



## LIVRO DE RESUMOS



# IV SEMANA DA ENGENHARIA QUÍMICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E DE MATERIAIS

LAVRAS, 2025



## IV Semana da Engenharia Química

25 a 29 de agosto de 2025

### COMISSÃO ORGANIZADORA

#### Organizadores (docentes):

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Renata de Aquino B. Lima Corrêa

Prof. Dr. Tiago José Pires de Oliveira

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Iara Hernandez R. Ansoni

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Isabele Cristina Bicalho

Prof. Dr. Gilson Campani Junior

#### Coordenadores (discentes):

Ana Carolina Tavares Silva

Carla Cristina Pinto

Thiago Ferreira Arantes de Oliveira

Maria Clara Ferreira de Oliveira Cardoso

Helena Puttini Ribeiro

#### Assessores (discentes):

Pedro Henrique de Paula Santos

Bruna Cristina Arcanjo

Mateus Silva Bueno

Giovanna Pereira Nunes

Maria Eduarda Vilas Boas

Nathalia Luiza Oliveira de Souza

Letícia Prado Assi de Carvalho





Apoio



**FAPEMIG**

Apoio Processo nº OET-00038-25

**Ficha catalográfica elaborada pela Catalogação da Biblioteca Universitária da UFLA**

Semana de Engenharia Química de Materiais UFLA (4. : 2025 : Lavras, MG).  
Livro de resumos da IV Semana de Engenharia Química, 25 a 29 de agosto  
de 2025 / organizadores : Renata de Aquino B. Lima Corrêa... [et. al.].—Lavras :  
UFLA/Engenharia Química de Materiais, 2025.  
28 p.

ISBN: 978-65-981070-2-4

1. Biomassa. 2. Biochar. 3. Secagem. 4. Celulose Bacteriana. 5. Trocador de  
calor. 6. Termodinâmica. I. Oliveira, Tiago José Pires de. III. Ansoni, Iara  
Hernandez R. IV. Bicalho, Isabele Cristina. V. Campani Junior, Gilson. VI.  
Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de  
Materiais. IV. Título.

CDD - 660.2

Ficha elaborada por Defátima Aparecida Silva Pessoa (CRB6/1496)



## SUMÁRIO

TRATAMENTO DE SOLOS CONTAMINADOS POR NEMATOIDES-DAS-GALHAS (MELOIDOGYNE INCÓGNITA) COM MICRO-ONDAS E INFRA-VERMELHO .....	6
ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS E TEMPERATURA DE PRODUÇÃO DE BIOCHAR DE CAROÇO DE AÇAÍ.....	7
PRODUÇÃO CATALÍTICA DE DIESEL VERDE A PARTIR DE ÓLEO DA MACAÚBA....	8
AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE CALOR E SECAGEM DE GRÃOS DE SOJA EM UM SECADOR ROTATIVO ASSISTIDO POR MICRO-ONDAS .....	9
COMPARAÇÃO DE $TiO_2$ E $ZnO$ COMO FOTOCATALISADOR PARA A DEGRADAÇÃO DE AZUL DE METILENO.....	10
MICROVINIFICAÇÃO DE FRISANTE ROSÉ (BLEND NIÁGARA ROSADA E BORDÔ) PELO MÉTODO ANCESTRAL COM UTILIZAÇÃO DE LEVEDURAS AUTÓCTONES E SACCHAROMYCES CEREVISIAE .....	11
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ESPUMAS OBTIDAS A PARTIR DE FOLHAS DE ORA-PRO-NOBIS VISANDO A SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA .....	12
AVALIAÇÃO DO USO DE SUSPENSORES EM TAMBOR ROTATIVO NO PROCESSO DE SECAGEM DA SEMENTE DE MAMÃO ASSISTIDO POR INFRAVERMELHO.....	13
EFEITO DA POTÊNCIA INFRAVERMELHA E DA VELOCIDADE DO AR NO DESEMPENHO DA SECAGEM EM LEITO DE ESPUMA PARA PRODUÇÃO DE CAFÉ SOLÚVEL.....	14
SÍNTESE E INCORPORAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA EM FORMULAÇÃO GENÉRICA DE GEL ANTISSEPTICO .....	15
AVALIAÇÃO DA ADSORÇÃO DA PROTEÍNA DE SOJA EM BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR PRÉ-TRATADO.....	16
ESTIMATIVA DA MASSA ESPECÍFICA DE BIODIESEIS POR CORRELAÇÕES DE TRANSLAÇÃO DE VOLUME .....	17
USO DE POLÍMERO TERMOPLÁSTICO COMO PRECURSOR NA OBTENÇÃO DE CARBONO POROSO E SEU POTENCIAL COMO MATERIAL ADSORVENTE .....	18
DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO EM BIOCHAR DE CASCA DE CAFÉ: IMPACTO DA FONTE DE ENRIQUECIMENTO E TAMANHO DE PARTÍCULA .....	19
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE SEMENTES DE MELÃO E SUA FLUIDODINÂMICA EM LEITO DE JORRO .....	20
PRODUÇÃO DE MÁSCARAS FACIAIS DE NANOCELULOSE BACTERIANA INCORPORADAS COM TANINO.....	21
VALORIZAÇÃO DE SERRAGEM MISTA DE PINHEIRO E CARVALHO VIA PIRÓLISE LENTA .....	22





