II Semana de

ENGENHARIA QUÍMICA UFLA

13 a 17 de junho de 2023

LIVRO DE RESUMOS





II Semana de ENGENHARIA QUÍMICA UFLA 13 a 17 de junho de 2023



COMISSÃO ORGANIZADORA

Organizadores (docentes):

Prof. Dr. Nathan Sombra Evangelista
Prof. a Dr. a Suellen Mendonça Nascimento
Prof. Dr. João Moreira Neto
Prof. Dr. Luciano Jacob Corrêa
Prof. a Dr. a Natália Maira Braga Oliveira

Coordenadores (discentes):

Karine Lima Scalioni
Bárbara Alves Pereira Pineli
Silas Leandro
Hugo Silva Oliveira

Assessores (discentes):

Bruno Silva Lopes
Lucas Queiroz Monteiro
Grazielli Lima Miranda
lesa Magnasco de Paiva Zaniboni
Júlia Silva Batista
Juliane Vieira Leodoro
Gustavo Antônio Alves Dutra
Isabella Garros dos Santos
Ana Luiza Rodrigues Melo
Larissa Carvalho Silvestre Cunha
Luana Lumi Tiba Hatada

Ficha catalográfica elaborada pelo Setor de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA

Semana de Engenharia Química UFLA (2.: 2023: Lavras, MG).

Livro de resumos da II Semana de Engenharia UFLA, 13 a 17 de junho de 2023 / organizadores: Nathan Sombra Evangelista ... [et al.]. – Lavras: UFLA/Engenharia Química, 2023.

30 p.

ISBN: 978-65-981070-0-0

1. Fotocatalítica. 2. Biomassa. 3. Compostos fenólicos. 4. Cálculo de reatores. 5. Secagem. I. Evangelista, Nathan Sombra. II. Nascimento, Suellen Mendonça. III. Moreira Neto, João. IV. Corrêa, Luciano Jacob. V. Oliveira, Natália Maira Braga. VI. Universidade Federal de Lavras, Engenharia Química. IV. Título.

CDD-660.2

Ficha elaborada por Eduardo César Borges (CRB 6/2832)

II Semana de ENGENHARIA QUÍMICA UFLA 13 a 17 de junho de 2023



SUMÁRIO

IMPLEMENTAÇÃO DE CÂMARA FOTOCATALÍTICA PARA AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE FENOL
DEGRADAÇÃO DE FENOL
CARACTERIZAÇÃO DE BAGAÇO DE MALTE PARA O USO ENERGÉTICO
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA BANANA PASSA PRODUZIDA POR SECAGEM INFRAVERMELHO ASSISTIDA POR CONVECÇÃO
ANÁLISE DA CINÉTICA DE SECAGEM DE CAFÉS ESPECIAIS EM DIFERENTES SECADORES
SECADORES
EFEITO DA TAXA DE AQUECIMENTO SOBRE AS PROPRIEDADES DE BIOCARVÕES DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇUCAR MODIFICADO COM NaOH
DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA PROJETO DE REATORES QUÍMICOS
DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA CÁLCULOS DE PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS DE SUBSTÂNCIAS PURAS
AVALIAÇÃO DE MODELOS TERMODINÂMICOS PARA ESTIMATIVA DE VISCOSIDADE DE ÁCIDOS GRAXOS PRESENTES EM ÓLEOS VEGETAIS
MODELAGEM MATEMÁTICA DA CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA A PARTIR DO HIDROLISADO ENZIMÁTICO DE BAGAÇO DE CANADE-AÇÚCAR 14
AVALIAÇÃO E MODELAGEM MATEMÁTICA DA HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO BAGAÇO DE CANA-DEAÇÚCAR EMPREGANDO ADITIVO DE BAIXO CUSTO 15
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE SÍLICAS MICRO-MESOPOROSAS PARA ADSORÇÃO DE CO216
ANÁLISE DO POTENCIAL DO BAGAÇO DE MALTE PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL DE 2ª GERAÇÃO
EFEITO DA INTERMITÊNCIA NA SECAGEM INFRAVERMELHA DE BANANAS ASSISTIDA POR CONVECÇÃO
AVALIAÇÃO DO EFEITO DA UMIDADE E DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE ESCOAMENTO DE SEMENTES DE MAMÃO19
REATORES FOTOCATALÍTICOS PARA DEGRADAÇÃO DE CORANTE PR5
ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE FENOL EM ESPECTROFOTÔMETRO UL TRAVIOLETA VISÍVEL.

II Semana de ENGENHARIA QUÍMICA UFLA 13 a 17 de junho de 2023



SUMÁRIO

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE E FRAÇÃO DE PREENCHIMENTO EM UM TAMBOR ROTATIVO COM SUSPENSORES APLICADO NA SECAGEM MICRO-ONDAS DE CAFÉS ESPECIAIS
ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA COMBINAÇÃO DE SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA E INFRAVERMELHO NA PRODUÇÃO DE CAFÉ SOLÚVEL23
DETERMINAÇÃO DAS EFICIÊNCIAS ENERGÉTICA E DE SECAGEM DO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO EM CAMADA DE ESPUMA PARA PRODUÇÃO DE CAFÉ SOLÚVEL
ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO TEOR DE TENSOATIVO NA ESTABILIDADE DE EMULSÕES DE ÓLEOS VEGETAIS EM ÁGUA
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOCARVÕES DE BAGAÇO-DE-CANA MODIFICADO COM ÁCIDO OU BASE PARA ADSORÇÃO DE MN(II) EM MEIO AQUOSO
AVALIAÇÃO DE EQUAÇÕES CÚBICAS PARA A ESTIMATIVA DA DENSIDADE DE ÁCIDOS GRAXOS



IMPLEMENTAÇÃO DE CÂMARA FOTOCATALÍTICA PARA AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE FENOL

Ana Luiza R. Melo, Cristiane A. Pereira, Natália M. B. Oliveira*

Universidade Federal de Lavras, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química, Laboratório de Catálise e Biocombustíveis

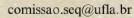
*Autora correspondente: natalia.boliveira@ufla.br

Os efluentes industriais apresentam poluentes tóxicos resistentes aos tratamentos usuais, a exemplo do fenol. Sendo assim, os processos oxidativos avançados, como a fotocatálise, podem minimizar os impactos desses resíduos no meio ambiente, uma vez que representam tratamentos alternativos para a degradação de contaminantes orgânicos. Logo, este trabalho objetivou estudar as características de unidades experimentais e as condições reacionais de testes fotocatalíticos, para construção de uma câmara que possibilite avaliar a degradação fotocatalítica de compostos fenólicos, com o uso de fotocatalisadores, como o dióxido de titânio (TiO2). O estudo foi realizado por meio de mecanismos de buscas, utilizando, por exemplo, a base de dados do ScienceDirect, para levantar informações sobre condições experimentais utilizadas em pesquisas científicas que validaram testes fotocatalíticos com compostos similares. Dessa forma, foi possível construir uma câmara, com o apoio do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, a qual foi instalada no Laboratório de Catálise e Biocombustíveis (LCAB). A unidade construída permite realizar os ensaios fotocatalíticos, garantindo o isolamento de radiação ultravioleta, responsável por ativar os catalisadores. O sistema foi confeccionado em madeira, com dimensões 50 cm x 40 cm x 40 cm, e possui uma porta de correr, que facilita retirar alíquotas e acompanhar reações. Além disso, foi revestido internamente com papel alumínio, para favorecer a reflexão da luz ultravioleta, que advém das lâmpadas germicidas de 9, 15 e 36 W, as quais são acionadas de forma individual, permitindo avaliar a influência das intensidades de radiação sobre a degradação dos compostos orgânicos. A câmara também é composta por agitador magnético e reator catalítico de vidro, com 350 ml de volume. Testes para avaliar a dissipação de calor das lâmpadas e do agitador mostraram elevação na temperatura de 100 mL de água de até 10 oC após 3 h de funcionamento desses aparatos. Ademais, com base na revisão da bibliografia, foi proposta uma condição reacional para iniciar os ensaios futuros deste trabalho, sendo 5 mg de fenol, 100 ml de água e 0,1 g de TiO2. O sistema experimental instalado e a realização dos testes preliminares permitiram observar parâmetros importantes, a fim de validar a metodologia para a fotodegradação catalítica do fenol e contribuir com o desenvolvimento de alternativas para o tratamento de efluentes industriais.

Palavras-chave: catálise ambiental, tratamento de efluentes, ensaios fotocatalíticos.















AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO GRAVIMÉTRICO DA TORREFAÇÃO DE BAGAÇO DE MALTE PARA FINS ENERGÉTICOS

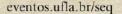
Gabriel P. Chediak^{1,*}, Gabriel R. S. Lima¹, Maria Rosa R. de Souza², Carine Setter², Tiago J. P. de Oliveira¹

¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química, ²Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais *Autor correspondente: gabriel.chediak@estudante.ufla.br

A busca por alternativas de produção de energia mais limpa apresenta-se como um dos principais desafios da vida moderna. Diante deste cenário, destaca-se a conversão energética de biomassa para a conversão de combustíveis. Dentre os mais variados métodos existentes, a torrefação se refere a um tratamento de biomassa conduzido sob pressão atmosférica e em uma faixa de temperatura de 200 °C a 300 °C, em ambiente inerte, produzindo um produto sólido de carbono conhecido como biochar, com potenciais propriedades energéticas. O processo ainda gera a vantagem da eliminação de componentes indesejáveis existentes na biomassa como frações de baixo poder calorífico e alta umidade, levando a biomassa torrificada a altos níveis de padronização. O trabalho utilizou bagaço de malte para a produção de biochar por meio do processo de torrefação, com o objetivo de analisar o rendimento gravimétrico em diferentes temperaturas. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Operações e Sistemas Térmicos localizado no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras. Inicialmente a biomassa foi homogeneizada e colocada em estufa a 105°C ± 1 até massa constante e transferida para o dessecador. O processo de torrefação foi realizado em um reator tubular de aço inoxidável de leito fixo. Após a secagem, porções de 50 g foram inseridas no reator e o processo foi realizado em três temperaturas finais: 200°C, 250°C e 300°C com um tempo de residência de 60 minutos, taxa de aquecimento de 5°C/min e condução em triplicata. Após finalizado o ensaio, foi realizada a pesagem do produto e o rendimento gravimétrico foi obtido pela razão entre a respectiva massa do material solido e massa inicial de bagaço de malte inserida no reator. A porcentagem de biochar encontrado nas temperaturas de 200°C, 250° C e 300° C foram, respectivamente, $85,33\% \pm 0,35\%$, $65,96\% \pm 3,56\%$ e 30,46%±2,94%. Parte da massa inicial foi convertida em bio-óleo e em frações de gases não condensáveis. As porcentagens de bio-óleo nas temperaturas avaliadas foram de 3,10% ± 0.52%, $17.45\% \pm 6.76\%$ e $47.82\% \pm 9.56\%$, respectivamente, enquanto as porcentagens de gases não condensáveis nas mesmas temperaturas foram de 11,56% ± 0,35%, 16,59% ± 3,72% e 21,72% ± 11,45%, respectivamente. Avaliando os resultados o maior rendimento gravimétrico ocorre na temperatura de 200°C pois apresenta uma porcentagem maior de carbono fixo. Os autores agradecem à UFLA, CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo suporte para a realização do trabalho.

Palavras-chave: biochar, biomassa, bio-óleo, bioenergia.













CARACTERIZAÇÃO DE BAGAÇO DE MALTE PARA O USO ENERGÉTICO

Maria Rosa Ribeiro de Souza*, Gabriel Pereira Chediak, Gabriel Ribeiro dos Santos Lima, Carine Setter, Tiago José Pires de Oliveira

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autora correspondente: maria.souza14@estudante.ufla.br

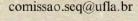
Biomassa pode ser definida como qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia térmica, mecânica ou elétrica. Com isso, têm-se incentivado seu uso como fonte de energia a fim de reduzir o consumo de derivados do petróleo. Nesse viés, os resíduos agroindustriais têm grande potencial de aplicação devido a sua composição e disponibilidade. No contexto dos resíduos cervejeiros, o bagaço de malte atende a essas características. Dessa maneira, o trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do bagaço de malte para o uso energético por meio de caracterizações físico-químicas e energéticas. O bagaço de malte foi coletado após o término de uma batelada de produção de cerveja realizada pelo Núcleo de Estudos em Cerveja Artesanal da UFLA e para sua caracterização determinou-se sua composição elementar em um analisador universal da marca Elementar (modelo Vario Micro Cube) e realizou-se a análise química imediata conforme a norma NBR 8112 da ABNT. Também foi feita a análise química estrutural que determinou o conteúdo de extrativos totais conforme NBR 14853, teor de lignina insolúvel segundo NBR 7989, porcentagem de cinzas seguindo a NBR 13999, teor de holocelulose de acordo com a metodologia proposta na literatura e o teor de lignina total por diferença. A composição elementar obtida foi 50,63% de carbono; 6,66% de hidrogênio; 6,15% de nitrogênio; 0,17% de enxofre e 33,43% de oxigênio sendo semelhante a encontrada em outros estudos com essa biomassa. A análise química imediata resultou em 7,1% de umidade; 76,2% de material volátil; 2,96% de cinzas e 20,8% de carbono fixo, que são próximos aos obtidos na literatura. Quanto à análise estrutural, os teores encontrados de extrativos, cinzas, lignina total, insolúvel e holocelulose foram, respectivamente, 29,5%; 2,9%; 21,1% e 16,9%; 46,5%, os quais são semelhantes aos encontrados em outros trabalhos. Ao final, o poder calorífico superior foi calculado a partir das correlações, usando os dados da análise imediata e elementar, resultando em um valor médio de 19,9 MJ/kg, o qual é superior ao de outras biomassas como a madeira de bambu, casca de coco de babaçu e bagaço de cana seco; mas inferior ao de combustíveis fósseis. Portanto, quando comparada a outras biomassas, o bagaço de malte apresenta características vantajosas para geração de energia por meio da queima. E, apesar de não superar o poder calorífico de derivados do petróleo, gera menos impacto ambiental que eles.

Palavras-chave: biomassa, bagaço de malte, resíduos agroindustriais, poder calorífico superior.



eventos.ufla.br/seq





@sequfla







AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA BANANA PASSA PRODUZIDA POR SECAGEM INFRAVERMELHO ASSISTIDA POR CONVEÇÃO

Rayane, S. de Almeida*, Renata A. B. L. Corrêa, Lidja D. M. S. Borél

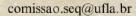
Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autora correspondente: rayane.almeida@estudante.ufla.br

O Brasil se destaca como o quarto maior produtor mundial de banana, cultivando cerca de 6,8 milhões de toneladas em 2021. Além disso, a banana é a segunda fruta mais consumida no país, possuindo quantidades significativas de vitamina C e polifenóis, como flavonoides e ácidos fenólicos, os quais são considerados antioxidantes naturais, defensores dos radicais livres causadores de doenças como câncer, diabetes, problemas cardiovasculares, entre outros. A banana passa é proveniente de um processo de secagem e se apresenta como uma alternativa mais viável para comercialização da fruta, já que estende a vida útil da banana in natura. Dessa forma, o presente trabalho objetiva caracterizar a banana passa desidratada por secagem infravermelho combinada com convecção forçada usando ar não aquecido, e compará-la com a banana in natura, a fim de avaliar o efeito da potência IV (118, 178W e 238 W) sobre as propriedades do produto seco. Para isso, análises físico-químicas como teor de umidade, cinzas, pH, acidez total titulável foram feitas com a banana in natura e serão realizadas com o produto da secagem, Já análises de sólidos solúveis em °Brix, vitamina C, compostos fenólicos totais e flavonoides serão efetuadas tanto com a banana passa, como com a fruta in natura. A banana Musa sapientum cultivar prata in natura, apresentou 70,54% de umidade, 2,90% de cinzas, 4,53 de pH e 0,94 (v/m) de acidez titulável. A elevada porcentagem de água determinada na fruta, bem como o pH ácido estão condizentes com o pressuposto na literatura. O teor de cinzas mostrou-se elevado. Este valor está relacionado ao conteúdo de sais minerais presentes no alimento, sendo a banana comumente rica em potássio e fósforo, além de cálcio, ferro, cobre, zinco e outros. De igual modo, a concentração total de ácido demonstrada pela acidez titulável superou as expectativas. Este valor se relaciona, principalmente, ao estádio de maturação da fruta, sendo que aumenta durante a maturação. Com a realização deste trabalho pretende-se contribuir para o estabelecimento de padrões de qualidade para a banana passa e assim fortalecer o mercado deste produto. Os autores agradecem à FAPEMIG pelo apoio financeiro (APQ 00320/21) para a realização do projeto.

Palavras-chave: análises físico-químicas, compostos fenólicos, radiação infravermelho.















