto pode trazer riscos e em relação aos veículos que trafegam no canteiro de obra, a NBR 9061 (ABNT, 1985, p. 18) descreve uma série de cuidados a serem tomados para que haja segurança com o maquinário e os operários da escavação como:

11.1 Tráfego na área de escavação; 11.1.1Os pontos de acesso de veículos e equipamentos à área de escavação devem ter sinalização de advertência permanente.

11.1.2 O tráfego próximo às escavações deve ser desviado. Quando não for possível, deve ser reduzida a velocidade dos veículos.

O uso de equipamentos de segurança individual é de extrema importância ao trabalhador para uma serie de serviços que pode prestar, e de acordo com a NBR 9061 (ABNT, 1985, p. 18), seguem recomendações como:

11.5 Proteção individual. 11.5.1É obrigatório o uso de equipamentos de proteção individual pelos operários. 11.5.2Os equipamentos de proteção individual utilizados pelos operários em uma obra de escavação são: a) capacete de segurança, todos os operários; b) cinto de segurança, nos trabalhos em que houver perigo de queda; c) máscara de soldador, luvas, mangas, perneiras e avental de raspa de couro, nos trabalhos de solda elétrica; d) óculos de segurança, nos trabalhos com ferramentas de apicoamento; e) luva de couro ou lona plastificada, para a proteção das mãos no manuseio de materiais abrasivos ou cortantes; f) luva de borracha, para trabalho em circuitos e equipamentos elétricos; g) botas impermeáveis, para trabalho em terrenos encharcados; h) sapatos adequados que ofereçam proteção contra pregos.

Quanto às escavações, elas podem ser protegidas ou não. As escavações não protegidas para a cava da fundação devem seguir algumas exigências para poder trazer segurança ao trabalhador como citado por NBR 9061 (ABNT, 1985, p. 19):

12.2 Escavações não protegidas para cava de fundações e valas. 12.2.1Escavações no máximo de 1,25 m de profundidade podem ser construídas com paredes verticais sem medidas de proteção especiais se a inclinação da superfície do solo adjacente é:

a) menor que 1:10, em solos não coesivos; b) menor que 1:2, em solos coesivos. Em solos coesivos é permitido escavar a uma profundidade de até 1,75 m.

A NBR 9061 (ABNT, 1985, p. 20) afirma que as fundações devem ser protegidas para cava de fundações se não foram obedecidos os critérios adotados pelo item 12.2 como pode se firmar em:

12.3 Escavações protegidas para cava de fundações e valas. As escavações devem ser protegidas se as especificações de 12.2 não forem obedecidas. Os escoramentos padronizados dados em 12.3.1 e 12.3.2 podem ser utilizados, sem especial verificação estática, se as seguintes condições forem verificadas: a) a superfície do terreno apresenta-se aproximadamente horizontal; b) ocorre solo não coesivo ou solo coesivo que, no seu estado natural apresente uma consistência rija ou semidura ou por meio de rebaixamento do nível d'água adquira essa consistência; c) cargas estruturais não têm influência na distribuição de pressão do solo; d) veículos de carga e equipamentos da obra mantêm uma adequada distância de pelo menos 3,00 m até a face das pranchas de madeira. 12.3.1 Escoramento com pranchas horizontais.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

De acordo com a NR 15 (1978), o que se refere a trabalhos sob ar comprimido (Alterado pela Portaria SSMT n.º 05, de 09 de fevereiro de 1983), pode-se destacar alguns itens de maior importância e relevância à prevenção dos trabalhadores. Em relação à compressão e descompressão, a pressão máxima suportada pelo homem, ao período de trabalho de acordo com a pressão, e o tempo de observação em que o trabalhador deve ser manter após a descompressão, a norma NR 15 (1978, p. 1) aponta:

1.3.2 O trabalhador não poderá sofrer mais que uma compressão num período de 24 (vinte e quatro) horas. 1.3.3 Durante o transcorrer dos trabalhos sob ar comprimido, nenhuma pessoa poderá ser exposta à pressão superior a 3,4 kgf/cm2, exceto em caso de emergência ou durante tratamento em câmara de recompressão, sob supervisão direta do médico responsável. 1.3.4 A duração do período de trabalho sob ar comprimido não poderá ser superior a 8 (oito) horas, em pressões de trabalho de 0 a 1,0 kgf/cm2; a 6 (seis) horas em pressões de trabalho de 1,1 a 2,5 kgf/cm2; e a 4 (quatro) horas, em pressão de trabalho de 2,6 a 3,4 kgf/cm2. 1.3.5 Após a descompressão, os trabalhadores serão obrigados a permanecer, no mínimo, por 2 (duas) horas, no canteiro de obra, cumprindo um período de observação médica.