## IV Semana da Engenharia Química

25 a 29 de agosto de 2025

ANÁLISE DA COMINUIÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO EM LEITO DE JORRO COM DEFLETOR DE FONTE .....	23
AVALIAÇÃO DO EFEITO DE UM DEFLETOR DE FONTE NA SECAGEM DE SEMENTES DE MAMÃO EM LEITO DE JORRO.....	24
EFEITO DA POTÊNCIA NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA SECAGEM INFRAVERMELHA DO EXTRATO DE CAFÉ ESPUMADO PARA A PRODUÇÃO DE SOLÚVEL.....	25
DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA O MÉTODO DE MCCABETHIELE COM MODELAGEM TERMODINÂMICA VIA UNIFAC.....	26
DESENVOLVIMENTO E DISPONIBILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA CÁLCULOS DE ENGENHARIA QUÍMICA .....	27
AVALIAÇÃO DO USO DE ADITIVOS NA HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR .....	28





# TRATAMENTO DE SOLOS CONTAMINADOS POR NEMATÓIDES-DAS-GALHAS (MELOIDOGYNE INCÓGNITA) COM MICRO-ONDAS E INFRA-VERMELHO

Fernanda P. Diniz\*, Guilherme M. Lopes, Lidja D. M. S. Borel, Irineu P. Junior

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

\*Autor correspondente: [fernanda.diniz@estudante.ufla.br](mailto:fernanda.diniz@estudante.ufla.br)

Os nematoides das galhas (*Meloidogyne spp.*) são parasitas que atacam as raízes das plantas, formando estruturas chamadas galhas. Essas deformações dificultam a absorção de nutrientes e água, prejudicando o desenvolvimento das culturas agrícolas. Tradicionalmente, o controle desses nematoides era feito com o uso de produtos químicos. No entanto, devido às preocupações ambientais e restrições ao uso de certos nematicidas, novas abordagens vêm sendo estudadas. Este estudo avaliou a eficácia da aplicação de micro-ondas, infravermelho e o aquecimento condutivo por banho maria no controle desses fitopatógenos, bem como os efeitos sobre a temperatura do solo e o consumo energético. Os tratamentos térmicos foram aplicados em solos infestados, e a sobrevivência dos nematoides foi avaliada após 42 dias de cultivo de tomate. Os resultados indicaram que os nematoides são resistentes a temperaturas próximas a 50 °C, com redução significativa da população a temperaturas acima de 70 °C. A análise de temperatura mostra que o método por micro-ondas foi o mais eficiente em atingir rapidamente essa faixa, com apenas 300 segundos de exposição. O tratamento com infravermelho também atingiu temperaturas letais, porém em um tempo maior, evidenciando uma elevação térmica mais gradual. O banho de óleo, embora eficaz em alcançar altas temperaturas, exigiu cerca de 20.000 segundos, o que compromete sua viabilidade prática no campo. Além disso, ao analisar a formação de galhas após os tratamentos, observa-se que os tratamentos com micro-ondas e infravermelho a 90 °C foram os únicos que eliminaram completamente os nematoides, resultando em ausência total de galhas. O consumo energético também foi avaliado. O infravermelho apresentou menor gasto em comparação aos demais métodos, especialmente ao banho de óleo, cuja diferença foi bastante expressiva. O micro-ondas, embora consuma um pouco mais, destaca-se pela agilidade em alcançar temperaturas letais, o que pode ser vantajoso em situações que exigem rapidez. Portanto, os resultados indicam que tanto o micro-ondas quanto o infravermelho são métodos promissores para a desinfecção do solo, com destaque para o micro-ondas pela eficiência térmica e para o infravermelho pelo menor consumo energético. O banho de óleo, embora eficaz, mostrou-se menos prático devido à alta demanda de tempo e energia. Assim, o uso de fontes térmicas surge como alternativa viável e sustentável ao controle químico no manejo de nematoides.