ANÁLISE DA CINÉTICA DE SECAGEM DE CAFÉS ESPECIAIS EM DIFERENTES SECADORES

Laura L. P. Freire*, Irineu Petri Júnior

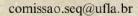
Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autora correspondente: laura.freire@estudante.ufla.br

A economia do Brasil é fortemente influenciada pelo agronegócio. Nesse setor, destaca-se o café, pois a exportação brasileira desse produto é a maior do mundo. Entretanto, essa comercialização enfrenta um obstáculo ligado à crescente exigência de qualidade do mercado consumidor. Para garantir a qualidade do produto final, uma das principais etapas determinantes é a secagem do grão. A secagem é um processo complexo, com alto custo e também capaz de danificar o café. O objetivo deste trabalho foi aplicar diferentes métodos de secagem em grãos de café e analisar as cinéticas de secagem envolvidas no processo. Amostras de grãos foram pesadas e colocadas no secador de leito fixo numa haste acoplada à uma balança zerada no início do processo. Em intervalos de tempo, a massa de água evaporada fornecida pela balança era registrada, permitindo o cálculo da massa restante e da umidade da amostra. As secagens foram realizadas nas temperaturas de 45, 50 e 55°C e vazões de 18,21 e 22,21 m³/h no leito fixo e 8,92 m³/h no leito de jorro. No secador de leito de jorro, o processo foi realizado nas mesmas condições, porém com coleta de amostras durante intervalos de tempo para análise da umidade pelo método da estufa. A razão da umidade coletada em cada instante e da umidade inicial em função do tempo fornecem a cinética de secagem, que foi analisada em conjunto à aplicação de modelos matemáticos de cinética de secagem, e a taxa de secagem é definida pela variação da umidade relacionada com o intervalo de tempo em função da umidade. Para ambas as frequências, as curvas de cinética de secagem apresentaram maior inclinação à medida que a temperatura foi aumentada, indicando uma secagem mais rápida. O modelo matemático de cinética de secagem que melhor ajustou os dados foi o Modelo de Page. Já a taxa de secagem variou proporcionalmente à temperatura, apresentando valores superiores para temperaturas maiores. Além disso, foi possível notar que, para uma mesma temperatura, a velocidade de entrada do ar não é um fator de influência significativa isoladamente. Por fim, a comparação entre os secadores de leito fixo e de jorro permitiu verificar que a escolha entre eles não é um fator relevante considerando a cinética do processo. Entretanto, como foi dito que a secagem influencia diretamente na qualidade do café, é necessário analisar condições além daquelas que são as mais favoráveis ao tempo do processo.

Palavras-chave: grãos de café, secagem em leito fixo, secagem em leito de jorro, modelos matemáticos.















REVISÃO SOBRE PIRÓLISE CATALÍTICA PARA OBTENÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

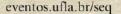
Natália P. Campim, Natália M. B. Oliveira*

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autora correspondente: natalia.boliveira@ufla.br

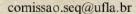
A intensificação do uso de energia provinda de combustíveis fósseis, causadores de emissão de gases prejudiciais à saúde humana e à natureza, levou à busca por fontes alternativas de energia, como forma de minimizar esses impactos. Nesse cenário, a biomassa para geração de biocombustíveis vem ganhando destaque, sendo que sua conversão pode se dar por várias formas, dentre elas a pirólise, um processo em que a matéria orgânica, como a casca de café, é decomposta sem presença de oxigênio, em altas temperaturas, dando origem, dentre outros produtos, ao bio-óleo. Conhecer as variáveis desse processo e avaliar formas de otimizá-lo é um grande desafio, podendo, para isso, contar com os fundamentos da catálise, avaliando o uso de catalisadores durante o processo pirolítico. Com base neste contexto, foi realizada uma revisão bibliográfica, objetivando identificar condições reacionais promissoras para obtenção de bio-óleo aprimorado a partir de casca de café, tendo sido identificada a hidroxiapatita (HAP) como um material promissor para ser utilizado como catalisador. Trata-se de um sólido que possui elevada estabilidade térmica, podendo ser utilizado nos processos de pirólise sem se degradar, além de possuir sítios ativos tanto ácidos quanto básicos, que podem favorecer a conversão de biomassa em bio-óleo, sendo produzido em maior quantidade e com melhores características, como poder calorífico maior, para ser utilizado na geração de energia. Então foi proposto um método de síntese de HAP, a partir da coprecipitação de fosfato de amônio e nitrato de cálcio, a fim de obter materiais com propriedades ácido-básicas variáveis, a serem posteriormente caracterizados e testados em um reator de pirólise, para avaliar as atividades catalíticas na conversão de biomassas, como a casca do café e o bagaço de malte. Isso porque o café e seus resíduos, bem como o bagaço de malte de cevada, já são tema de pesquisa no Setor de Engenharia Química da Universidade Federal de Lavras, de forma que este trabalho auxilia na conexão do conhecimento gerado pelo Departamento de Engenharia, aumentando a possibilidade de sua contribuição para com a sociedade.

Palavras-chave: processo pirolítico, bio-óleo aprimorado, hidroxiapatita, casca de café.

















EFEITO DA TAXA DE AQUECIMENTO SOBRE AS PROPRIEDADES DE BIOCARVÕES DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇUCAR MODIFICADO COM NaOH

Lavínia N. Louzada^{1,*}, Giovana F. Azevedo², Thamiris F. de Souza², Guilherme Max D. Ferreira²

¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química ²Universidade Federal de Lavras, Departamento de Química *Autora correspondente: lavinia.louzada@estudante.ufla.br

Os biocarvões (BC) são materiais ricos em carbono e podem ser obtidos a partir da pirólise de resíduos agrícolas. Sendo a agricultura uma das atividades econômicas mais importantes no Brasil, é inerente uma elevada geração desses resíduos, à qual deve estar associado uma gestão sustentável. A produção de BC surge, assim, como uma alternativa de destinação final adequada para a excessiva quantidade de bagaço de cana-de-açúcar gerada no Brasil. As propriedades físico-químicas dos BC podem ser melhoradas com a incorporação de grupos funcionais oxigenados em sua superfície, o que pode ser alcançado pela modificação alcalina da biomassa. Além disso, as condições de pirólise, como temperatura, tempo de residência e taxa de aquecimento (TA), também podem influenciar as propriedades dos BC. Assim, este trabalho avaliou o efeito de diferentes TA de pirólise do bagaço de cana-de-açúcar modificado com NaOH sobre as propriedades de BC. Os BC foram sintetizados em temperatura final de 400°C, com tempo de residência de 1 hora e TA de 5, 10, 15 ou 20°C/min. Os BC, denominados BCX (X = TA/°C), foram caracterizados por diferentes técnicas. Análises por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) mostraram que os grupos funcionais C-H, C-O e C-O-C presentes na superfície dos BC não tiveram sua natureza afetada pela TA. Os valores de ponto de carga zero (PCZ) estimados pelo método de adição de sólido, também foram pouco influenciados pela TA, sendo obtidos valores acima de 11 para todos os materiais. Por meio da titulação condutimétrica, foi possível constatar uma sutil diminuição do número total de funções ácidas e básicas dos materiais com TA intermediárias (10 e 15°C/min). Ensaios de análise termogravimétrica (TGA) mostraram que no último estágio de decomposição térmica, os BC apresentaram perdas de massa não volátil de 36,95%; 34,73%; 36,94% e 39,40% para BC5, BC10, BC15 e BC20, respectivamente. A TA também apresentou efeito praticamente nulo sobre a área superficial específica (≤ 4,93 m2 /g) e tamanho médio dos poros dos BC (≤ 16,58 nm), determinadas pelo método BET. Logo, conclui-se que a TA não teve efeitos pronunciados nas propriedades avaliadas dos BC. Seu efeito, entretanto, não deve ser descartado, podendo ainda ser importante na determinação de outras propriedades desses materiais como a morfologia e a composição elementar.

Palavras-chave: taxa de aquecimento, pirólise, biocarvões, resíduos agrícolas.



eventos.ufla.br/seq







10



DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA PROJETO DE REATORES QUÍMICOS

Rafael S. Barbosa, Natália M. B. Oliveira*, Nathan S. Evangelista

Universidade Federal de Lavras, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química

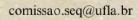
*Autora correspondente: natalia.boliveira@ufla.br

Recursos computacionais que assistem a simulação e o desenvolvimento de projetos vêm se mostrando cada vez mais importantes para a indústria e otimização de processos. Neste trabalho, foi desenvolvido um acervo de códigos gratuitos, na linguagem de programação Python, para cálculos relativos ao projeto de reatores químicos, visando auxiliar na formação e na atuação profissional de engenheiros químicos. Para o desenvolvimento dos códigos, foram utilizados exemplos contidos no livro "Elementos de Engenharia das Reações Químicas" de H. Scott Fogler, uma bibliografia clássica relativa a projeto de reatores. Os exemplos extraídos dessa referência foram adaptados para torná-los mais complexos, dada a robustez das ferramentas desenvolvidas. Dentre os algoritmos disponíveis no acervo, destacamse dois que podem ser utilizados para cálculos de reatores não isotérmicos: um que calcula os pontos de operação de um reator tanque contínuo ideal (CSTR), com reações múltiplas e considerando as variações dos calores específicos das espécies reacionais com a temperatura; e o segundo exemplo trata de um reator tubular ideal de fluxo empistonado (PFR), também com reações múltiplas e sistema de transferência de calor, em que a temperatura do fluido de troca térmica varia ao longo do reator. Em ambos os casos, os algoritmos geram gráficos que permitem ao usuário visualizar a influência de parâmetros relevantes para a reação e operação dos equipamentos, como temperatura e vazões molares das espécies reacionais em função do volume. Além de permitir a visualização gráfica da solução dos problemas, vale ressaltar que todos os códigos desenvolvidos têm capacidade para resolver problemas complexos, que demandam significativo esforco numérico, além de ser uma ferramenta distribuída gratuitamente, o que favorece seus usos nas atividades de ensino. Cabe mencionar que este projeto ainda está em desenvolvimento, tendo intenção de ampliar sua acessibilidade e garantir uma usabilidade amigável, por meio da implementação desse escopo na web, de modo que o usuário possa definir os parâmetros do processo, o que dispensa a instalação de softwares e permite avaliar diferentes condições de operação.