A NR 15 (1978) disponibiliza tabelas sobre descompressão para cada carga horária de trabalho realizada pelo operário. Em relação aos requisitos do funcionário que tem a possibilidade de trabalhar no tubulão a ar comprimido, á jornada de trabalho e às instalações de assistência médica no canteiro de obra, destacam-se de acordo com a NR 15 (1978, p. 2) os seguintes itens:

1.3.6 Para trabalhos sob ar comprimido, os empregados deverão satisfazer os seguintes requisitos: a) ter mais de 18 (dezoito) e menos de 45 (quarenta e cinco) anos de idade; b) ser submetido a exame médico obrigatório, pré-admissional e periódico, exigido pelas características e peculiaridades próprias do trabalho; c) ser portador de placa de identificação (...), fornecida no ato da admissão, após a realização do exame médico. 1.3.7 Antes da jornada de trabalho, os trabalhadores deverão ser inspecionados pelo médico, não sendo permitida a entrada em serviço daqueles que apresentem sinais de afecções das vias respiratórias ou outras moléstias. 1.3.7.1 É vedado o trabalho àqueles que se apresentem alcoolizados ou com sinais de ingestão de bebidas alcoólicas. 1.3.8 É proibido ingerir bebidas gasosas e fumar dentro dos tubulões e túneis. 1.3.9 Junto ao local de trabalho, deverão existir instalações apropriadas à Assistência Médica, à recuperação, à alimentação e à higiene individual dos trabalhadores sob ar comprimido.

No que se refere à comunicação dos funcionários que estão no interior da campânula e dos funcionários que estão fora, a comunicação de acordo com a NR 15 (1978, p. 3) deveria ser “A comunicação entre o interior dos ambientes sob pressão de ar comprimido e o exterior deverá ser feita por sistema de telefonia ou similar”. Mas a realidade não é assim que eles se comunicam. Na maioria das vezes é utilizado o “Sinal de Marinheiro” (Informal verbal), que são uma série de sinais de som realizado através de batidas na campânula em sequência, onde cada tipo de batida representa um sinal.

Em relação ao grau de insalubridade do serviço em um tubulão a ar comprimido a NR 15 (1978, p. 4) destaca “As atividades ou operações realizadas sob ar comprimido serão consideradas insalubres de grau máximo”. Sendo assim mais uma vez se firma a ideia de que este trabalho traz muitos riscos a quem ira exercer.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área de fundações da construção civil, destacam as escavações manuais, onde os funcionários se submetem a riscos em ambientes perigosos, insalubres além do próprio ambiente do canteiro de obras. Dessa forma, é necessário que a segurança do trabalho esteja presente para garantir a saúde a integridade física do trabalhador, visto que, é obrigado e exigido por lei pelo Ministério do Trabalho.

Acidentes podem ser evitados em ambientes onde se têm prevenção. Mas é importante ressaltar que apesar de o trabalhador ter capacidade de operar e comandar sua equipe, ainda assim, estão vulneráveis a sofrer um acidente no trabalho, visto que, uma das principais causas é falha humana, seja por questões psicológicas, excesso de confiança e até mesmo por distração. É importante destacar também que nem toda empresa cumpre as exigências, expondo os trabalhadores aos riscos. A empresa que se depara com esta situação, mostra não ter organização e ainda perde muito em sua produção.

Contudo, a questão principal deste trabalho é que se trata de vidas, que podem ser interrompidas ou modificadas dependendo do grau de incapacidade que o indivíduo pode se enquadrar. Por isto é importante se ter um gerenciamento na área de segurança, para que as empresas não tenham prejuízo e para que os funcionários possam trabalhar com segurança em seu ambiente de trabalho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7250. Identificação e descrição de amostras de solos obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos.

_____. NBR 9061. Segurança de escavação a céu aberto. Rio de Janeiro 1985.

BRASIL. Lei nº 5.452, de 01 de maio de 1943. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. Lex: Diário oficial da União. Seção 1. 09 de ago. 1943. p. 11937.