Palavras-chave: desinfecção, controle térmico, fitopatógenos, sustentabilidade





# ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS E TEMPERATURA DE PRODUÇÃO DE BIOCHAR DE CAROÇO DE AÇAÍ

Ana Luiza M. Trece<sup>1,\*</sup>, Alisson L. de Carvalho<sup>2</sup>, Tiago J. P. de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais

<sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais

\*Autor correspondente: [ana.trece@estudante.ufla.br](mailto:ana.trece@estudante.ufla.br)

A biomassa tem se destacado como uma alternativa sustentável aos combustíveis fósseis, pela renovabilidade e neutralidade de carbono. Nesse contexto, o biochar, produto da pirólise de resíduos biomássicos, requer métodos rápidos e não destrutivos para controle de qualidade, essenciais à otimização e padronização. Este trabalho investiga a possibilidade de utilizar parâmetros colorimétricos,  $L^*$  (clareza),  $a^*$  (eixo verde-vermelho) e  $b^*$  (eixo azul-amarelo), como ferramenta para estimar indiretamente a temperatura de pirólise na produção de biochar de caroço de açaí, visando o controle de qualidade. As amostras foram produzidas entre 200°C e 700°C e analisadas, sob atmosfera inerte, em colorímetro portátil, segundo o sistema CIELAB. Os resultados mostraram que  $L^*$  e  $a^*$  não correlacionaram significativamente com a temperatura de pirólise ( $r = 0,02$  e  $r = -0,20$ , respectivamente). Contudo,  $b^*$  apresentou uma correlação negativa moderada ( $r = -0,47$ ), indicando que, com o aumento da temperatura, o biochar tende a ser menos amarelado e mais escuro, aproximando-se de tons azulados ou cinzentos. Foi ajustado um modelo quadrático para descrever a relação entre  $b^*$  e a temperatura, com coeficiente de determinação  $r^2 = 0,48$  sendo este o melhor ajuste dentre os modelos testados. Análises complementares indicaram, para o modelo, maior capacidade preditiva e menor dispersão dos dados nas faixas de temperatura até 400°C, período de maior variação colorimétrica. Nesses casos, onde os resíduos de pirólise são menores, o uso do modelo é mais recomendado. A análise de variância (ANOVA) confirmou diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre os grupos de temperatura testados (200°C, 300°C, 400°C, 500°C, 600°C e 700°C) para  $b^*$ . Embora o  $r^2$  sugira capacidade preditiva moderada para o modelo geral, a significância da ANOVA por grupo e a alta precisão em temperaturas abaixo de 400°C reforçam a viabilidade da colorimetria para inferir a temperatura do processo. Os resultados obtidos referem-se ao biochar de caroço de açaí, sendo recomendada a validação da abordagem para outras biomassas. O uso de análise colorimétrica é uma abordagem prática, rápida e de baixo custo para o controle de qualidade do biochar, permitindo avaliar qualitativamente o grau de carbonização sem ensaios destrutivos ou equipamentos complexos. O método mostra-se aplicável no controle de qualidade em processos produtivos de biochar, contribuindo para a otimização operacional e redução de custos.

