

III Semana de Engenharia Química - 7 a 11 de outubro de 2024

LIVRO DE RESUMOS





COMISSÃO ORGANIZADORA

Organizadores (docentes):

Prof.^a Dr. Tiago José Pires de Oliveira
Prof.^a Dr.^a. Natália Maira Braga Oliveira
Prof. Dr. Nathan Sombra Evangelista
Prof. Dr. João Moreira Neto
Prof.^a Dr.^a. Iara Hernandez R. Ansoni
Prof.^a Dr.^a. Renata de Aquino B. Lima Corrêa

Coordenadores (discentes):

Ana Luiza Marconato Trece
Bárbara Alves Pereira Pineli
Ana Carolina Tavares Silva
Gustavo Antônio Alves
DutraJulia Lima Moreira
Robson Batista da Silva

Assessores (discentes):

Deividy Aparecido Martins Terra
Juliane Vieira Leodoro
Isabela Celani Ribeiro
Maria Clara Cardoso
Silas Leandro
Willian Henrique Marcello



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

Semana de Engenharia Química UFLA (3. : 2024 : Lavras, MG).
Livro de resumos da III Semana de Engenharia UFLA, 07 a
11 de outubro de 2024 / organizadores: Nathan Sombra Evangelista ... [et
al.]. – Lavras : UFLA/Engenharia Química, 2024.
21 p.

ISBN: 978-65-981070-1-7

1. Biomassa. 2. Biochar. 3. Secagem. 4. Celulose
Bacteriana. 5. Trocador de calor. I. Evangelista, Nathan Sombra. II.
Oliveira, Tiago José Pires de. III. Moreira Neto, João. IV. Ansoni, Iara
Hernandez R. V. Corrêa, Renata de Aquino B. Lima. VI. Universidade
Federal de Lavras, Engenharia Química. IV. Título.

CDD – 660.2

SUMÁRIO

DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA O DIMENSIONAMENTO DE TROCADORES DE CALOR BITUBULARES	5
ANÁLISE NUMÉRICA DA DISTRIBUIÇÃO DE CALOR NO INTERIOR DE UM GRÃO DE CAFÉ NA SECAGEM CONVECTIVA E POR MICRO-ONDAS	6
USO DE PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA COMO ADITIVO NA HIDRÓLISE DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR	7
AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DE UM PROTÓTIPO DE SECADOR MICRO-ONDAS POR TAMBOR ROTATIVO DE CAFÉS	8
ESTUDO FLUIDODINÂMICO E DE SECAGEM DE SEMENTES DE MAMÃO EM LEITO DE JORRO COM DEFLETOR DE FONTE	9
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E SECAGEM DE SEMENTES DE AÇAÍ PARA UTILIZAÇÃO NA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS	10
SECAGEM DE SEMENTES DE MAMÃO EM TAMBOR ROTATIVO ASSOCIADO COM INFRAVERMELHO	11
APLICAÇÃO DE TIO ₂ P25 E RUTILO NA DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA DE AZUL DE METILENO	12
ANÁLISE REOLÓGICA DE MEL EM DIFERENTES FLORADAS DO SUL DE MINAS GERAIS	13
PRODUÇÃO DE BRIQUETE DE CARVÃO ECOLÓGICO, POR MEIO DA EXTRUSÃO DE BIOCHAR DE CASCA DE CAFÉ	14
OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOCHAR A PARTIR DA CASCA DE CAFÉ	15
AVALIAÇÃO DA SECAGEM DO EXTRATO DE CAFÉ ESPUMADO EM SECADOR INFRAVERMELHO	16
CARACTERIZAÇÃO DOS BIOFILMES DE CELULOSE BACTERIANA TRATADA COM NaOH E CELULOSE BACTERIANA TRATADA REDISPERSA EM ÁGUA APÓS SECAGEM EM SPRAY DRYER	17
FLOTAÇÃO DE GROSSOS EM LEITO FLUIDIZADO COMO METODOLOGIA DE PRÉ-CONCENTRAÇÃO DE ESPODUMÊNIO	18
EFEITO DA SECAGEM POR SPRAY DRYER NA NANOCELULOSE BACTERIANA BRANQUEADA COM NaOH	19
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BRIQUETES UTILIZANDO CARVÃO VEGETAL DE LEUCENAS E EUCALIPTO POR EXTRUSÃO	20
OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE CELULOSE BACTERIANA: IMPACTO DO SISTEMA TAMPONANTE NA PRODUTIVIDADE E VIABILIDADE CELULAR	21



DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA O DIMENSIONAMENTO DE TROCADORES DE CALOR BITUBULARES.

Luiza C. Gonçalves*, Nathan S. Evangelista

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais, Setor de Engenharia Química

*Autor correspondente: luiza.goncalves@estudante.ufla.br

Trocadores de calor bitubulares são equipamentos formados por dois tubos concêntricos, com diâmetros diferentes, que possibilitam a troca de calor entre fluidos em escoamento. Na indústria, estes equipamentos podem ser utilizados para aquecer ou arrefecer correntes de processo, além de promover a evaporação ou condensação de fluidos. Na prática, estas operações são importantes para diversas aplicações, como na maximização da velocidade de reações, otimização de consumo energético de equipamentos e descarte de efluentes em temperaturas adequadas. Na prática da Engenharia, o dimensionamento de trocadores de calor é realizado por meio de softwares comerciais, que podem ter custos de aquisição e/ou manutenção proibitivos, sobretudo para discentes e companhias de pequeno porte. Assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma ferramenta computacional gratuita capaz de realizar a avaliação térmica e hidráulica de trocadores de calor bitubulares. A ferramenta foi implementada na linguagem de programação VBA (*Visual Basic for Applications*), que está disponível no Microsoft Excel, e é disponibilizada como um arquivo de planilha, para facilitar o acesso entre o público-alvo. O programa é capaz de verificar se o trocador de calor atende aos requisitos de troca térmica e hidráulica com base nas condições de processo fornecidas pelo usuário. Para realizar a análise térmica do trocador, o software compara a resistência de incrustação fornecida pelo usuário com a resistência calculada a partir do método Kern: se a resistência de incrustação calculada for menor que a fornecida pelo usuário, o projeto térmico é considerado satisfatório. Em adição, o software considera que o trocador satisfaz o projeto hidráulico se a queda de pressão máxima calculada pelo método Kern for menor que a fornecida pelo usuário. Para verificar a confiabilidade do software, foram realizadas comparações entre os resultados calculados e os resultados reportados em exemplos do livro “Processos de Transmissão de Calor”, do autor Donald Q. Kern, que é uma referência na área. As comparações mostraram que o programa é confiável, com desvios relativos inferiores a 4,3%, o que viabiliza sua utilização em aplicações futuras.