CUSTÓDIO, D. et al.. Recomendação técnica de procedimentos: escavações, fundações e desmonte de rochas. São Paulo: FUNDACENTRO, MINISTÉRIO DO TRABALHO E

HACHICH, W. et al.. Fundações: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998.751p.

MELHADO, S. B.. Fundações. 2002. 31f. Texto didático (Apostila) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

NASCIMENTO, A. P.. Medidas de proteção coletivas aplicáveis nas escavações e em tubulões a céu aberto e com pressão hiperbárica. Disponível em: <http://armandocampos.com/download/antonio/Riscos_e_cuidados_com_fundacoes.pdf>.

PEINADO, H. S.; NAGANO, M. F.; DE ANGELIS NETO, G.. Identificação de Riscos em Obras de Construção Civil nas Etapas de Contenção, Escavação e Fundação. Revista de Engenharia e Tecnologia, ISSN 2176-7270, v.5, n.1, p.70-79, abr. 2013.

ROUSSELET, E. S.; FALCÃO, C.. A segurança na obra: manual técnico de segurança do trabalho em edificações prediais. Rio de Janeiro: Interciência, 1999. 344p.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R.. Fundações: critérios de projetos, investigações de solos superficiais, fundações profundas. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 568p.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

UTILIZAÇÃO DO MAPA DE FLUXO DE VALOR EM UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA

THAÍS RIBEIRO SILVEIRA[1], ISRAEL IASBIK[2], JOSÉ DAMATO NETO[3]

[1] Graduanda em Engenharia de Produção, FUPAC, (32)84408206, thaissilveira.r@gmail.com
[2] Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, israeliasbikcivil@gmail.com
[3] Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, josedamatoneto@yahoo.com.br

Apresentado no
I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia – UFLA
Lavras – MG, 23 a 27 de Novembro de 2015

RESUMO: O presente estudo analisa o fluxo produtivo na linha de produção do setor de usinagem de uma empresa de médio porte situada na cidade de Tocantins, estado de Minas Gerais. Os dados para análise são obtidos por observações simples e conversas informais. Foi realizada uma análise do mapa de fluxo de valor do estado atual, visando identificar os fluxos de informações e materiais na linha de produção e os desperdícios por meio de gráficos e análise do tempo *Tack*. A partir dessa análise foi possível identificar problemas na linha como gargalo, desperdício de tempo e inventario e superprodução, logo sobre os mesmos foram sugeridos melhorias. Após a análise dos dados obtidos concluiu-se que o fluxo produtivo não se aproxima da linha de tempo apontada pelo tempo *Tack*, e que o fluxo deve se adequar a teoria de sistema puxado, utilizando funcionários específicos para o transporte e distribuição das peças e serviços.
PALAVRAS–CHAVE: Tempo *Tack;* Gargalo; Mapa de Fluxo de Valor.

USE THE MAP OF VALUE STREAM IN A FURNITURE INDUSTRY

ABSTRACT: This study analyzes the production flow line production sector machining a medium-sized company located in the city of Tocantins, Minas Gerais state. The data for analysis are obtained by simple observations and informal conversations. An analysis of the value stream map of the current state in order to identify the flows of information and materials on the production line and waste through charts and analysis time Tack. From this analysis it was possible to identify problems in the row as a bottleneck, waste of time and inventory and overproduction logo on them were suggested improvements. After analyzing the data obtained it was concluded that production flow is not close to the time line indicated by Tack time, and that the flow should suit the theory pull system, using specific personnel for transport and distribution of parts and services.
KEYWORDS: Tack time, Bottleneck, Value Stream Map.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

INTRODUÇÃO

A estrutura produtiva da indústria moveleira é mundialmente semelhante tendo como características um vasto número de micro, pequenas e médias empresas, utilizando de uma grande demanda de mão de obra (SEBRAE, 2005). Tal fato vem sofrendo transformações no que diz respeito à tecnologia e a inovações organizacionais, possibilitando flexibilidade de produção, redução de custos e maior eficiência.

O atual cenário globalizado faz com que as empresas busquem por estratégias competitivas e paralelamente promovam a melhoria contínua. Neste contexto as empresas se baseiam no sistema enxuto de produção, conhecido como *Lean Manufaturing* ou Sistema Toyota de Produção (PINTO, 2010). Promovendo uma filosofia de valores simples e imutáveis, em que a base dá-se pela eliminação de desperdícios, gestão de qualidade, melhoria contínua de produtos e processos, tendo como foco o processo produtivo.