Palavras-chave: biochar, colorimetria, resíduos agroindustriais, bioenergia.







# PRODUÇÃO CATALÍTICA DE DIESEL VERDE A PARTIR DE ÓLEO DA MACAÚBA

Rafaella S. Oliveira\*, Fernanda C. Damasceno, Cristiane A. Pereira, Zuy M. Magriotis

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

\*Autora correspondente: [rafaella.oliveira3@estudante.ufla.br](mailto:rafaella.oliveira3@estudante.ufla.br)

As preocupações com as mudanças climáticas e a emissão de gases de efeito estufa têm impulsionado a busca por fontes de energia mais sustentáveis. Nesse contexto, os biocombustíveis drop-in se destacam por sua compatibilidade com refinarias existentes, menor pegada de carbono e baixa emissão de compostos sulfurados. Catalisadores sólidos ácidos, com sítios de Brønsted e Lewis, são utilizados no hidroprocessamento de ésteres e ácidos graxos por reunirem essas propriedades. Dentre eles, as zeólitas são materiais atrativos por apresentar tais sítios catalíticos distribuídos em sistemas porosos que permitem direcionar a seletividade das reações químicas. A sulfatação de óxidos é importante pois aumenta a acidez dos catalisadores. Isso ocorre devido ao efeito indutivo do grupo sulfato, que torna os sítios mais reativos, melhorando o desempenho dos catalisadores nos processos. Este trabalho teve como objetivo sintetizar catalisadores, à base de Nb e Ni suportados em zeólitas BETA para produção de diesel verde a partir do óleo de macaúba, além de estudar condições experimentais para avaliar a desoxigenação do óleo de macaúba. A zeólita foi modificada com Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sulfatado, obtido pela calcinação do ácido nióbico (HY-340) a 500 °C. Para a sulfatação foi realizada utilizando-se solução de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3 mol/L a 25 °C, sob agitação por 24 h. Após filtração e lavagem até pH neutro, os materiais foram secos a 60 °C por 12 h e calcinados a 500 °C por 3 h, com taxa de aquecimento de 5 °C/min. A introdução de Ni e Pt foi realizada por impregnação à umidade incipiente, utilizando Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O e (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PtCl<sub>4</sub>. Após estudo na literatura, definiu-se que os catalisadores serão avaliados em reator batelada, com 5% (m/m) de óleo de macaúba diluído em cicloexano, utilizando 200 mg de catalisador. A reação será avaliada a partir de 290°C sob atmosfera de H<sub>2</sub> por 6 h a 0,8 MPa. O efluente reacional será analisado por cromatografia gasosa utilizando detector por ionização de chamas. Os testes catalíticos serão conduzidos no Laboratório de Catálise e Biocombustíveis do DQM/UFLA. Os resultados permitirão avaliar a eficiência dos catalisadores na produção de hidrocarbonetos similares ao diesel de petróleo, contribuindo para o desenvolvimento de alternativas energéticas mais limpas e sustentáveis, que contribuem com a descarbonização e alinhadas a objetivos de desenvolvimento sustentável. Agradecemos a CNPq pela concessão da bolsa e Fapemig pelo auxílio financeiro.

Palavras-chave: biocombustíveis, zeólita, nióbia, platina.







# AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE CALOR E SECAGEM DE GRÃOS DE SOJA EM UM SECADOR ROTATIVO ASSISTIDO POR MICRO-ONDAS

Carla C. Pinto\*, Daiana B. Mequelino, Irineu P. Junior

\*Autor correspondente: carla.pinto1@estudante.ufla.br

A secagem é uma operação unitária comumente usada para remoção da umidade de grãos, como a soja, garantindo sua qualidade durante o armazenamento. Este estudo teve como objetivo construir curvas de aquecimento para diferentes configurações do guia de ondas e pontos no interior de um secador rotativo assistido por microondas, a fim de verificar a distribuição de calor dentro do equipamento. Além disso, realizar a secagem da soja e analisar o desempenho do secador em comparação a uma estufa convencional, considerando o tempo de secagem e o gasto energético. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Operações e Sistemas Térmicos (LOST/DQM/UFLA). Inicialmente, foram construídas as curvas de aquecimento a partir de dados de tempo e temperatura coletados com o auxílio de um termopar e do *software* LabView. Foram investigadas 3 posições para o guia de ondas no secador: i) na parte superior, ii) na lateral e iii) na parte inferior. Para cada uma, foram construídas curvas de aquecimento, sendo a temperatura medida em cinco pontos: próximo ao guia de ondas, no centro, no lado oposto ao guia e dois pontos intermediários entre as extremidades e o centro. Posteriormente, a secagem da soja foi conduzida simultaneamente na estufa e no secador, com dimensões de 60cm de comprimento e 63cm de diâmetro, a uma temperatura de 40°C, até que os grãos atingissem umidade próxima de 11%. Para o secador, o guia de ondas foi posicionado na parte superior do equipamento. Durante o experimento foram monitorados parâmetros como a temperatura, umidade relativa do ar e umidade do grão, tempo de secagem e gasto energético. Como resultados, observou-se que para o guia de ondas posicionado na parte superior, o aquecimento foi mais rápido no centro, seguido pelas regiões próximas ao guia. Na lateral, os pontos mais próximos ao guia aqueceram primeiro, seguidos pelo centro e ponto intermediário oposto ao guia. Na parte inferior, houve aquecimento mais rápido no ponto próximo ao guia e nos dois pontos intermediários. Com isso, a melhor distribuição de calor foi observada para o guia de ondas posicionado na parte superior do equipamento. Em relação à secagem da soja, o emprego do secador reduziu o consumo energético em 36% quando comparado à secagem convencional na estufa, de 7,41 kWh para 4,75 kWh. Portanto, foi possível concluir que o secador demonstrou ser mais vantajoso, devido ao menor tempo de secagem e gasto energético, sendo uma alternativa promissora para a secagem da soja.

Palavras-chave: cinética de secagem, curva de aquecimento, soja





# COMPARAÇÃO DE $\text{TiO}_2$ E $\text{ZnO}$ COMO FOTOCATALISADOR PARA A DEGRADAÇÃO DE AZUL DE METILENO

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

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

Autor correspondente: [larissa.nascimento6@estudante.ufla.br](mailto:larissa.nascimento6@estudante.ufla.br)