Palavras-chave: simulação de processos, cálculo de reatores, python.















DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA CÁLCULOS DE PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS DE SUBSTÂNCIAS PURAS

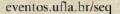
João M. M. de Lima*, Nathan S. Evangelista

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autor correspondente: joao.lima@estudante.ufla.br

O conhecimento de propriedades termodinâmicas - a exemplo do volume molar, fugacidade, densidade, pressão de saturação e propriedadesresiduais- de substâncias puras é fundamental e de grande interesse para a resolução de problemas de Engenharia Química. Sabe-se que suas aplicações são diversas e muito importantes. Por exemplo, a nível industrial, estas propriedades são requeridas para o dimensionamento de reatores, de sistemas de refrigeração, de equipamentos de separação entre outros. Considerando que a medição experimental das propriedades supracitadas em diversas condições de pressão e temperatura é impraticável do ponto de vista técnico-econômico-temporal, é necessário recorrer a modelos termodinâmicos capazes de estimá-las, por exemplo, as equações de estado cúbicas. Com base no exposto, esse projeto tem como objetivo desenvolver um software de código aberto que permita ao usuário calcular propriedades termodinâmicas de compostos puros de interesse acadêmico e industrial por diferentes equações de estado cúbicas. O programa foi desenvolvido de forma a permitir ao usuário comparar rapidamente os resultados obtidos por diferentes equações. A implementação computacional foi realizada na linguagem de programação VBA (do inglês Visual Basic for Applications), que está disponível em todos os softwares do pacote Office® e é largamente utilizada no mercado de trabalho. Para validar os resultados produzidos pelo software, foram realizadas comparações com dados experimentais e com outros programas consolidados, como o Sindri e o XSEOS. Os resultados apontam que o software é confiável na estimativa das propriedades termodinâmicas, o que o torna uma ferramenta útil para estudos com equações de estado. O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil, CNPq, através do edital PRP N°02/2022, de 19 de maio de 2022.

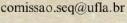
Palavras-chave: Termodinâmica Química, Equações de estado cúbicas, VBA.





@sequfla









12



AVALIAÇÃO DE MODELOS TERMODINÂMICOS PARA ESTIMATIVA DE VISCOSIDADE DE ÁCIDOS GRAXOS PRESENTES EM ÓLEOS VEGETAIS

Karine, L. Scalioni*, Nathan S. Evangelista

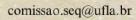
Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autora correspondente: karine.scalioni@estudante.ufla.br

A escassez dos combustíveis derivados do petróleo somada aos impactos ambientais decorrentes dos seus usos tem fomentado a busca de fontes alternativas de energia. Diante deste cenário, o biodiesel, um combustível sucedâneo ao diesel de origem mineral, têm recebido significativo destaque em âmbito acadêmico e industrial nas últimas décadas. Para simular a produção do biodiesel em larga escala, é necessário conhecer valores de viscosidade dos compostos envolvidos ao longo de toda a cadeia produtiva, com destaque para os ácidos graxos. Embora existam dados experimentais de viscosidade de ácidos graxos na literatura, estes não são suficientes para fins de simulação, pois abrangem poucos compostos e condições limitadas de temperatura. Para suprir esta escassez de dados, podese recorrer à modelos termodinâmicos capazes de estimar viscosidades dentro de níveis de exatidão aceitáveis para cálculos de Engenharia. Assim, este trabalho teve por objetivo comparar modelos termodinâmicos existentes na literatura para a predição da viscosidade de ácidos graxos em diferentes condições de temperatura. Os modelos avaliados foram: Souders (1938), Thomas (1946), Orrick/Erbar (1974), Morris (1986), Joback/Reid (1987), Marrero-Pardillo (2000), Hsu-Sheu-Tu (2002), Yinghua-Peisheng-Ping (2002), Nannoolal et al. (2009) e Ceriani-Gonçalves-Coutinho (2011). Para concluir acerca do nível de exatidão dos modelos, foi utilizado um banco de dados contendo 285 valores experimentais de viscosidade de 16 ácidos graxos no intervalo de temperatura X-Y. Todos os dados foram extraídos da ferramenta Thermolit presente no simulador de processos Aspen PlusTM. A performance dos modelos foi avaliada com base em comparações diretas entre dados experimentais e calculados com base nos seguintes parâmetros estatísticos: desvio relativo (%DR), desvio relativo absoluto (%DRA) e desvio médio relativo absoluto (%DRA). Os resultados apontam que o modelo de Hsu-Sheu-Tu (2002) produziu as melhores estimativas para ácidos graxos saturados, tendo produzido um %DMRA=7,73%; para os ácidos graxos insaturados, os melhores resultados foram gerados modelo de CerianiGonçalves-Coutinho (2011), que produziu um valor de %DMRA de 2,58%. O presente trabalho tem apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais por meio do programa PIBIC/FAPEMIG, referente ao Edital PRP Nº 10/2022 da Universidade Federal de Lavras

Palavras-chave: ácidos-graxos, viscosidade, modelos termodinâmicos.















MODELAGEM MATEMÁTICA DA CINÉTICA DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA A PARTIR DO HIDROLISADO ENZIMÁTICO DE BAGAÇO DE CANADE-AÇÚCAR.

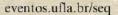
Giovana G. S. Candian*, João Moreira Neto

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autora correspondente: giovana.candian@estudante.ufla.br

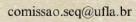
Os biocombustíveis ganharam destaque no cenário energético devido sua renovabilidade e sustentabilidade. São obtidos dos resíduos de matérias primas já utilizadas, como no caso da cana de açúcar: o bagaço. Esse biocombustível do bagaço da cana é conhecido como etanol de 2ª geração. Apesar de possuir uma baixa produção no cenário brasileiro, a promessa de aumento de sua utilização cresce a cada ano e com os novos estudos se torna ainda mais viável. Em processos reais, é importante perceber que as condições operacionais estão em constante mudança. Variações de temperatura, velocidade de alimentação, quantidade de reagente utilizada são de grande impacto quando se avalia o rendimento do processo de fermentação. Por isso, é importante acompanhar uma tendência dos dados do processo para que, quando ocorrer imprevistos, o modelo feito possa delinear onde está o problema. O presente trabalho realizou a modelagem matemática para o etanol de segunda geração hidrolisado a partir de pré-tratamento com ácido sulfúrico utilizando o software Scilab. Os dados simulados foram obtidos a partir de experimentos em batelada e foi proposta a modelagem matemática diferencial para obtenção dos parâmetros cinéticos de fermentação dependentes da temperatura. O modelo diferencial juntamente com o desenvolvimento de um algoritmo genético representou o processo frente as alterações de temperaturas e concentrações de célula e substrato. O comportamento gráfico dos parâmetros simulados e seu significado físico frente suas alterações com o aumento de temperatura foram analisadas. Os perfis encontrados atenderam de maneira satisfatória os dados experimentais, porém, pelas simulações, pôde-se notar que um ponto de melhoria é uma melhor coleta dos dados para um refino do modelo e melhor adequação.

Palavras-chave: etanol, bioetanol, modelagem matemática, Scilab, parâmetros.

