Palavras-chave: trocador de calor, bitubular, método Kern, VBA.



ANÁLISE NUMÉRICA DA DISTRIBUIÇÃO DE CALOR NO INTERIOR DE UM GRÃO DE CAFÉ NA SECAGEM CONVECTIVA E POR MICRO-ONDAS

Lucas Q. Monteiro*, Irineu P. Júnior

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais

*Autor correspondente: lucas.monteiro@estudante.ufla.br

A secagem é uma etapa crítica na cadeia produtiva de cafés especiais, essencial para a redução do teor de umidade dos grãos e, conseqüentemente, para a prevenção de reações fermentativas indesejadas. Os métodos convencionais de secagem podem durar de 16 a 45 horas, resultando em altos custos operacionais. Nesse contexto, a secagem por micro-ondas surge como uma alternativa inovadora, capaz de reduzir o tempo de secagem em até quatro vezes, enquanto preserva compostos aromáticos dos grãos. Este estudo visa analisar e comparar numericamente a distribuição de temperatura e a cinética de aquecimento em grãos de café durante a secagem convectiva e por micro-ondas, considerando a influência de fatores como formato do grão, disposição e rotação dos grãos no interior do secador. Para isso, um grão de café foi modelado com dimensões fiéis ao experimental e inserido em três configurações de secadores: secador convectivo fluxo paralelo, secador micro-ondas monomodo e multimodo. Na secagem convectiva, através do *software Ansys Fluent*, examinou-se a influência da disposição dos grãos na eficiência da transferência de calor. Na cavidade de micro-ondas do tipo monomodo, foi investigado como o formato do grão, com variações na sua curvatura, afeta o processo de transferência de calor. E na cavidade de micro-ondas multimodo, analisaram-se os impactos do posicionamento e rotação do grão durante o aquecimento. Ambas as metodologias micro-ondas se basearam na aplicação do modelo de aquecimento micro-ondas do *software COMSOL Multiphysics*. Os resultados revelaram que a secagem convectiva aquece os grãos de fora para dentro, enquanto a secagem por micro-ondas o aquecimento se dá de dentro para fora. Na cavidade monomodo, foi perceptível a formação de *hotspots* nos grãos de menor curvatura, gerando uma cinética mais rápida, porém mais heterogênea. Na cavidade multimodo, o posicionamento influenciou no aquecimento, sendo que, conforme os grãos se afastavam do centro, menos se aqueciam. A presença da rotação dos grãos na cavidade demonstrou redução na cinética de aquecimento, porém maior uniformidade. Em síntese, embora ambos os métodos de aquecimento apresentem características heterogêneas, a secagem por micro-ondas se destaca por sua eficiência superior. A heterogeneidade observada na secagem por micro-ondas pode ser aprimorada através da otimização estratégica da disposição e rotação dos grãos dentro da cavidade, representando avanços no desenvolvimento de secadores micro-ondas.

Palavras-chave: CFD, café especial, contornos de temperatura, heterogeneidade.



USO DE PROTEÍNA ISOLADA DE SOJA COMO ADITIVO NA HIDRÓLISE DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Pablo F. S. Maciel*, Luciano J. Corrêa, Gilson C. Junior

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais, Setor de Engenharia Química

*Autor correspondente: pablo.maciel@estudante.ufla.br

Os impactos causados pela ampla dependência da sociedade contemporânea em relação aos combustíveis fósseis semeiam a necessidade de se encontrar alternativas ambientalmente menos danosas e com capacidade de inserção no modelo econômico atual. Nesse âmbito, o etanol de segunda geração produzido a partir da biomassa de cana-de-açúcar apresenta-se como uma rota promissora, traçando seu caminho junto ao etanol de primeira geração, que possui uma cadeia produtiva já tradicionalmente estabelecida no cenário brasileiro. O método de produção de etanol de segunda geração traz consigo alguns desafios, dentre eles a inibição enzimática. Uma das formas de reduzir esse problema é a utilização de aditivos na etapa de hidrólise enzimática da biomassa lignocelulósica, que são bloqueadores de ligações não produtivas com a função de minimizar o impacto de substâncias inibidoras, neste caso em específico a lignina residual. Levando-se em consideração a disponibilidade e a sua viabilidade econômica, vários bloqueadores podem ser aplicados, e um deles, a proteína de soja, preenche requisitos importantes que encorajam seu estudo. Para avaliar o uso desse produto como aditivo, foi necessário analisar a sua influência na etapa de hidrólise enzimática em concentrações distintas (0, 2,5, 5 e 7,5 g/L), monitorando a concentração de glicose gerada no meio reacional ao longo do tempo. Os experimentos foram realizados em uma incubadora *shaker* com as seguintes condições operacionais: volume reacional de 50mL, 50°C, pH 4,8 e 150 rpm por 120 horas. Utilizou-se neste estudo a enzima Cellic CTec 2[®]. Os açúcares redutores presentes nas amostras foram quantificados pelo método DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico). Até o momento, com a utilização dessa metodologia foi possível constatar um aumento de até 40% de glicose gerada em 120 horas de hidrólise. No entanto, novos testes estão sendo feitos a fim de investigar a ocorrência de conversões acima do limite estequiométrico da reação.