A busca por tecnologias para o tratamento de efluentes industriais tem crescido diante da ineficiência dos métodos tradicionais na remoção de corantes persistentes, como o azul de metileno (AM), devido à queda da qualidade dos recursos hídricos. Diante disso, a fotocatalise heterogênea, um processo oxidativo avançado, se destaca como alternativa eficiente para a degradação de compostos orgânicos. Este estudo teve como objetivo avaliar a atividade fotocatalítica dos semicondutores comerciais  $\text{TiO}_2$ -P25 (75% anatase e 25% rutilo) e  $\text{ZnO}$  na degradação do AM. Os experimentos foram conduzidos em um reator batelada de 350 mL contendo 100 mL de solução aquosa de AM (30 ppm) e 0,1 g do fotocatalisador. As amostras foram agitadas no escuro por 30 min para o alcance do equilíbrio de adsorção e, em seguida, irradiadas com uma lâmpada germicida ( $\lambda = 256 \text{ nm}$ , 15 W) por 3 h. Aliquotas de 1,0 mL foram coletadas em tempos definidos (0, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 75, 90, 120, 150 e 180 min). Após centrifugação, as amostras foram analisadas por espectrofotometria UV-vis (664 nm). Os resultados demonstraram que o  $\text{ZnO}$  apresentou maior conversão nos primeiros 45 min de reação, atingindo 72,2%, enquanto o  $\text{TiO}_2$ -P25 alcançou 63,2% no mesmo intervalo de tempo. No entanto, a partir de 60 min, o  $\text{TiO}_2$ -P25 ultrapassou o desempenho do  $\text{ZnO}$ , mantendo crescimento contínuo na conversão e atingindo 97,3% ao final dos 180 min. O  $\text{ZnO}$ , por sua vez, apresentou estabilização da atividade fotocatalítica por volta de 90 min, com conversão máxima de 88,2%. Os valores de  $C/C_0$  reforçam esses resultados: para o  $\text{TiO}_2$ -P25, o valor final foi de 2,7, indicando quase remoção total do corante, enquanto para o  $\text{ZnO}$  foi de 11,8. Segundo a literatura, o *band gap* do  $\text{TiO}_2$ -P25 é de aproximadamente 3,2 eV (anatase) e 3,0 eV (rutilo), e o do  $\text{ZnO}$  varia entre 3,2 e 3,37 eV. Apesar da semelhança, a estrutura cristalina mista do  $\text{TiO}_2$ -P25 favorece melhor separação de cargas fotogeradas, o que pode justificar sua maior eficiência. Por outro lado, ao avaliar a razão entre o TOC do efluente reacional aos 180 min de reação e o TOC da amostra de referência, nota-se que, para a  $\text{TiO}_2$ -P25, a relação foi de 68,4% enquanto para o  $\text{ZnO}$ , o valor alcançado foi de 40,3%. Tal resultado indica que, apesar de apresentar maior conversão, o  $\text{TiO}_2$ -P25 promove menor mineralização da carga orgânica do que o  $\text{ZnO}$ , evidenciando o seu potencial do material à base de Zn para levar o corante em  $\text{CO}_2$ . Agradecimentos ao LABMAI/UFLA pelas análises de TOC.

Palavras-chave: tratamento de efluentes, catálise ambiental, fotocatalise.





# MICROVINIFICAÇÃO DE FRISANTE *ROSÉ* (*BLEND* NIÁGARA ROSADA E BORDÔ) PELO MÉTODO ANCESTRAL COM UTILIZAÇÃO DE LEVEDURAS AUTÓCTONES E *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

Larissa C. S. Cunha<sup>1\*</sup>, Natália M. B. Oliveira<sup>1</sup>, Luciano J. Corrêa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais

\*Autora correspondente: [larissa.cunha1@estudante.ufla.br](mailto:larissa.cunha1@estudante.ufla.br)

Nos últimos anos, o Brasil tem se consolidado entre os principais produtores de uvas e vinhos no cenário mundial, registrando um crescimento expressivo no volume de vinhos produzidos. Vitivinicultores e apreciadores têm buscado vinhos com maior complexidade estrutural e aromática, elaborados por meio de técnicas que proporcionam maior autenticidade ao produto. Entre as novas tendências enológicas, destaca-se a utilização de leveduras autóctones – prática considerada ancestral e que vem ganhando relevância por sua capacidade de expressar genuinamente o *terroir* da bebida. Ademais, com a diversidade de condições edafoclimáticas favorecida pela extensão territorial do Brasil, surgem novos perfis de consumo, e o vinho frisante emerge como uma alternativa atrativa, caracterizando-se pela delicadeza e frescor, associados à presença sutil de gás carbônico. Nesse contexto, a produção de vinhos frisantes por diferentes métodos ganha destaque, especialmente o método ancestral, que tem sido amplamente adotado por vinícolas de boutique, devido ao apelo histórico e à preservação dos aromas varietais, além de ser atrativo para pequenos produtores, em função do menor custo operacional. Assim, este estudo teve como objetivo realizar a microvinificação de vinho frisante rosé, a partir de um *blend* composto por 95% de Niágara Rosada e 5% de Bordô, empregando o método ancestral, por meio da utilização de leveduras autóctones e *Saccharomyces cerevisiae*. A fermentação foi interrompida em 6 °Brix (1,0016 g/mL; 7 g/L de açúcar residual) por filtração e resfriamento a 8 °C, visando à inativação das leveduras. Em seguida, o vinho foi envasado e mantido a 15 °C por 30 dias para retomada da fermentação e formação de gás carbônico. A fermentação controlada com leveduras *Saccharomyces cerevisiae* foi 1,5 vezes mais rápida que a espontânea, conduzida por leveduras autóctones, resultando na redução de um terço do tempo total de fermentação. O rendimento experimental da produção foi de 43,2%; percentual inferior ao esperado, em decorrência de fatores operacionais, que podem não ter sido otimizados em algumas etapas do processo, como no esmagamento das uvas, na descuba, nas trasfegas realizadas e na formação de borras durante a vinificação. Já a eficiência da microvinificação, considerando o rendimento teórico, foi de 68,75%, resultado expressivo para um ensaio preliminar de produção artesanal, naturalmente sujeita a perdas inerentes ao processo. Os vinhos elaborados pelos dois tipos de fermentação apresentaram 7,95% de teor alcoólico, com pH e acidez total equilibrados. Os resultados evidenciaram a viabilidade operacional da produção de vinho frisante pelo método ancestral, considerando tanto a utilização das leveduras *Saccharomyces cerevisiae* quanto o potencial das leveduras autóctones. Além disso, estes ensaios indicam a necessidade de buscar otimizações no processo e aprimorar as caracterizações das bebidas obtidas, dado o potencial evidenciado.