O objetivo é Analisar o fluxo produtivo de uma empresa de estofados no setor de usinagem, Identificar gargalos operacionais, Verificar tempo *takt* e *lead time,* Aplicar fundamentos teóricos a fim de melhorar o processo.

A análise de um sistema produtivo na prática é um fator de relevância. Assim, relaciona-se a teoria à prática, colocando em teste a capacidade de utilizar o que foi vivenciado pelas disciplinas no ensino-aprendizagem em situações reais. Logo demonstrar uma análise do fluxo produtivo do setor de usinagem de uma indústria de móveis de médio porte situada na cidade de Tocantins, Minas Gerais. O estudo contribui com informações relevantes para a melhoria do processo produtivo da referida empresa e como consulta para futuros estudos acadêmico.

REFERENCIAL TEÓRICO

Reduzindo o tempo de preparação, utilizando máquinas apenas para um processo de cada vez, Henry Ford conseguiu produzir mais, em pequenas variedades através de um sistema de linha de montagem. Ford também utilizou o conceito de divisão do trabalho de Adam Smith, em que os operários seriam responsáveis por apenas uma função, contrapondo-se ao sistema artesanal (STEVERSON, 2007 *apud* PINTO, 2010).

Pensando em eliminar desperdícios, a Toyota desenvolveu o sistema enxuto de produção *(Lean Manufacturing)*, que melhorava a qualidade e a produtividade baseando em duas filosofias: erradicar os desperdícios e o respeito às pessoas (CHASE 2009 *apud* PAIVA e PROCACI, 2011). Para Slack *et al.*(2006), há três motivos que exemplificam a filosofia enxuta: a exclusão de desperdícios, o comprometimento do funcionário com a empresa e o empenho para buscar e manter a melhoria contínua.

Os desperdícios que se buscam eliminar são: superprodução, produzindo mais do que necessário; espera caracterizada por fluxo ocioso; transporte, movimentação interna que não agrega valor; estoque, um desperdício de espaço e tempo; processamento extra é caracterizado por processos que não agregam valor como recuperar uma peça danificada; movimentação, é referente a movimentação desnecessária de operários; produtos defeituosos, que não atendem às especificações de qualidade (OHNO 1997 *apud* ALVES e MENEZES, 2009).

Segundo Pinto (2010), o estudo do STP está relacionado à estrutura de um edifício, desenvolvido pelos engenheiros Taiichi Ohno em 1940, e por Shigeo Shingo. O alicerce dessa organização se baseia na gestão visual, com o intuito de envolver toda a equipe, tornar os processos uniformes e estáveis, reduzindo a variabilidade e o desperdício, consequentemente melhorando o

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

desempenho dos processos.

O tempo *Takt* é outra ferramenta utilizada pelo STP, segundo Pinto (2010), representa uma linha de tempo determinada pela demanda do mercado, ou seja, é um valor de produção alocado a um período de tempo. O mesmo ressalta que o resultado está na divisão das horas disponíveis pela demanda.

Segundo Seleme (2009), o tempo *takt*, é a representação ideal do tempo de execução de um processo. O mesmo facilita a identificação das irregularidades, fazendo com que se retornem ao compasso ideal de produção.

De acordo com Rother e Shook (2003 *apud* ALVES e MENEZES, 2009) o mapa de fluxo de valor (MFV), é uma forma de analisar todos os processos produtivos de maneira ampla e não individualmente. Dessa maneira uma análise em todo o processo é sem dúvida fundamental. A ferramenta MFV busca identificar em todo o fluxo produtivo as atividades que não agregam valor, identificar o tempo de produção e os tempos perdidos, os desperdícios e as possíveis melhorias.

Segundo Jones (2011 *apud* PAIVA e PROCACI, 2011) o MFV não é apenas um mapa de processo, pois nele consta o processo como um todo, ou seja, fluxo de materiais e informações relacionadas ao produto, enquanto os outros focalizam processos individuais. No MFV esforços de melhoria podem ser evidenciados pelo fato de que todos passam a compreender o processo do início ao fim.