Palavras-chave: bloqueadores, etanol, glicose, lignina



AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DE UM PROTÓTIPO DE SECADOR MICRO-ONDAS POR TAMBOR ROTATIVO DE CAFÉS

Gabriella M. Batista*, Carla C. Pinto, Daiana B. Mequelino, Irineu P. Júnior

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais

*Autor correspondente: gabriella.batista@estudante.ufla.br

A secagem é uma etapa crucial no processamento de cafés, influenciando diretamente a qualidade final do produto. Métodos tradicionais de secagem são amplamente utilizados, mas apresentam limitações, como elevado tempo de processamento. A secagem convectiva assistida por micro-ondas em leito fixo tem se mostrado uma alternativa eficiente, reduzindo os tempos de secagem e mantendo as propriedades físico-químicas do café. O objetivo deste estudo foi avaliar experimentalmente um protótipo de secador de micro-ondas por tambor rotativo na secagem de grãos de café, comparando-o com os métodos tradicionais de secagem em estufa em terreiro. Foram utilizados grãos de café Arábica utilizando cafés cereja e bica corrida da safra de 2024. A secagem em terreiro foi conduzida do nascer ao pôr do sol e as temperaturas do secador e da estufa foram mantidas em 40°C durante todo o processo. Parâmetros como temperatura do grão, umidade do ar e dos grãos, tempo de secagem e gasto energético foram monitorados ao longo da secagem, e a qualidade final do café foi avaliada por meio de uma análise sensorial por Q-grader. Os tempos de secagem para o café cereja e a bica corrida foram menores para o secador de micro-ondas, seguido pela estufa e, por último, a secagem em terreiro. Para o café bica corrida, o consumo energético do secador de micro-ondas e da estufa foi de 4,42 kWh e 16,92 kWh, respectivamente. A análise sensorial do café bica corrida obteve notas ABIC de 72, 74 e 75 pontos para o café seco no terreiro, com micro-ondas e estufa, respectivamente. Para o café cereja, o consumo energético do secador de micro-ondas e da estufa foi de 16,39 kWh e 42,54 kWh, respectivamente. A análise sensorial do café cereja obteve notas ABIC de 80, 81 e 82 pontos para o café seco no terreiro, com micro-ondas e estufa, respectivamente. Com isso, foi possível concluir que o secador desenvolvido demonstrou ser vantajoso, pois, em relação à análise sensorial, apresentou notas superiores às amostras secas no terreiro. Além disso, seu tempo de secagem foi menor em comparação aos outros métodos e seu consumo energético foi significativamente inferior ao da estufa, tornando-o uma excelente alternativa em relação aos métodos convencionais. Gostaria de expressar nosso sincero agradecimento à FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro, que foi essencial para a realização deste estudo.

Palavras-chave: qualidade do café, tempo de secagem, análise sensorial.



ESTUDO FLUIDODINÂMICO E DE SECAGEM DE SEMENTES DE MAMÃO EM LEITO DE JORRO COM DEFLETOR DE FONTE

Ana Carolina T. Silva*, Isabele C. Bicalho, Iara H. R. Ansoni

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais

*Autor correspondente: ana.silva76@estudante.br

O mamão é amplamente cultivado no Brasil, usado tanto para consumo direto quanto na produção de geleias, sucos e doces. Durante o processamento, grandes quantidades de sementes, ricas em óleo e ácidos graxos, são descartadas. Assim, reutilizar essas sementes pode promover práticas mais sustentáveis e viabilizar a geração de novos produtos para diversas indústrias. No entanto, devido ao elevado teor de umidade, elas se deterioram rapidamente e precisam passar por uma etapa de secagem. A secagem em leito de jorro é uma técnica promissora pois o equipamento se destaca pelas suas altas taxas de transferência de massa e calor que contribuem para uma redução satisfatória da umidade das partículas, de forma rápida e uniforme. O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento fluidodinâmico e a secagem de sementes de mamão em leito de jorro de médio porte, comparando o processo com e sem o uso de um defletor de fonte na estabilização do escoamento. Inicialmente, foi determinada a curva característica do leito sem e com o dispositivo. Posteriormente, foram realizados experimentos de secagem no leito, para duas cargas de semente (300 g e 150 g) para um tempo de operação de 30 minutos, velocidade do ar de 40 m/s, temperatura média de 46°C, sem e com defletor posicionado à 6 cm da base cônica do leito. As curvas características do leito com e sem defletor apresentaram comportamento similar e consistente com o padrão, possibilitando a identificação da velocidade mínima de jorro, queda de pressão máxima e de jorro estável. Além disso, os valores de umidade final, em base úmida, para a carga de 150 g, sem e com defletor de fonte, foram respectivamente 17,63% e 17,53%. Já para carga de 300 g, nas mesmas condições, foram 18,29% e 17,57%. Portanto, é possível concluir que não houve uma influência expressiva do defletor na secagem das sementes e que para as condições de secagem estabelecidas foi obtido um valor similar de umidade final da semente independente do aumento de carga. Ademais, é importante salientar que com a secagem em leito de jorro a 46 °C por 30 min, foi possível reduzir a umidade média das sementes de 70% para 18%, aproximadamente. Outro resultado que merece destaque diz respeito à estabilidade do escoamento. Foi observado que a operação do leito com o defletor praticamente eliminou a elutriação das sementes gerando um escoamento altamente estável. As autoras agradecem à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

Palavras-chave: fluidodinâmica, umidade, aproveitamento integral.



CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E SECAGEM DE SEMENTES DE AÇAÍ PARA UTILIZAÇÃO NA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS

Vinicius C. Silva*, Isabele C. Bicalho, Iara H. R. Ansoni

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais

*Autor correspondente: vinicius.silva21@estudante.ufla.br

O Açaí (*Euterpe oleracea*) é uma das principais frutas consumidas e comercializadas nas regiões norte e nordeste de nosso país e está presente rotineiramente nas vidas dos habitantes dessas localidades. Contudo, apesar de sua extensa presença e utilidade para os indivíduos dessas áreas, bem como de todo o país, seu processamento causa uma grande perda de parte de seus componentes, já que normalmente é utilizado para consumo somente a polpa que corresponde a apenas 20 ou 30% do fruto, ocasionando o descarte de grandes volumes de resíduo composto majoritariamente de semente. O aproveitamento desse resíduo é de suma importância uma vez que seu descarte irregular na natureza ocasiona um impacto ambiental. Diversas possibilidades de uso da semente de açaí vêm sendo estudadas, como por exemplo, na construção civil para produção de novos materiais sustentáveis ou até mesmo para produção de energia. No entanto, a viabilidade do uso da semente só é possível quando parte da água contida nela é removida. Dessa forma, o presente trabalho possui como objetivo a caracterização física da semente de açaí e a realização da secagem em leito de jorro. As sementes de açaí foram adquiridas no Maranhão, estado da região Nordeste do Brasil e foram caracterizadas a partir da medição de densidade aparente por picnometria líquida, diâmetro médio, esfericidade, peso de mil sementes e teor de umidade. O leito de partículas também foi caracterizado a partir da medição dos dados de densidade *bulk*, porosidade *bulk* e ângulo de repouso dinâmico e estático. Além disso, foi obtida a curva da cinética de secagem em estufa para as sementes e foi realizada a sua secagem em leito. Quando comparadas com sementes de outras espécies, como por exemplo sementes de sorgo, pode se dizer que as sementes do açaí apresentam valores de densidade aparente, $1,28 (\pm 0,009) \text{ g/cm}^3$ e diâmetro médio, $0,88 (\pm 0,01) \text{ cm}$, próximos. As sementes apresentaram um teor de umidade em base úmida de 33,45% b.u. e uma esfericidade de 0,8, indicando que seu formato se aproxima ao de uma esfera. Os resultados deste trabalho irão viabilizar a realização da etapa de processamento do resíduo e avaliação de seu potencial para produção de novos materiais. Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG.