AVALIAÇÃO E MODELAGEM MATEMÁTICA DA HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO BAGAÇO DE CANA-DEAÇÚCAR EMPREGANDO ADITIVO DE BAIXO CUSTO

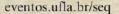
Douglas P. da Silveira, Maria Clara K. Marques, Luciano J. Corrêa, Gilson Campani*

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autor correspondente: gilson.campani@ufla.br

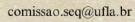
Devido à demanda por novas formas de energias renováveis e reutilização dos materiais provenientes de resíduos agroindustriais, o etanol de segunda geração (E2G) surge como um grande aliado. Esse biocombustível é produzido a partir da conversão da biomassa lignocelulósica em açúcares fermentescíveis, que são posteriormente fermentados para originar o etanol. Entretanto, sua produção possui como restrição a presença da lignina, molécula capaz de inibir a celulase e reduzir a produção de glicose e, consequentemente, do etanol. O uso de aditivos é capaz de reduzir a adsorção improdutiva das enzimas celulases à lignina e, com isso, aumentar a produção de glicose. A proteína de soja é um exemplo de aditivo de baixo custo e com resultados promissores. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos seguintes fatores sobre a hidrólise enzimática do bagaço de cana-de-açúcar explodido a vapor: proteína de soja como aditivo (10, 20 e 30 g/L), carga de sólidos (10, 15 e 20%) e carga enzimática (10, 15 e 20 FPU/gBCA). Foi proposto também um modelo matemático fenomenológico que descreve a dinâmica do processo. As condições operacionais empregadas foram pH de 4,8, temperatura de 50 °C, 48 h de reação e agitação de 150 rpm. O melhor resultado obtido com 10% de carga de sólidos foi para a concentração de 20 g/L de aditivo, alcançando a concentração final de glicose de 68 ± 7 g/L. Para o efeito da carga de sólidos, o hidrolisado com carga de 15 % apresentou a maior concentração final de glicose, sendo esta de 79 ± 7 g/L. Por fim, analisando diferentes cargas enzimáticas, o melhor resultado, levando em consideração o custo/benefício no processo, foi com 15 FPU/gBCA, obtendo 77± 4 g/L de glicose ao final da reação. Sendo assim, conclui-se que a adição da proteína de soja como aditivo tem efeito positivo com a obtenção de resultados promissores para o processo de hidrólise enzimática do bagaço de cana-de-açúcar pré-tratado com explosão a vapor. O próximo passo será ajustar e validar o modelo matemático com base nos dados experimentais. Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio disponibilizado à pesquisa, através da concessão da Bolsa IC pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).

Palavras-chave: sacarificação, biomassa lignocelulósica, etanol de segunda geração, proteína de soja, bioprocesso.















SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE SÍLICAS MICRO-MESOPOROSAS PARA ADSORÇÃO DE CO2

Guilherme L. César^{1,*}, Jéssica de Oliveira N. Ribeiro²

¹Universidade Federal de Lavras, Escola de Engenharia, Setor de Engenharia Química ²Universidade Federal de Lavras, Escola de Engenharia, Setor de Engenharia Materiais *Autor correspondente: guilherme.cesar@estudante.ufla.br

O biogás surge em um cenário em que a seleção de matrizes energéticas renováveis e limpas vem se tornando cada vez mais imprescindível. Isso porque a utilização de combustíveis fósseis acarretam em graves alterações climáticas, como o aquecimento global. No entanto, a utilização do biogás precisa contornar desafios devido à presença de contaminantes, como o dióxido de carbono (CO2). A contaminação do biometano com o CO2 exprime problemas como redução do poder calorífico do gás e corrosão de dutos durante o seu transporte. Dessa forma, muitas alternativas de captura do CO2 vêm sendo investigadas. Entre elas, a adsorção gássólido apresenta ótimas vantagens, como a facilidade da recuperação do adsorvente. Materiais porosos apresentam grande eficácia para adsorção, por possuírem elevada área superficial. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é estudar a viabilidade de aplicação da família de sílicas SBA-15, material de elevada porosidade, como estratégias de captura do CO2. A síntese dessa família faz uso da técnica sol-gel, em que coloides dispersos em uma solução, após inúmeras reações químicas, formam uma estrutura cerâmica rígida. Neste trabalho, as amostras foram sintetizadas em três rotas: sílica pura, dopada com 3% de Zircônio (Zr) por co-condensação e dopada com 10% de Zr de modo semelhante. Para comprovação da viabilidade de aplicação desse material, fez-se necessária a aplicação de técnicas de caracterização. Dessa forma, foi realizada uma avaliação comparativa a partir da influência da presença do hetorátomo de Zr em diferentes proporções na estrutura da sílica e o seu impacto na adsorção CO2. Em um primeiro momento, foram realizados ensaios de caracterização pela técnica de FTIR, em que se observou uma mudança de intensidade dos picos de absorção e pequenos deslocamentos no número de onda desses picos que comprovaram a inserção do heteroátomo na estrutura. Além disso, foram comparados ensaios de FTIR de amostras calcinadas e que não passaram pela calcinação, e comprovou-se a inserção do surfactante que foi utilizado como modelo na técnica sol-gel, o qual confere uma estrutura de poros hierárquica às amostras. Em seguida, a performance foi avaliada em ensaios de termogravimetria com fluxos de CO2. A amostra de sílica pura apresentou um rendimento inferior na adsorção dessas moléculas, quando comparadas com as dopadas com 3% e 10% de Zr. Logo, foi possível verificar o aumento da efetividade causada pela presença do Zr na estrutura da SBA-15.

Palavras-chave: captura de CO2, adsorção, sílicas micro-mesoporosas.

eventos.ufla.br/seq







16



ANÁLISE DO POTENCIAL DO BAGAÇO DE MALTE PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL DE 2ª GERAÇÃO

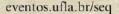
Nayara, A. Belo*, Luciano J. Corrêa

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autora correspondente: nayara.belo@estudante.ufla.br

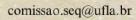
Com o aumento da demanda por combustíveis e a necessidade de uma produção mais sustentável, o etanol de segunda geração se torna uma das principais alternativas aos combustíveis fosseis. O E2G é produzido a partir de uma biomassa lignocelulósica e se difere do etanol de primeira geração devido ao fato de possuir duas etapas adicionais como o pré-tratamento e hidrólise enzimática. O bagaço de malte é um dos principais resíduos gerados pelas indústrias cervejeiras, e como se trata de uma biomassa lignocelulósica pode ser uma fonte promissora para a produção do bioetanol. Com isso, o presente trabalho tem como objetivo analisar o potencial do bagaço de malte para a produção de etanol de segunda geração avaliando diferentes pré-tratamentos desta biomassa durante a hidrólise enzimática. O bagaço de malte foi submetido inicialmente a secagem em estufa a 60°C por 48 horas. Na sequência, foi realizado o pré-tratamento físico que consistiu na moagem desse bagaço seco em um moinho de facas do tipo Willey. Foi realizado também o prétratamento hidrotérmico em um reator do tipo Parr de alta pressão a 195°C por 5 minutos. Ademais, foram realizados três pré-tratamentos químicos em autoclave, a 121°C, 1 atm durante 30 minutos, com NaOH com concentrações de 1 e 4% m/v e H2SO4 com concentração de 1% m/v. Posteriormente foi realizada a hidrólise enzimática do bagaço em uma incubadora shaker com amostras que foram submetidas a esses cinco pré-tratamentos, realizada em um volume reacional de 50mL, com concentração de bagaço de 5% m/v, concentração enzimática de 10 FPU/gbagaço 50°C e pH 4,8 por 48 horas. Foram coletadas amostras nos tempos de 2, 4, 6, 8, 24, 30 e 48 horas. As amostras foram centrifugadas por 5 min a 3000 rpm e com o sobrenadante foi realizada a análise de acúcares no espectrofotômetro através da metodologia de DNS. Os resultados preliminares se mostraram bastante promissores, tornando assim o bagaço de malte como uma fonte promissora para obtenção de bioetanol.

Palavras-chave: bioetanol, biomassa, hidrólise enzimática.

















EFEITO DA INTERMITÊNCIA NA SECAGEM INFRAVERMELHA DE BANANAS ASSISTIDA POR CONVECÇÃO

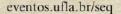
Luísa Reis Moreira*, Renata A. B. Lima-Corrêa, Lidja D. M. S. Borel

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autora correspondente: luisa.moreira2@estudante.ufla.br

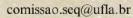
A banana é uma fruta de grande importância econômica para o Brasil. Por ser altamente perecível, sua comercialização in natura se torna um desafio. A produção de frutas desidratadas mostra-se como uma alternativa para comercializar frutos fora dos padrões de qualidade para consumo in natura e, também, excedentes de produção, minimizando desperdícios. Um dos métodos mais utilizados para a produção de frutas secas é a secagem convectiva. Entretanto, este método leva a perdas na qualidade do material pela maior exposição deste ao ar aquecido, além de apresentar baixa eficiência energética. Assim, nos últimos anos, técnicas de secagem combinadas têm sido avaliadas para a desidratação de produtos agrícolas. Dentre as disponíveis, a combinação da radiação infravermelho (IV) com a convecção forçada com ar não aquecido mostra-se vantajosa, pois enquanto a radiação intensifica o processo, o fluxo convectivo resfria a superfície do material, minimizando perdas na qualidade. Outra forma de melhorar a eficiência energética é pelo uso da intermitência. Durante o período de têmpera, a umidade é transferida do centro para a superfície da amostra, podendo resultar na redução do tempo de secagem e minimizar danos causados pelo calor. Assim, este trabalho objetivou estudar a secagem IV assistida por convecção com ar não aquecido de forma intermitente e contínua para avaliar a influência da potência IV e da intermitência na cinética de secagem e na umidade final do produto. Foi realizado um planejamento experimental fatorial 32, em que as variáveis manipuladas foram a potência IV (118, 178 e 238 W) e o tempo de intermitência (0, 10 e 20 min). Para a execução dos experimentos, bananas cortadas em rodelas de 1,0 cm de espessura foram dispostas em bandeja circular (D=16 cm), que foi inserida em um secador infravermelho equipado com ventilador axial. A velocidade do ar foi mantida constante (1,5 m/s), sendo variadas a potência da radiação IV e os tempos de intermitência, em que as amostras eram mantidas em dessecador. Como resultado preliminar tem-se que, para a secagem contínua, o aumento da potência IV de 118 para 238 W resultou em amostras com menor umidade, além de reduzir o tempo de secagem em torno de 76%. Ensaios realizados usando potência IV de 238 W e intervalo de intermitência de 10 min mostram ainda que o uso da intermitência diminuiu o tempo de secagem em 33%, mostrando-se como boa estratégia de secagem. Os autores agradecem à FAPEMIG pelo apoio financeiro (APQ 00320/21) para a realização do trabalho.