Procedimentos Metodológicos

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de uma análise do sistema produtivo do setor de usinagem da empresa, que permitiu a abordagem dos seguintes tópicos: o layout, a linha de produção, a gama de produtos e peças, os estoques e a relação com fornecedores, identificação do sistema puxado ou empurrado, as técnicas de gerenciamento de tempo de processamento estabelecidas pelo setor de Planejamento Programação e Controle da Produção (PPCP), a distribuição das tarefas, a relação entre o gerente de produção e as etapas do processamento. A coleta dos dados acima foi realizada através de conversas informais com os operadores, gerente de produção, gerente de compras, com o setor de PPCP, com o superintendente da empresa e por meio de observações simples, denominadas por (GIL, 1995) como uma técnica onde o observador trabalha de maneira espontânea sem interferir no meio.

Elaboração do Mapa de Fluxo de Valor

Segundo Rother & Shook (2003 *apud* PAIVA e PROCACI, 2011), o primeiro passo na elaboração de um mapa de fluxo de valor é determinar a família de produtos, que possibilita melhor identificação e compreensão do fluxo produtivo. Para Costa (2006 *apud* PAIVA e PROCACI, 2011), família são um grupo de produtos ou peças que passam por processos e equipamentos comuns, não sendo necessário que os mesmos sejam produzidos de maneira idêntica.

O setor de usinagem trabalha com madeiras em eucalipto e pinus e com chapas de *Medium Density Fiberboard* (MDF) ou painel de fibra de média densidade, tais produtos passam por etapas semelhantes de produção sendo elas: seccionadora, serra circular, desempeno, desengrosso, serra de fita, furador e tupia, isso possibilitou a confecção de apenas um mapa de fluxo, sendo assim foram apurados, número de funcionários, o tempo disponível, *Work in progress* (WIP) ou estoque em processo, o volume em cada etapa, os fornecedores e clientes na linha de processos.

Na elaboração do mapa são inseridas duas linhas de tempo em que o *lead time* total é representado na linha superior e o tempo gasto no processamento que agrega valor ao produto na linha inferior. O tempo que as peças aguardam para serem processadas, segundo Slack *et. Al*. (2006) é definido como tempo de atravessamento e é calculado pela lei de Little:

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Tempo de atravessamento = WIP x tempo de ciclo.

Em que o tempo de ciclo é o tempo médio de processamento das atividades e WIP como já citado é o estoque em processo.

A próxima ferramenta a ser avaliada é a analise do tempo *takt.* Segundo Seleme (2009), tempo *takt* é o tempo calculado através da demanda do mercado e disponibilidade de tempo necessário para o processamento dos produtos. Resulta no tempo ideal para o fluxo de produção em uma linha.

Logo com o tempo *takt* calculado é possível determinar a quantidade necessária de trabalhadores, de maneira a cumprir com a meta de tempo estimada pelo tempo *takt*. Segundo Ballé & Ballé (2007*apud* PAIVA e PROCACI, 2011) esse cálculo é representado pela seguinte fórmula:

Número de operários = Conteúdo total de trabalho / tempo *takt*

Conteúdo total de trabalho representa o total de horas necessárias para processar um dado volume de produtos considerando como um fluxo contínuo.

Descrição da empresa

A empresa em estudo é uma indústria privada do polo moveleiro da cidade de Tocantins situada na Rua José Rodrigues Marques nº 900 Boa Vista. Iniciou sua atividade em 1991, e o seu galpão, contava com 450 m². Hoje, conta com 20.000 m² de área coberta e área total de 200.000 m², grande parte destinada à preservação do Meio Ambiente. Tendo como missão satisfazer seus clientes com produtos de alta qualidade, preços acessíveis, entrega rápida, excelência no atendimento e responsabilidade socioambiental.

A fábrica compreende cinco setores sendo: tubular, madeira, estofamento, cromagem e expedição.

A madeira de pinus já vem pré-cortada, sendo algumas na medida exata e prontas para uso, as demais são aparadas e sarrafeadas até obterem o tamanho desejado. O eucalipto também é pré-cortado, porém não apresenta características de uso e precisa passar por um processo de secagem e fica armazenado na parte externa do galpão exposto às condições climáticas, só então está pronto para a usinagem. O MDF é aparado e posteriormente sarrafeado.

Os funcionários do chão de fábrica são divididos em: produtivo, fixo e ajudante: sendo designado pela empresa como produtivo aquele funcionário que exerce uma função que agrega valor ao produto, como ajudante o funcionário que auxilia o produtivo em tarefas que não podem ser efetuadas com apenas uma pessoa, e fixo é aquele que, por exemplo, abastece os postos de trabalho, ou seja, possui uma função fixa, mas que não agrega valor ao produto.