Palavras-chave: resíduo de açaí, propriedades físicas, leito.



SECAGEM DE SEMENTES DE MAMÃO EM TAMBOR ROTATIVO ASSOCIADO COM INFRAVERMELHO

Anna Clara S. Pereira*, Lidja D. M. S. Borél, Suellen M. Nascimento

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e Materiais, Setor de Engenharia Química

*Autor correspondente: anna.pereira1@estudante.ufla.br

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mamão com cerca de 1.107.761 ton produzidas em 2022. Após o consumo da fruta, as sementes são descartadas, mas o óleo extraído delas tem potencial aplicação para a produção de óleos comestíveis e biocombustíveis. Para a extração do óleo, é necessário reduzir o teor de umidade das sementes, que chega a 80% b.u. A secagem é uma operação dispendiosa em termos de consumo energético e requer um pré-tratamento para a retirada da exotesta que envolve a semente, pois esta película prejudica a remoção da umidade. Entre as formas de secagem existentes, a secagem convectiva é a mais utilizada, mas estudos recentes mostram que a substituição desta pelo uso da radiação infravermelho tem apresentado resultados positivos, tanto em redução de consumo energético, quanto em melhora de propriedades nutricionais de diferentes materiais. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de secagem de sementes de mamão utilizando um tambor rotativo com aquecimento por radiação infravermelho. Para análise da eficiência operacional, realizou-se a caracterização detalhada da matéria-prima e da escoabilidade das sementes ao longo da secagem. Com estes estudos, observou-se que o escoamento das partículas varia bastante durante o processo, em que devido à velocidade do tambor e ao atrito causado entre as partículas, a exotesta é removida naturalmente, eliminando a necessidade do pré-tratamento. Analisou-se a influência da velocidade de rotação do tambor e da intensidade da radiação na temperatura das sementes e na cinética de secagem. Os resultados mostraram que o aumento da velocidade de rotação do tambor, de 2,9 a 10 RPM, contribuiu para a diminuição de até 20% do tempo de secagem, assim como o aumento da intensidade de radiação de 90,96 a 181,76W levou a uma diminuição de até 50% deste tempo. Nas condições analisadas, o processo foi marcado pela ocorrência dos períodos a taxa constante e decrescente, como já observado na literatura. A temperatura máxima atingida pelas sementes variou de 60 até 100°C a depender das condições usadas. Estudos prévios da literatura em temperaturas de até 90°C mostraram que não houve influência da temperatura nas propriedades do óleo extraído da semente, corroborando que nas condições analisadas neste trabalho o produto seco tem potencial promissor para ser usado na produção de óleo. Com os resultados obtidos, pretende-se avaliar a qualidade do óleo extraído e a eficiência energética do processo.

Palavras-chave: resíduos agroindustriais, tecnologias emergentes de secagem, secador rotativo, eficiência energética



APLICAÇÃO DE TiO_2 P25 E RUTILO NA DEGRADAÇÃO FOTOCATALÍTICA DE AZUL DE METILENO

Ana Luiza R. Melo*, Larissa de S. Nascimento, Cristiane A. Pereira

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e Materiais,
Setor de Engenharia Química

*Autor correspondente: ana.melo4@estudante.ufla.br

Os efluentes das indústrias têxteis frequentemente apresentam corantes resistentes aos tratamentos convencionais, como o azul de metileno (AM), que se destaca por ser persistente no ambiente, prejudicando a qualidade dos recursos hídricos. Assim, a fotocatalise surge como alternativa para a degradação de contaminantes orgânicos. Este estudo investigou o desempenho de TiO_2 -P25 (75% anatase e 25% rutilo) e TiO_2 -rutilo comerciais na degradação fotocatalítica do AM. Os experimentos foram realizados em uma câmara reacional fechada contendo um reator em batelada (350 mL) que foi preenchido com 100 mL de uma solução aquosa com 30 ppm de AM misturados com 0,1 g de TiO_2 -P25 ou TiO_2 -rutilo. A suspensão foi agitada na ausência de luz por 30 min para atingir o equilíbrio de adsorção e depois irradiada por 3h por uma lâmpada germicida ($\lambda = 256 \text{ nm}$ - Philips) de 9 ou 15 W. Aliquotas de 1,0 mL foram retiradas em intervalos de tempo determinados, as quais foram diluídas, centrifugadas e analisadas em espectrofotômetro UV-vis (Bel V-M5) a 664 nm. Os ensaios de fotólise, sem fotocatalisador, foram realizados nas mesmas condições reacionais, excluindo o período de agitação no escuro. Medidas de carbono orgânico total (TOC) foram feitas em um Shimadzu TOC-VCPH. No teste fotocatalítico com o TiO_2 -P25, foi observada uma conversão de AM de cerca de 58% com a lâmpada de 9 W e de 97% com a lâmpada de 15 W. No caso do TiO_2 -rutilo, verificou-se conversões do corante próximas de 7% e 3% com as lâmpadas de 9 e 15W, respectivamente. Nas reações de fotólise, a degradação do AM foi de cerca de 2% para ambas as lâmpadas avaliadas. Em concordância, dados de medida de carbono orgânico total mostraram queda maior da concentração de carbono orgânico para os testes realizados sobre TiO_2 -P25. Os resultados evidenciam a atividade fotocatalítica superior do TiO_2 -P25 em relação ao TiO_2 -rutilo, sendo mais eficaz na geração de espécies reativas necessárias para a degradação do AM, o que é atribuído a diferenças no valor de *band gap*. A maior intensidade de radiação, fornecida pela lâmpada de 15 W, potencializou essa eficiência. Os ensaios catalíticos permitiram validar a metodologia para a fotodegradação do AM e avançar na busca por alternativas para o tratamento de efluentes industriais, o que contribui para os objetivos de desenvolvimento sustentável 6 (água potável e saneamento) e 14 (vida aquática). As autoras agradecem à FAPEMIG pelo apoio financeiro e ao LABMAI/UFLA pelas medidas de TOC.