Palavras-chave: secagem intermitente, fruticultura, secagem combinada.

















AVALIAÇÃO DO EFEITO DA UMIDADE E DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE ESCOAMENTO DE SEMENTES DE MAMÃO

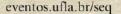
Vinícius S. Oliveira*, Polyanna X. S. e Silva, Suellen M. Nascimento

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autor correspondente: vinicius.oliveira5@estudante.ufla.br

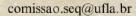
O mamão é uma fruta amplamente encontrada em regiões com clima tropical e subtropical. Foi introduzida no Brasil em meados de 1587, devido às condições favoráveis do país, tornando-o um dos principais produtores mundiais. Geralmente apenas a polpa do mamão é consumida, gerando uma quantidade significativa de resíduos, formados pelas cascas e sementes descartadas, que representam cerca de 50% da fruta. Atualmente, inúmeros trabalhos têm demonstrado que as sementes do mamão podem ser um produto de alto valor agregado, pois apresentam alto teor de óleo e quantidade significativa de glicosinolatos, além de serem ricas em nutrientes e fibras. Contudo, as sementes de mamão apresentam alto teor de umidade, tornando indispensável a utilização de métodos de secagem com o intuito de aumentar a vida útil do produto e conservar seus constituintes químicos e minerais. Dessa maneira, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver metodologias para determinar os parâmetros de escoamento das sementes de mamão, que são importantes para o projeto de secadores, e avaliar como esses variam com a umidade. Experimentalmente, realizou-se a secagem das sementes em uma estufa a 105°C, retirando amostras em intervalos de 1 hora para execução dos experimentos fluidodinâmicos. Para cada umidade, foi realizada a picnometria líquida para obtenção da densidade aparente das partículas. No cálculo da densidade bulk foi usada uma proveta de volume conhecido. O diâmetro médio e esfericidade das partículas foram calculadas por análise de imagens utilizando o software ImageJ. Para a determinação do ângulo de repouso estático foi desenvolvido um aparato próprio, com fundo removível. Para a medida desse ângulo utilizou-se o software Tracker ajustando uma reta ao longo da pilha de partículas e o ângulo de repouso foi obtido com base no coeficiente angular. O ângulo de repouso dinâmico foi obtido utilizando um tambor rotativo e analisando as imagens com o software Meazure, foram feitas as medições. O coeficiente de restituição foi obtido através da gravação em câmera lenta do choque entre duas partículas, sendo medida a altura em que a primeira partícula era solta em movimento pendular e a altura máxima que a segunda partícula atingia após o choque com a outra. As metodologias desenvolvidas têm-se mostrado promissoras na caracterização da fluidodinâmica das sementes de mamão como uma função da umidade e deverão ser usadas na modelagem do escoamento dessas partículas.

Palavras-chave: secagem, semente de mamão, dinâmica de partículas, fluidodinâmica.

















REATORES FOTOCATALÍTICOS PARA DEGRADAÇÃO DE CORANTE PR5

Gabrielle Gonçalves de Moura^{1,*}, Natália Maira Braga Oliveira¹, Fabiano Magalhães²

¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química ²Universidade Federal de Lavras, Departamento de Química *Autora correspondente: gabrielle.moura@estudante.ufla.br

O progresso industrial, mesmo sendo fundamental, corrobora para diversos problemas ambientais. No Brasil, um setor que se destaca como fonte de contaminação por meio de seus efluentes industriais é o têxtil, sendo corantes muito comuns entre eles. Corantes possuem estruturas aromáticas complexas, efeitos tóxicos e não são biodegradáveis, além de acarretar na não absorção de luz, quando liberado em corpo hídrico sem tratamento, causando desequilíbrio no ecossistema. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar diferentes sistemas reacionais para a degradação, via fotocatálise, do corante Preto Reativo 5 (PR5), utilizando 10 mg dióxido de titânio (TiO2) como fotocatalisador. Além disso, estudar a influência do controle de temperatura e presença de oxigênio no meio reacional. Para isso, foram utilizados um reator encamisado (R1) confeccionado em PVC e proveta de vidro, um reator do tipo caixa (R2), lâmpadas UVC (germicidas), de 36 W imersa em solução para o R1 e 51 W localizada no topo para o R2, 400 mL de PR5 40 mg/L por reação, bomba de aquário para oxigenação e um banho termostático para controle de temperatura. As reações realizadas foram a adsorção, fotocatálise e fotólise, com alíquotas de 5 mL retiradas em tempos predeterminados. A adsorção foi realizada para evitar interferência nas reações fotocatalíticas, com duração de 30 minutos e intervalo de retirada de 15 minutos, na presença de TiO2 e ausência de luz. A fotocatálise foi feita em seguida, com a luz acesa, por 20 minutos e amostras sendo retiradas a cada dois minutos. A fotólise foi realizada no mesmo intervalo da fotocatálise, para avaliar a degradação do corante sem fotocatalisador e na presença de luz. Nos experimentos realizados no R1 sem controle de temperatura, resultados de degradação obtidos foram de 99% (com adição O2) e 87% (sem adição de O2). Já as reduções para controles de temperatura foram de 55% (10 °C), 95% (25 °C) e 99,7% (35 °C). As fotólises dessas reações não foram significativas, com o maior valor sendo de 52% em 35 °C. Para as reações no R2, as descolorações em fotocatálise foram em torno de 22%, com e sem adição de O2, e as fotólises não atingiram 1% de descoloração. Assim, é possível avaliar que o R1 é mais eficiente para a degradação do corante PR5 em 20 minutos de reação, como era esperado devido a imersão da luz, maior facilidade em borbulhar o O2 e possibilidade de controle de temperatura.

Palavras-chave: dióxido de titânio, reator encamisado, indústria têxtil, fotocatálise.



eventos.ufla.br/seq







20



ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE FENOL EM ESPECTROFOTÔMETRO ULTRAVIOLETA VISÍVEL

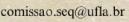
Larissa A. Ribeiro*, Cristiane A. Pereira

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autora correspondente: larissa.ribeiro2@estudante.ufla.br

Os processos industriais utilizados na refinaria de petróleo geram quantidades consideráveis de fenol (50-260 ppm) nos efluentes aquosos, promovendo danos à fauna e flora aquáticas. Atualmente, são aplicados os processos oxidativos avançados (POAs) nos tratamentos de efluentes em indústrias petroquímicas, nos quais utilizam luz ultravioleta para ativação do catalisador que adsorve o contaminante para sua efetiva mineralização. Considerando os ensaios fotocatalíticos de degradação de fenol, há necessidade de realização de estudos referentes a determinação do seu teor e de seus metabólitos nos efluentes reacionais. Assim, utilizou-se dois espectrofotômetros de ultravioleta visível (Femto 800 XI) e (Thermo Scientific- Genesys 10S Vis) para análise qualitativa e quantitativa do fenol. Dessa forma, na etapa inicial verificou-se que o equipamento era adequado para detectar o composto contaminante e a partir de uma análise da varredura espectral entre 200-1000 nm no equipamento Genesys, foi verificada a absorbância do fenol entre 200 nm a 350 nm no qual a máxima absorbância se encontra em 269 nm concordando com dados da literatura. Para a realização da análise quantitativa foram preparadas três curvas analíticas contendo nove soluções aquosas de fenol com concentração de 0, 0.2, 1.0, 2.5, 5.0, 10.0, 15.0, 20.0, 25.0 ppm seguido da determinação da absorbância em duplicata de cada amostra em cada um dos equipamentos. Ao verificar a absorbância do conjunto de medidas, inferiu-se que o equipamento Femto 800 XI obteve desvio padrão ±0.06821, coeficiente de determinação de (R 2 = 0.9995) e variância 0.00465 enquanto o equipamento Genesys 10S Vis obteve desvio padrão de ±0.1785, coeficiente de determinação (R2 =0.9952) e variância de 0.0318. Dessa forma, a detecção nas condições operacionais propostas nos testes fotocatalíticos mostra que os equipamentos são adequados para a análise quantitativa e qualitativa do fenol. Considerando a literatura a espectrofotometria ultravioleta é adequada para determinar a concentração de fenol na faixa de 269 nm. O equipamento com melhor desempenho na quantificação de fenol em efluentes aquosos foi o equipamento Genesys 10S Vis por possuir maior absorbância espectral que indica maior sensibilidade e possibilidade de detectar quantidades menores de fenol.