A produção de toda a empresa é monitorada pelo PPCP, que utiliza de dois parâmetros para tal: tempo padrão e eficiência. Tempo padrão é denominado pela empresa como uma quantidade de peças processadas em um espaço de tempo de uma hora, os valores são constantemente revisados. Segundo Ohno (1997 *apud* PAIVA e PROCACI, 2011) o exercício de repetição possibilita ao funcionário a aprendizagem e aperfeiçoamento.

A eficiência é o parâmetro que segundo a empresa representa o quanto o funcionário foi produtivo, representado pela relação entre o número de horas disponíveis e a quantidade produzida nesse mesmo espaço de tempo, é exigido o mínimo de 80% de eficiência, levando em conta que o funcionário faz paradas durante a jornada de trabalho.

O controle da produção é feito por meio do Controle Diário de Produção (CDP) evidenciado pela figura 3 a seguir, em que são anotados no lado esquerdo da mesma o código do processo

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

efetuado juntamente com a quantidade e o tempo padrão. Na coluna da direita ficam os tempos perdidos, parados, e trabalhados, ambos os tempos são especificados os motivos e os respectivos códigos para a anotação.

O controle da CDP é utilizado apenas pelos funcionários produtivos. Esse sistema possibilita ao funcionário receber bonificação quando ultrapassado o valor de 80% de eficiência, os ajudantes recebem a mesma quantia em bonificação referente ao funcionário produtivo, enquanto o fixo recebe pela média obtida pelo setor.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados foram agrupados da seguinte maneira: foram separados para análise os dois modelos de cadeiras mais vendidos Lázuli e Pérola, o que propiciou a confecção do mapa pelo fato dos processos serem idênticos, as peças só diferenciam no tamanho e na quantidade de furos.

Os produtos foram separados por peças e por processos de fabricação, sendo designadas pelo lote 200 cadeiras do modelo Pérola e 225 do modelo Lázuli. As peças que fazem parte do portfólio do produto são: lateral do assento; frente e traseiro do assento; lateral do encosto; ligação 1 e 2 do encosto.

O fluxo produtivo foi analisado mediante as etapas: serra circular 1, que sarrafeia; serra circular 2, que apara; serra circular 3, que utiliza de gabarito para usinar; tupia e por último o furador.

A contagem do tempo teve início às 7 horas da manhã pela etapa de serra circular 1, em que seguiu a cronometragem até a última peça do último processo, sendo que cada lote de peças só passavam para a próxima etapa após ter sido toda concluída pela etapa presente, isso aconteceu de maneira ininterrupta e simultaneamente, ou seja todos os lotes foram analisados desde a primeira usinagem até a última, incluindo os tempos que os mesmos ficaram aguardando a próxima etapa.

Para tal acompanhamento foram criadas tabelas no Excel, que continham as peças necessárias a cada produto com as respectivas quantidades, seguidos do tempo padrão ou de ciclo determinado pela empresa (TP), que indica a quantidade de peças produzidas em uma etapa num período de uma hora, logo o tempo em segundos que o estoque de peças em processamento aguardou antes de ser processado, e posteriormente a coluna que representa o *lead time* do processo que indica o tempo necessário para a usinagem do lote levando em consideração a TP, o mesmo é considerado pela empresa como ideal. Após levantado os dados necessários foi elaborado o mapa de fluxo de valor da situação atual da empresa.

Como representado pelo MFV, foi encontrado o *lead time* total que apresenta o tempo real que o lote gastou para ser todo processado e o *lead time* ideal que representa o tempo necessário para a confecção do lote se o mesmo seguisse um fluxo contínuo sem interrupções. O *lead time* total é de 25.33 horas enquanto o ideal é de 17.13 horas. O término das medições se fez com a última peça do último processo.

Nota-se que a primeira etapa não possui tempo de estoque em processo, isso se deu pelo fato de que por ser o primeiro não há estoque aguardando, pois o tempo inicia-se a partir daí. Com isso identificou que o processo da serra circular possui maior tempo de peças paradas aguardando seu processamento.