Palavras-chave: tratamento de efluentes, processos oxidativos avançados, titânia, sustentabilidade.



ANÁLISE REOLÓGICA DE MEL EM DIFERENTES FLORADAS DO SUL DE MINAS GERAIS

Lucas S. de Assis*, Juliano E. Oliveira

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais

* Autor correspondente: juliano.oliveira@ufla.br

O mel, produto produzido naturalmente por abelhas a partir do néctar de flores, possui diversas propriedades reológicas que podem variar consideravelmente conforme a florada de origem. A reologia é crucial para compreender as características viscoelásticas do mel, que influenciam diretamente sua textura, viscosidade e comportamento durante o processamento e também o armazenamento. O mel é composto de 90-95% de açúcares, onde os principais são os monossacarídeos, frutose e glicose, cuja composição é afetada pelas floradas específicas e pelas condições ambientais na coleta do néctar. Deste modo, cada tipo de florada pode alterar a concentração de açúcares, a presença de polissacarídeos complexos e também seu teor de umidade, resultando em diferentes perfis reológicos. O presente estudo objetivou analisar a reologia de amostras de mel provenientes de floradas de espécies nativas de *Vernonanthura polyanthes* (Assa-peixe), *Copaifera langsdorffii* (Copaíba) e *Cissus rhombifolia* (Cipó Uva) do Sul de Minas Gerais, avaliando como as variações na origem floral impactam as propriedades reológicas do produto. A metodologia incluiu a realização de testes de viscosidade e tensão de cisalhamento utilizando equipamentos de reometria em função da variação de temperatura. A viscosidade dinâmica foi medida em mPa·s (milipascal-segundo), e os resultados foram analisados pelo modelo de Arrhenius, que correlaciona a variação de temperatura com a viscosidade $\ln(\eta)$, onde η representa a viscosidade em mPa·s. Os resultados mostraram uma variação significativa nos valores de viscosidade ($\ln(\eta)$), que foram de 13,19 a 5,93 durante o aquecimento e de 5,85 a 12,69 no resfriamento, confirmando a influência da temperatura nas propriedades reológicas do mel. A cristalização foi observada em temperaturas mais baixas, afetando diretamente a viscosidade e o comportamento de fluxo do mel. A partir da compreensão aprofundada obtida das características reológicas é possível maior controle sobre o processamento e a comercialização do mel, garantindo a manutenção de qualidade e a satisfação dos consumidores.

Palavras-chave: análise de viscosidade, modelo de Arrhenius, espécies nativas, cristalização



PRODUÇÃO DE BRIQUETE DE CARVÃO ECOLÓGICO, POR MEIO DA EXTRUSÃO DE BIOCHAR DE CASCA DE CAFÉ

Gustavo A. A. Dutra*, Pedro V. Wate, Tiago J. P. de Oliveira

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e Materiais,
Setor de Engenharia Química, Laboratório e Operações de Sistemas Térmicos

*Autor correspondente: gustavo.dutra1@estudante.ufla.br

O aumento na geração de resíduos e as mudanças climáticas destacam a necessidade de práticas agrícolas mais sustentáveis. O biochar, produzido pela pirólise de biomassa, tem se mostrado eficaz no reaproveitamento desses resíduos, atuando na melhoria da fertilidade do solo e na produção de carvão. Sendo assim, o presente estudo visa a utilização de biochar para produzir briquetes de carvão ecológico por meio de extrusão, assim como análises mecânicas dos briquetes produzidos. Para tal objetivo, foi utilizado biochar proveniente da casca de café produzido anteriormente por pirólise em um reator tipo forno no Laboratório de Estruturas na Universidade Federal de Lavras (UFLA). O material foi então triturado em um triturador forrageiro TRF no Centro de Inovação em Materiais Sustentáveis (CIMS), e classificado em duas peneiras granulométricas com abertura de 1,4 e 0,18 mm, cada uma, e o biochar retido entre as duas peneiras foi então coletado. Em consequente, a massa base, que consiste na mistura de biochar, água e aglutinante, foi preparada em quatro condições: variando a porcentagem de aglutinante entre 0, 4, 8, e 12%, sendo que o aglutinante utilizado em ambos os testes foi farinha de trigo. A porcentagem de água para os quatro ensaios foi mantida em 32%, logo, a porcentagem de biochar variou entre 68, 64, 60 e 56%. Para uma melhor mistura e homogeneização da massa foi utilizada uma betoneira compacta desmontável, no Laboratório de Operações e Sistemas Térmicos (LOST) da UFLA, que revolveu o material durante 30 minutos a cada produção. A massa base revolvida foi então destinada a uma extrusora carvopress 100, que após o processo de extrusão, resultou na produção dos briquetes. Decorrida a confecção dos briquetes eles foram levados a estufa à 60°C por um período de 24 horas para a diminuição da umidade e então com a utilização de uma prensa hidráulica, no Laboratório de Estruturas, foram realizados testes de carga de ruptura que avaliaram a resistência dos briquetes. Após a trituração e peneiramento do biochar, foram obtidos 15kg de material que, ao serem adicionados a massa base, resultaram em 15 briquetes de cada condição, os testes de carga de ruptura apontaram resistência média de 15, 200, 65 e 61 kPa para os testes de 0, 4, 8 e 12%, respectivamente. As análises realizadas apontaram os briquetes de 4% como os mais resistentes a compressão e validaram a metodologia de produção adotada, além de contribuir para reduzir a geração de resíduos.

Palavras-chave: biochar, briquete, carvão ecológico, casca de café, geração de resíduos.



OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOCHAR A PARTIR DA CASCA DE CAFÉ

Ana Luiza M. Trece*, Alisson L. de Carvalho, Tiago J. P. de Oliveira

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais, Setor de Engenharia Química

*Autor correspondente: ana.trece@estudante.ufla.br

É indubitável que a biomassa lignocelulósica, principalmente aquela proveniente de resíduos agroindustriais, é uma fonte promissora de energia renovável. Um exemplo é o biochar, um material renovável de alto valor agregado. Neste trabalho, objetivou-se produzir biochar a partir da pirólise da casca de café. Inicialmente, a casca de café *in natura* foi moída, seca em estufa de circulação forçada a 105°C. A produção de biochar foi realizada em um reator de pirólise de leito fixo nas temperaturas de 400 e 500°C, com cerca de 100g de casca de café. Após o processo de pirólise, foram coletados os produtos e quantificados, os quais foram biochar, bio óleo e biogás, sendo o último quantificado pela diferença dos anteriores. Posteriormente, o biochar e as cascas de café secas foram caracterizadas por meio dos seguintes testes: caracterização química elementar, análise química imediata e poder calorífico superior. Na temperatura de 400°C, os produtos do biochar, bio óleo e biogás obtiveram rendimentos de 39,67%; 33,17% e 27,16%, respectivamente. Em relação a temperatura de 500 °C os rendimentos foram de 36,19%; 32,20% e 31,61%, respectivamente. Na análise de caracterização química elementar da casca de café, foram obtidos os resultados de 32,35% de extrativos, 17,42% de lignina total, 42,39% de holoceluloses e 7,84% de cinzas. Na análise química imediata, os resultados para o biochar produzido a 400 °C foram de 25,65% de materiais voláteis, 60,80% de carbono fixo e 13,55% de cinzas. Em relação ao biochar produzido a 500°C, foram obtidos os resultados para materiais voláteis, carbono fixo e cinzas de 22,56%, 63,97% e 13,48%, respectivamente. Já para o material *in natura*, foram 73,43% de materiais voláteis, 20,93% de carbono fixo e 5,65% de cinzas. Em relação ao poder calorífico superior, obteve-se os resultados, para o biochar, de 26,60 MJ/kg a 400°C, 27,35 MJ/kg a 500°C, e para a casca de café *in natura*, 18,68 MJ/kg. Ou seja, o poder calorífico superior médio teve um acréscimo de, aproximadamente, 44,43% em relação a casca de café seca *in natura*. Dessa forma, percebe-se uma influência da temperatura de pirólise nos rendimentos dos produtos, visto que a fração sólida (biochar) apresentou uma diminuição em seu percentual, assim como o bio-óleo e, conseqüentemente, houve um aumento de rendimento do biogás. Portanto, o biochar derivado da casca de café, demonstra o potencial da aplicação dessa como insumo energético, e para valorização dos resíduos agrícolas.

Palavras chave: biomassa, resíduos agrícolas, pirólise.



AVALIAÇÃO DA SECAGEM DO EXTRATO DE CAFÉ ESPUMADO EM SECADOR INFRAVERMELHO

Julia L. Moreira*, Renata de A. B. L. Corrêa

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais

*Autor correspondente: julia.moreira2@estudante.ufla.br

A demanda crescente por café solúvel está relacionada à mudança nos hábitos de consumo e a busca por conveniência. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Café Solúvel, em 2023, a produção brasileira de café solúvel atingiu 4,75 milhões de sacas de 60 kg, consolidando o país como líder global nesse segmento. A secagem por atomização, método usualmente empregado para a produção de solúvel, faz uso de elevadas temperaturas, o que pode levar à degradação de compostos termo sensíveis, reduzindo seu aroma e sabor. A secagem em camada de espuma tem sido avaliada para a produção de alimentos em pó. Assim, visando investigar novas abordagens que melhorem a eficiência energética do processo mantendo a qualidade do material, este estudo visa avaliar a secagem em camada de espuma utilizando um secador infravermelho (IV) para a produção de café solúvel. O efeito da potência IV (118, 178 e 238 W) foi avaliado sobre a cinética de secagem, o consumo específico de energia (SEC) e as emissões de CO₂ a partir dos processos. Para isso, extrato aquoso de café, obtido por extração do pó de café arábica com água a 90°C, foi concentrado em um concentrador Eppendorf até atingir o 6 °Brix. A este extrato, adicionou-se 5,05% m/V de albumina e 0,10 % m/V de goma xantana, sendo a mistura agitada em batedeira doméstica a uma velocidade de 1066,67 rpm por 6,5 min. A espuma foi inserida em bandeja circular de 1 cm de espessura e 20 cm de diâmetro e submetida à secagem (em duplicata) em um secador com lâmpada IV de 250 W até massa constante. A temperatura da espuma foi monitorada ao longo do processo. Os resultados mostraram uma redução de 46% no tempo de secagem ao se aumentar a potência de 118 para 238 W. A redução no tempo de processo pode ser justificada pela maior temperatura atingida pelas espumas com o uso da maior potência, o que levou a maiores taxas de secagem. Para a secagem à 118 W, a temperatura das amostras atingiu um valor médio de 55 °C, enquanto que à 238 W, o valor foi de 151 °C. Como consequência, houve uma redução no SEC de 64,6% e uma diminuição nas emissões de CO₂ de 23,1%. Os valores de SEC aqui obtidos (12,72-19,46 MJ/kg) são muito inferiores aos encontrados na desidratação de espumas similares em estufa (60,25-105-40 MJ/kg), mostrando que a secagem IV é energeticamente promissora para a produção de café solúvel. As autoras agradecem à FAPEMIG (APQ-00023-22) e ao CNPq pelo apoio financeiro para a realização do trabalho.

Palavras-chave: café solúvel, *foam mat drying*, consumo específico de energia, emissão de CO₂.



CARACTERIZAÇÃO DOS BIOFILMES DE CELULOSE BACTERIANA TRATADA COM NaOH E CELULOSE BACTERIANA TRATADA REDISPERSA EM ÁGUA APÓS SECAGEM EM SPRAY DRYER

Bruna C. Arcanjo^{1*}, Gabrielle H. S. Mendes¹, Victor H. D. Joaquim¹, Carine Setter², Tiago J. P. de Oliveira¹, João M. Neto¹

¹ Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e Materiais, Setor de Engenharia Química

² Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais

*Autor correspondente: bruna.arcanjo@estudante.ufla.br

A membrana de nanocelulose bacteriana, produzida a partir de chá de kombucha, possui inúmeras propriedades e diversas aplicações, especialmente na área médica. O processo de produção começa com a utilização de chá verde ou preto, açúcar e inóculo, sendo a solução composta por 1% de chá e 5% de sacarose. A membrana passa por um processo de clarificação utilizando NaOH a 0,5%, onde ocorre o tratamento químico necessário para purificar e preparar a membrana para aplicações subsequentes. Após essa etapa, a membrana é submetida a um processamento no equipamento ultraturrax a uma velocidade de 14 mil rotações por minuto (rpm) por 15 minutos. Esse procedimento é crucial para garantir a homogeneidade da membrana antes da secagem. A secagem da membrana é realizada por meio de um spray dryer, um método eficiente para obter o pó da membrana, com e sem tratamento, resultando em uma concentração de sólidos de 1%. A obtenção do pó permite a preparação de biofilmes, que são formados através da redispersão do pó em água. Esses biofilmes são então comparados com biofilmes produzidos diretamente, sem passar pela etapa de secagem. A comparação entre os biofilmes é feita por meio de análise morfológica, utilizando microscopia eletrônica de varredura (MEV), que proporciona uma visualização detalhada da estrutura superficial dos materiais. Além disso, são realizados ensaios de ângulo de contato, que medem a hidrofobicidade do biofilme, fornecendo informações sobre a interação do material com líquidos. Essas análises são essenciais para determinar as propriedades finais dos biofilmes de nanocelulose bacteriana, destacando suas potencialidades para diversas aplicações, incluindo o desenvolvimento de biomateriais na área médica. A capacidade de ajustar as propriedades do biofilme por meio de diferentes processos de tratamento e secagem torna a nanocelulose bacteriana um material promissor e versátil, com aplicações que vão desde a cicatrização de feridas até a engenharia de tecidos.

Palavras-chave: Celulose bacteriana, nanocelulose, biofilme, spray dryer



FLOTAÇÃO DE GROSSOS EM LEITO FLUIDIZADO COMO METODOLOGIA DE PRÉ-CONCENTRAÇÃO DE ESPODUMÊNIO

Sheila C. Gonçalves^{*1}, Arthur P. Cardoso², Felipe K. C. Neves², Carlos V. Gusmão²,
Caymon S. Assumpção²

¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais, Setor de Engenharia Química

²AMG Brasil

*Autor correspondente: sheila.goncalves2@estudante.ufla.br

A AMG Brasil é uma empresa global com segmento em materiais especiais e minerais críticos e atualmente emprega flotação para o beneficiamento de espodumênio, mineral de lítio. A flotação é uma técnica de separação que atua nas interfaces água/ar das partículas. O leito fluidizado resulta do movimento ascendente de um fluido, criando uma condição rápida de turbulência. A pré-concentração em leito fluidizado acontece conforme as partículas hidrofóbicas se aderem seletivamente às bolhas de ar e sobem através da fluidização até a zona livre e formam um concentrado de baixa densidade efetiva e alta flutuabilidade. Com o aumento da demanda por produtos e baterias derivados do lítio, a organização desenvolveu um projeto de expansão da planta para aumento da capacidade produtiva. O objetivo deste trabalho é avaliar a aplicação da flotação em leito fluidizado como metodologia de pré-concentração e reduzir a taxa de alimentação no circuito de beneficiamento de espodumênio da AMG Brasil. Para realizar a caracterização da alimentação e dos produtos gerados pelo processo, foram avaliadas as fases minerais, bem como a liberação do mineral de interesse. De acordo com o grau de liberação de 90%, foi definido um top size de 500µm para se trabalhar na pré-concentração. O material alimentado na planta possui uma distribuição equivalente a 70% de uma fração superior a 150µm e 30% abaixo de 150µm. Antes da flotação de grossos é feita a classificação do minério em + 150µm e - 150µm. O overflow segue o circuito convencional da planta, enquanto o underflow segue para a pré-concentração, onde é direcionado para a etapa de condicionamento em que o mineral entra em contato com o coletor e auxiliares. Logo em sequência, o material é alimentado no equipamento de flotação em leito fluidizado e ocorre a separação. O produto, pré-concentrado na flotação, é direcionado para a moagem e se junta a fração - 150 µm. Após a etapa citada anteriormente, a polpa é direcionada para o circuito de beneficiamento convencional da AMG Brasil em que se obtém-se o concentrado de espodumênio, produto final. Considerando o volume de controle isolado, a recuperação metalúrgica foi de 90,57% de Li₂O e a perda de lítio nesta operação foi de 6,96% alimentado no processo. Ademais, com a implementação da pré-concentração, a redução mássica obtida foi de 48,92%. Em relação ao circuito, houve uma redução no consumo energético e redução do uso de corpos moedores. Evidenciando a viabilidade do processo.

Palavras chaves: espodumênio, flotação, leito fluidizado, recuperação metalúrgica.



EFEITO DA SECAGEM POR SPRAY DRYER NA NANOCELULOSE BACTERIANA BRANQUEADA COM NaOH

Gabrielle H. S. Mendes^{*1}, Carine Setter², Tiago J. P. de Oliveira¹, João M. Neto¹

¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais

²Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais

*Autor correspondente: gabrielle.mendes1@estudante.ufla.br

A nanocelulose bacteriana (NCB) tem despertado interesse crescente na comunidade científica devido a suas propriedades excepcionais, como alta biocompatibilidade, biodegradabilidade e resistência mecânica. Um método promissor para sua produção é o uso de chá de kombucha como meio de cultura. Esse chá é rico em bactérias produtoras de celulose, como *Acetobacter xylinum*, e leveduras, como *Saccharomyces cerevisiae*. Ele é inoculado com culturas específicas e fermentado, formando biofilmes de NCB que apresentam características como alta transparência, flexibilidade, resistência mecânica e biodegradabilidade. Os biofilmes de NCB possuem potencial para aplicações em embalagens alimentícias, curativos médicos, membranas de filtração e revestimentos de superfícies. Este estudo avaliou a influência da secagem de NCB tratada com NaOH utilizando spray dryer e analisou as características de redispersão do material seco em água. Para isso, as membranas de NCB foram produzidas em um meio de cultura de chá verde comercial (*Camellia sinensis*) diluído a 1% (m/v), com 5% de sacarose (m/v), 10% de inóculo (v/v) e 10% de SCOBY (*sybiotic culture of bacteria and yeast*) (m/v). O cultivo foi realizado de forma estática, com luz e oxigênio disponíveis à temperatura ambiente. Durante o cultivo, as bactérias produzem fibras de celulose que se agruparam para formar biofilmes. Após a fermentação, os biofilmes foram clarificados em uma solução de NaOH, seguidos por um processo de fibrilação em um equipamento Grinder e, então, secagem no spray dryer. A estabilidade em água das NCB foi avaliada preparando-se suspensões de NCB que não foram submetidas ao processo de secagem por spray dryer e NCB em pó em água deionizada na concentração de 0,1% (m/m). As suspensões foram redispersadas sob agitação, e 10 mL de cada tratamento foram transferidos para tubos de ensaio para captura de imagens, registradas a cada hora por 8 horas. A altura do material celulósico sedimentado e a altura total do líquido foram mensuradas com o software ImageJ, permitindo determinar a estabilidade das suspensões. Os resultados mostraram que as NCB que não passaram pelo processo de secagem no spray dryer foram mais estáveis (85,22%) em comparação com as NCB secas no spray dryer (10,28%). Isso ocorre devido ao fenômeno de hornificação que acontece durante a secagem da celulose. Após 8 horas de ensaio, mais de 85% das NCB secas haviam sedimentado. O estudo concluiu que o método de secagem tem um impacto significativo na estabilidade da NCB em suspensão, com potenciais implicações para suas aplicações industriais. Os autores agradecem à FAPEMIG, CNPq e à UFLA pelo suporte para a realização deste trabalho.