Palavras-chave: espectrofotometria, compostos fenólicos, efluente, curva analítica













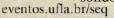
ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE E FRAÇÃO DE PREENCHIMENTO EM UM TAMBOR ROTATIVO COM SUSPENSORES APLICADO NA SECAGEM MICRO-ONDAS DE CAFÉS ESPECIAIS

Andressa J. B. Carvalho*, Suellen M. Nascimento, Irineu Petri Júnior

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autora correspondente: andressa.jbcarvalho@gmail.com

A secagem é uma operação unitária que tem o objetivo de reduzir a umidade do produto, facilitando, principalmente seu armazenamento e transporte. O tambor rotativo com suspensores ganha destaque quando se trata da secagem de grãos, como o café, pois facilita a homogeneização do material. Atualmente, o aquecimento via micro-ondas vem ganhando destaque, devido as suas diversas vantagens. Entretanto, os trabalhos que tratam de secagem de cafés em micro-ondas cilíndricos são escassos na literatura. Portanto, o objetivo desse trabalho foi analisar a dinâmica dos grãos de café no interior do tambor rotativo com suspensores para diferentes velocidades de rotação e frações de preenchimento, utilizandose da fluidodinâmica computacional. As simulações foram realizadas no software Fluent, sendo utilizado um tambor de 62,98 cm de diâmetro e 14,13 cm de comprimento com 9 suspensores de 7,87 cm de comprimento e 3,94 cm de altura. As velocidades de rotação empregadas foram 1, 2, 3, 5, 10, 15, 25 e 35 rpm e foi utilizada uma fração de preenchimento de 30% de grãos de café. Para análise da fração de preenchimento, o tambor estudado foi preenchido com 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80 e 90% do seu volume com grãos de café e foi utilizada uma velocidade de 3 rpm. Ao final das simulações foram analisadas a massa de sólidos em função do ângulo e os perfis de fração de preenchimento após uma volta completa do tambor. Com análise do perfil de fração de sólidos, para velocidades de rotação superiores a 5 rpm, notou-se um aumento do ângulo de repouso dinâmico dos grãos de café e, além disso, uma inclinação das cortinas, sendo observado um arraste dos sólidos. Este comportamento pode ser prejudicial para a secagem, pois altas velocidades de rotação podem causar grandes impactos entre partícula-partícula e partícula-parede, danificando os grãos. Pela análise da massa de café no suspensor em função do ângulo, notou-se que para maiores velocidades de rotação os suspensores são completamente descarregados em maiores ângulos. Analisando os resultados e visando a integridade dos grãos, é mais promissor que se opere com velocidades de 2 ou 3 rpm. Com a variação da fração de preenchimento, notou-se um aumento da massa de café na posição de 0º até a que o tambor se encontrasse com 40% de preenchimento. Além disso, o tempo de residência dos grãos no suspensor aumentou com o aumento do preenchimento, o que também foi percebido pela análise do perfil de fração de sólidos. Os autores agradecem a FAPEMIG, CNPq e UFLA pelo suporte fornecido para a realização do trabalho.

Palavras-chave: fluidodinâmica computacional, tempo de residência, rotação, fração de sólidos.









22



ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA COMBINAÇÃO DE SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA E INFRAVERMELHO NA PRODUÇÃO DE CAFÉ SOLÚVEL

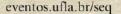
Julia, L. Moreira*, Renata, A. B. Lima-Corrêa

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autora correspondente: julia.moreira2@estudante.ufla.br

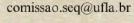
Considerando a relevância do Brasil como principal produtor e exportador de café, além de ser o segundo maior consumidor global da bebida, é possível explorar a opção de comercializar café solúvel, cuja demanda tem apresentado um aumento expressivo tanto no mercado nacional quanto no internacional. O café solúvel é resultante da desidratação do extrato aquoso de café e sua produção é majoritariamente realizada através do uso do spray dryer, uma técnica que submete o extrato a altas temperaturas e pressão, podendo ocasionar perdas significativas de aroma e sabor. Assim, visando posterior avaliação da técnica de secagem em camada de espuma (foam mat drying) assistida por infravermelho para a produção de café solúvel, objetivou-se com o presente trabalho realizar um levantamento bibliométrico com o intuito de obter a evolução da produção científica e relevância do tema ao longo dos anos. A combinação da secagem em camada de espuma com infravermelho aproveita os benefícios de ambos os métodos. Pelo primeiro, alimentos líquidos e pastosos são convertidos em espumas, pela incorporação de ar na presença de agentes emulsificantes e, em seguida, a espuma é seca em uma camada fina resultando em um pó de fácil reidratação. Já a radiação infravermelha acentua o processo, se apresentando como uma alternativa com maior eficiência energética em comparação aos métodos convectivos tradicionais. A análise bibliométrica foi realizada na base de dados Web of Science com um levantamento sistemático da evolução da produção científica acerca do tema. Foram utilizadas as palavras-chave "Foam mat dry*" e "Infrared dry*". O levantamento revela a escassez de estudos sobre a combinação das técnicas em questão, com somente 59 trabalhos publicados nos últimos cinco anos, sendo a China responsável por mais de 40% desse montante. No entanto, o aumento das publicações em várias áreas do conhecimento demonstra a crescente importância do desenvolvimento de tecnologias combinadas, como a secagem em camada de espuma com infravermelho, para a desidratação de alimentos líquidos, o que pode dar ao Brasil posição de destaque em pesquisas e avanços tecnológicos neste campo. Os autores agradecem à FAPEMIG pelo suporte fornecido para a realização do trabalho.

Palavras-chave: foam mat drying, secagem infravermelha, levantamento bibliométrico.









@sequfla





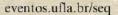


DETERMINAÇÃO DAS EFICIÊNCIAS ENERGÉTICA E DE SECAGEM DO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO EM CAMADA DE ESPUMA PARA PRODUÇÃO DE CAFÉ SOLÚVEL

Melissa A. Lopes^{1,*}, Hugo Perazzini², Renata A. B. Lima-Corrêa¹

¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química ²Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Recursos Naturais *Autora correspondente: melissa.lopes@estudante.ufla.br

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de café solúvel. Dados da Associação Brasileira da Indústria de Café Solúvel (ABICS) mostram que em 2022, essa comodity foi exportada para 100 países e atingiu um recorde no consumo interno. A técnica usual para a produção de solúvel é a spray drying, mas a elevada temperatura utilizada no processamento pode acarretar perdas de propriedades organolépticas do produto. Um importante fator para a escolha da técnica de desidratação é o aspecto energético. Este é normalmente avaliado pela eficiência energética, que pode ser determinada utilizando índices instantâneos e cumulativos. A eficiência instantânea indica a energia necessária para evaporar a umidade de um material em um determinado instante em relação à energia suprida ao secador neste mesmo instante e sua integração em um intervalo de tempo permite calcular a eficiência cumulativa. A determinação da eficiência de secagem é igualmente importante, a qual diferentemente da eficiência energética, quantifica a fração de energia disponível que foi utilizada para a evaporação da umidade. A secagem em camada de espuma surge como uma alternativa, já que é possível realizar o processo sob temperaturas amenas. Essa técnica utiliza da formação de uma espuma que será seca, sendo ela responsável por aumentar as taxas de secagem. O menor tempo normalmente obtido pode, inclusive, compensar a menor carga de material por operação, aumentando o rendimento e performance energética do secador. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as eficiências energética e de secagem da desidratação em camada de espuma para produção de solúvel nas temperaturas de 50, 70 e 90°C. A espuma foi produzida com 5,05% (m/V) de albumina, 0,1 g de goma xantana e 1066,67 rpm de velocidade de agitação. As eficiências energética e de secagem foram determinadas conforme Perazzini et al. (2020) e Menshutina et al. (2004), respectivamente. Concluiu-se que a eficiência energética foi maior para 50°C (7,82%) e no início do processo a eficiência instantânea é superior pela predominância do mecanismo convectivo. Nas temperaturas de 70 e 90°C, a eficiência energética cumulativa apresentou valores de até 4,77%, inferiores aos encontrados na literatura para leitos fixos (5-50%). Este resultado sugere a necessidade de concentrar o extrato de café antes do processo de formação da espuma.





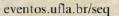




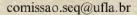


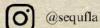
As eficiências de secagem são mais sensíveis às condições de desidratação e foram sempre inferiores às energéticas (\leq 6,93%). Os autores agradecem a FAPEMIG pelo suporte fornecido para a realização deste trabalho.

Palavras-chave: espuma, eficiência energética instantânea, eficiência energética cumulativa.















ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO TEOR DE TENSOATIVO NA ESTABILIDADE DE EMULSÕES DE ÓLEOS VEGETAIS EM ÁGUA

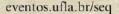
Ayessa, X. Freitas*, Iara H. Rodriguez

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autora correspondente: ayessa.freitas@estudante.ufla.br

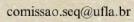
O despejo de efluentes domésticos e industriais pode provocar danos aos corpos hídricos e todo o ecossistema ao seu redor, quando feitos de forma inadequada. Em um meio aquoso, a presença de óleo e de um tensoativo, como detergente, por exemplo, favorece a formação e estabilização de emulsões óleo-água, aumentando a turbidez do corpo d'água. A remoção deste óleo emulsionado é importante para preservação da fauna e flora, e uma das técnicas utilizadas para desestabilização dessas emulsões é o uso de coagulantes químicos. Para a obtenção de um processo de desestabilização mais efetivo é necessário investigar primeiramente a formação e estabilidade de emulsões óleo-água. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do teor de tensoativo na estabilidade de emulsões de óleos vegetais em água utilizando três óleos, canola, girassol e soja, e detergente comercial, como tensoativo. Foram preparadas emulsões em escala laboratorial com concentração de óleo de 2% m/m, para concentrações de detergente de 2,5%, 5%, 10% e 20% m/m. Para o preparo das emulsões foram utilizados béqueres de 1000 mL, e um agitador da marca Fisatom com velocidade fixa de rotação. Após um tempo de agitação de 20 minutos, avaliou-se a estabilidade das emulsões através de medidas de turbidez, obtidas com um turbidímetro da INSTRUTHERM modelo TD-300 e por observação visual. Para as medidas de turbidez foram retiradas alíquotas nos tempos 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120 e 140 minutos, após cessar a agitação. A partir do tempo de 60 minutos, observou-se uma faixa de estabilidade para todas as emulsões preparadas com os três óleos. As emulsões com óleos de girassol e soja apresentaram os menores valores de turbidez, para baixas concentrações de detergente. Dentre os três óleos, o que apresentou valores mais elevados de turbidez para todas as concentrações de detergente, foi o óleo de canola. Para o óleo de soja foi observado um valor de turbidez em torno de 700 NTU para a concentração de 2% de óleo e 20% de detergente, sendo este o maior valor de turbidez comparando-se os três óleos. Com base nos resultados, observa-se que, quanto maior a concentração de detergente, maior é a turbidez da emulsão, para uma mesma concentração de óleo, e por consequência, maior é a sua estabilidade. Os resultados do presente estudo auxiliam no entendimento sobre formação e estabilidade de emulsões de óleos vegetais em água, o que contribui para a realização de trabalhos futuros sobre desestabilização.

Palavras-chave: emulsões óleo-água, tensoativos, óleos vegetais, efluentes.

















PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOCARVÕES DE BAGAÇO-DE-CANA MODIFICADO COM ÁCIDO OU BASE PARA ADSORÇÃO DE MN(II) EM MEIO AQUOSO

Júlia Borges Camargos^{1,*}, Amanda Eugênio de Castro², Evanise da Silva Penido², Guilherme Max Dias Ferreira²

¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química ²Universidade Federal de Lavras, Departamento de Química, Setor de Química *Autora correspondente: julia.camargos@estudante.ufla.br

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, gerando uma grande quantidade de biomassa residual de interesse para o mercado, como o bagaço. Este resíduo pode ser matéria-prima para produção de biocarvões (BC) visando à remoção de contaminantes de efluentes aquosos através da adsorção. Na mineração, por exemplo, a contaminação por metais potencialmente tóxicos, como o manganês, é de grande preocupação ambiental devido a seu papel como precursor de diversas doenças quando encontrado em níveis superiores aos exigidos pelos órgãos reguladores. Assim, o objetivo deste trabalho foi produzir e caracterizar BC obtidos por pirólise do bagaço de cana-de-açúcar para adsorção de Mn(II) em efluentes aquosos sintéticos. A biomassa, sem tratamento, previamente tratada com ácido (H3PO4) ou com base (NaOH), foi pirolisada em forno mufla em temperatura final de 400°C, gerando, respectivamente, os materiais BC400-ST, BC400-TA e BC400- TB. Para caracterização dos materiais, foram utilizadas a espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e a microscopia eletrônica de varredura (MEV). A adsorção de Mn(II) pelos BC foi avaliada em diferentes concentrações de cloreto de sódio e sulfato de ferro (II). Isotermas de adsorção em estudos de batelada também foram obtidas. A análise de FTIR mostrou que vários grupos funcionais presentes na biomassa desapareceram após a pirólise, como C-OC e O-H. A análise de MEV apontou que a biomassa tratada com base apresentou estruturas de poros abertos mais evidentes que as demais, contribuindo para uma melhor manutenção da estrutura de poros no BC400-TB. As isotermas de adsorção mostraram que o BC400-TB possuiu capacidade de adsorção superior aos demais BC, atingindo valores de quantidade adsorvida por massa de adsorvente (qe) de 21,8497 mg g-1. O aumento da concentração de NaCl na solução diminuiu a porcentagem de remoção de Mn(II) (%R) para todos os biocarvões, alcançando reduções de até 55,15% para concentração de NaCl de 0,1 mol/L para o BC400-TB. O aumento da concentração de Fe(II) na solução produziu efeito similar, indicando competição entre os íons metálicos pelos sítios adsortivos dos adsorventes e/ou estabilização do Mn(II) na solução promovida pela adição de outros sais no meio. Concluiu-se que o pré-tratamento ou não da biomassa tem um efeito direto sobre a adsorção de Mn, sendo a estrutura do BC400-TB mais favorável para a adsorção do Mn(II). Os autores agradecem a FAPEMIG, UFLA, CNPq e CAPQ-DQI. pelo suporte fornecido para a realização deste trabalho.

Palavras-chave: adsorção de manganês, isotermas, MEV, análise de FTIR.

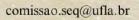
eventos.ufla.br/seq







27





AVALIAÇÃO DE EQUAÇÕES CÚBICAS PARA A ESTIMATIVA DA DENSIDADE DE ÁCIDOS GRAXOS

Lucas, R. O. Mourão*, Nathan S. Evangelista

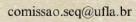
Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Setor de Engenharia Química *Autor correspondente: lucas.mourao@estudante.ufla.br

O aumento da demanda de energia e o estudo dos impactos ambientais da matriz energética mundial tem incitado pesquisas por fontes alternativas. Dentre estas, o biodiesel é apontado como um dos principais substituintes às fontes tradicionais, sobretudo por ser um combustível renovável, biodegradável e gerar baixa emissão de gases poluentes. A simulação de uma planta industrial de produção do biodiesel requer o conhecimento da densidade de ácidos graxos em fase líquida. Embora a literatura possua dados experimentais, estes não suprem toda a demanda industrial, visto que não abrangem todos os compostos nem todas as condições de temperatura e de pressão. Uma solução para contornar este problema é aplicar equações termodinâmicas para estimar esses dados com um certo nível de exatidão. Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de equações de estado cúbicas no cálculo da densidade de ácidos graxos presentes em óleos vegetais utilizados na produção de biodiesel. Foram avaliadas as equações de van der Waals (1873), Redlich-Kwong (1949), Soave-Redlich-Kwong (1972) e Peng-Robinson (1976), além de modificações das duas últimas baseadas no conceito de translação de volumes. Para testar os modelos, foi desenvolvido um banco de dados contendo 651 valores experimentais de densidade na pressão atmosférica e 329 dados a altas pressões (até 250 bar), foram extraídos a partir da ferramenta ThermoLit presente no software ASPEN PLUS© e abrangem 12 ácidos graxos. Os modelos foram avaliados por meio de comparações estatísticas entre os dados experimentais e os estimados. Diante dos resultados, observou-se que as equações transladadas ofertaram melhorias consideráveis em comparação às equações cúbicas tradicionais. Por exemplo, a equação original de Peng-Robinson (1976) retornou um desvio relativo médio de 12,81%, enquanto a mesma equação modificada por Ungerer-Batut (1997) retornou um erro médio de 5,16%. Similarmente, a equação de Soave-RedlichKwong (1972), cujo desvio relativo médio foi de 22,14%, foi superada pela modificação proposta por Péneloux-Rauzy-Fréze (1982) que produziu um erro médio de 4,92%. Ademais, observou-se que para o banco de dados a altas pressões, os desvios foram, em sua maioria, menores do que os dados a pressão atmosférica. A equação de Ungerer-Batut (1997) que apresentou o menor desvio médio para este banco de dados, que foi de 3,34%. Isto viabiliza a utilização destas equações para dados em amplas faixas de temperatura e pressão.

Palavras-chave: biodiesel, termodinâmica, densidade, estimativa.













II Semana de ENGENHARIA QUÍMICA UFLA 13 a 17 de junho de 2023



REALIZAÇÃO



PATROCINADORES









APOIADORES

