Com a análise do mapa de fluxo de valor foi calculado o tempo *Tack*, igual a 0,07 minutos indicando que uma peça deve ser concluída nesse intervalo de tempo para que a demanda seja atendida corretamente. Segundo Pinto (2010) o tempo *tack* maior que o tempo de ciclo representa desperdício de tempo e ao contrário com o mesmo menor que o tempo de ciclo significa que o processo está em atraso.

I Congresso Mineiro de Engenharia e Tecnologia
Engenharia e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional
Lavras – MG – Brasil, 23 a 27 de Novembro de 2015

Como pode ser observado pelo gráfico o tempo *Tack* é maior que o menor tempo de ciclo da serra circular 1 e a serra circular 3 com gabarito. No caso do tempo de ciclo maior o tempo *Tack* é inferior a todos. Nessa análise observa-se como gargalo a serra circular 2.

Outra análise foi realizada para avaliar a relação entre média dos tempos de ciclo em relação ao tempo *Tack*. Que demonstrou que todos os processos possuem um tempo de ciclo superior ao tempo *Tack*, isso implica que as peças serão produzidas em atraso. Observa-se também como gargalo a serra circular 3 com gabarito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante o desenvolvimento do presente trabalho foi possível identificar o gargalo operacional que se encontra na usinagem da serra circular dois tal constatação deu-se após análise do gráfico de tempo de estoque em processo, esse fato é decorrente do alto volume de peças que são processadas nessa etapa juntamente com a maior velocidade de processamento da etapa anterior fazendo com que as mesmas aguardem um bom tempo até seu processamento.

Outro fator observado foi que em todas as etapas, o tempo *Tack* manteve abaixo do tempo médio de processamento, isso implica que os produtos serão confeccionados com atraso, fator evidenciado pelo mapa de fluxo de valor.

O layout não está adequado à sequência de produção, pois a serra circular um sarrafeia está situada depois das serras dois e três sendo o mesmo em ordem de processamento invertido, pois a primeira etapa é feita pela serra um seguido dois e três.

Mediante o que foi estudado é possível adequar à rotina da empresa o sistema de produção puxado, levando em conta uma análise criteriosa do tempo Tack a fim de determinar a quantidade exata de funcionários e maquinário para realizar as tarefas de forma mais linear possível, reduzindo o gargalo e consequentemente os estoques intermediários.

Outra sugestão é a de melhoria do layout dispondo-o de maneira a propiciar a sequência correta de produção, evitando desperdício de tempo e movimentação. Junto à melhoria do layout deve se acrescentar, à linha de produção, um funcionário fixo responsável pelo transporte das peças e pelo setup das máquinas, pois a utilização de funcionários da linha de produção para essa rotina implica perda de tempo.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. D. L MENEZES, F. M. Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor no Setor de Beneficiamento de Madeira de uma Empresa Moveleira do Vale do Sinos. 2009. 25f. Dissertação (Especialização em Gestão da Produção) – Federação de Estabelecimentos de Ensino Superior em Novo Hamburgo. Novo Hamburgo 2009.

CONTADOR, J. C. (Coord). Gestão de operações. 2. ed. São Paulo, Edgard Blücher 1998. 592 p.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 2. ed. São Paulo, Atlas 1995. 207 p.

MORÓZ, G. Avaliação da Aplicação da Manufatura Enxuta Para a Indústria Moveleira. 2009. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) –Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2009.

PAIVA, A. E. C. PROCACI, I. B. Diagnóstico em uma Indústria Moveleira: A utilização do Mapa de Fluxo de Valor e do Tack time para Determinação do Gargalo. 2011. 21f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de produção) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2011.

PINTO, J. P. Gestão de Operações. 3. ed. Lisboa: Lidel, 2010. 341p.
PSCHEIDT, T. Proposta de Melhoria no fluxo de Valor de uma Família de Produtos de uma Pequena Empresa do Ramo Moveleiro. 2011. 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de produção) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Santa Catarina 2011.
SELEME, R. Métodos e Tempos. 1. ed. Curitiba, Ibpex 2009. 159 p.
SOUZA, M. R. Considerações Sobre a Implementação de Princípios de Construção Enxuta em Construtoras de Médio Porte. 2010. 113 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. Tradução Henrique Luiz Corrêa. – 3. ed. – São Paulo: Atlas, 2006. 526 p.
SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert; BETTS, Alan. Gerenciamento de operações e de processos: princípios e prática de impacto estratégico.Tradução Sandra de Oliveira. Porto Alegre: Bookmann, 2006. 552p.