Palavras-chave: nanocelulose bacteriana, kombucha, branqueada, celulose



PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BRIQUETES UTILIZANDO CARVÃO VEGETAL DE LEUCENAS E EUCALIPTO POR EXTRUSÃO

Gabriel P. Chediak*, Tiago J. P. de Oliveira

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e Materiais

*Autor correspondente: gabriel.chediak@estudante.ufla.br

A utilização de biomassa como combustível é uma das principais alternativas para a produção de energia de forma limpa e sustentável. No entanto, é necessário realizar processos que aprimorem as propriedades energéticas da biomassa para torná-la competitiva em relação aos combustíveis fósseis. A operação de briquetagem é um dos métodos mais consolidados para melhorar o potencial energético de materiais combustíveis por meio da aglomeração de partículas mediante aplicação de pressão mecânica. Dentre os diversos métodos existentes, a briquetagem por extrusão se destaca por produzir briquetes de forma contínua, com maior volume e um furo central criado pelo parafuso. O presente trabalho teve por objetivo produzir briquetes a partir de carvão vegetal de *Leucaena leucocephala* e *Eucalyptus sp.*, utilizando farinha de trigo como aglutinante e processando-os em uma briquetadeira de extrusão. O carvão vegetal foi moído, homogeneizado e caracterizado quanto à análise química imediata, poder calorífico superior e densidade a granel. Os briquetes foram produzidos utilizando uma mistura de carvão vegetal moído, farinha de trigo e água, nas proporções de 70%, 22% e 8% (m/m), respectivamente, e compactados em uma briquetadeira de extrusão. Posteriormente, os briquetes foram qualificados quanto à estabilidade dimensional, densidade aparente, friabilidade, combustibilidade, densidade energética e resistência à compressão. O carvão vegetal apresentou propriedades promissoras para a geração de energia, com poder calorífico superior de $23,81 \pm 0,54$ MJ/kg e densidade a granel de $335,54 \pm 0,99$ kg/m³. Os briquetes demonstraram excelente estabilidade dimensional, com expansão volumétrica máxima de 1,45% 48 horas após a secagem. A densidade aparente foi de $619,83 \pm 2,94$ kg/m³ e densidade energética de $14,76$ GJ/m³, evidenciando as vantagens da operação de briquetagem por apresentarem propriedades superiores ao carvão vegetal tradicional. Para o teste de combustibilidade, os briquetes apresentaram queima incompleta, com manutenção de chama por 24 minutos, provocada pelo baixo teor de materiais voláteis. Com relação à resistência mecânica, os corpos de prova demonstraram resistência de $284,79 \pm 45,84$ kPa e friabilidade média de $14,46 \pm 0,01\%$. Apesar de serem considerados pouco friáveis, os briquetes não apresentaram resistência mecânica suficiente para uso industrial (980 ~7850 kPa). Uma das principais justificativas para esse resultado é a baixa presença de ligantes naturais, como a lignina, na matéria-prima, devido à etapa de carbonização da biomassa. Contudo, os briquetes produzidos podem ser utilizados para geração de energia em aplicações comerciais e domésticas.

Palavras-chave: briquetagem, compactação, biomassa, aglutinantes.



OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE CELULOSE BACTERIANA: IMPACTO DO SISTEMA TAMPONANTE NA PRODUTIVIDADE E VIABILIDADE CELULAR

Vasny S. Duda*, João M. Neto

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

*Autor correspondente: vasny.duda@estudante.ufla.br

A celulose bacteriana é um material que desperta grande interesse entre pesquisadores de diversas áreas devido à sua ampla gama de aplicações. No entanto, a produção desse biopolímero enfrenta desafios significativos que limitam sua utilização em escala comercial. O principal obstáculo está relacionado à baixa produtividade do processo, um fator crítico que dificulta a viabilização do aumento de escala. Um dos principais responsáveis pela queda na produtividade durante a síntese de celulose bacteriana é a acidificação do meio de cultura, causada pelo acúmulo de ácido glucônico, que se forma ao longo da produção das microfibrilas de celulose. A celulose é um polímero natural composto por monômeros de celobiose, unidos por ligações de hidrogênio intermoleculares. Este material pode ser derivado tanto de fontes vegetais quanto de microrganismos, como bactérias, algas e fungos. A principal diferença entre a celulose vegetal e a bacteriana reside em sua composição: enquanto a celulose vegetal contém quantidades significativas de hemicelulose e lignina, a celulose bacteriana é isenta desses compostos, o que a torna extremamente pura e especialmente interessante para pesquisadores na área de engenharia de tecidos. Diante deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento do processo produtivo de celulose bacteriana mediante a adição de um sistema tamponante, composto por ácido cítrico e citrato de sódio, como uma estratégia para otimizar o meio de cultura, controlando a redução do pH e aumentando a produtividade. As variáveis analisadas incluem a massa do produto úmido, que foi seca em estufa para determinação da quantidade de celulose produzida; o pH do meio, determinado utilizando um pHmetro digital; a quantidade de microrganismos, avaliada por contagem em câmara de Neubauer; e o consumo de substrato, monitorado ao longo de 35 dias. Os resultados indicaram um aumento significativo na produção de celulose seca, refletindo em maior produtividade do processo. A acidificação do meio foi menos pronunciada em comparação ao meio sem tamponante, e foi observada uma maior viabilidade celular nas amostras coletadas. Os autores agradecem à FAPEMIG, CNPq e à UFLA pelo suporte fornecido para a realização deste trabalho.

Palavras-chave: celulose bacteriana, produtividade, otimização do meio de cultura, tampão.