Palavras-chave: vinificação artesanal, *terroir*, fermentação natural, vinho frisante.





# PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ESPUMAS OBTIDAS A PARTIR DE FOLHAS DE ORA-PRO-NOBIS VISANDO A SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA

Júlia M. Melo, Renata A. B. Lima-Corrêa

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

\*Autor correspondente: [Julia.melo3@estudante.ufla.br](mailto:Julia.melo3@estudante.ufla.br)

A ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.) é uma planta de hábito escandente amplamente distribuída no Brasil. Suas folhas apresentam alto teor de proteínas e fibras, o que justifica seu uso tradicional como alimento. Embora consumidas principalmente *in natura*, a comercialização de suplementos com ora-pro-nobis foi proibida em 02 de abril de 2025 pela ANVISA (Resolução-RE N° 1.282), devido à falta de comprovação de sua eficácia e segurança. Neste contexto, a produção e caracterização de pós obtidos a partir do extrato das folhas de ora-pro-nobis representam uma etapa estratégica no desenvolvimento de novos produtos, cujo uso futuro como suplemento alimentar dependerá de validações técnico-científicas. Assim, este trabalho tem como objetivo a produção e caracterização do extrato espumado das folhas de *ora-pro-nobis*, visando sua posterior desidratação pela técnica de secagem em camada de espuma (*foam mat drying*). As espumas foram produzidas a partir de uma polpa preparada na proporção 1:1 (m/m) de folhas de *ora-pro-nobis* e água. Diferentes teores de albumina (1,5% e 5% (m/m)) foram incorporados ao extrato e as misturas foram agitadas (1067 rpm) em batedeira doméstica, sendo avaliados diferentes tempos de batimento (2,5; 5 e 10 min). O efeito dessas variáveis sobre a massa específica e a estabilidade da espuma foram verificados. A massa específica das espumas foi determinada por picnometria, e a estabilidade térmica foi avaliada a partir do volume coalescido após aquecimento a 90 °C por 2 horas. Os resultados demonstraram que o aumento do teor de albumina e do tempo de batimento resultou na formação de espumas com menor massa específica e maior estabilidade, o que sugere que o tempo de batimento atua sinergicamente com o teor de agente espumante, sendo ambos fundamentais para a formação de espumas estáveis e com baixa massa específica. Assim, com o uso de 5% (m/m) de albumina e batimento por 10 minutos foi obtido um extrato espumado com menor massa específica ( $0,2884 \pm 0,0008 \text{ g/cm}^3$ ) e estabilidade próxima de 100%, evidenciando elevada incorporação de ar e boa resistência ao colapso térmico. Portanto, conclui-se que, dentre as condições avaliadas, esta é a mais adequada para aplicação em secagem por camada de espuma, combinando baixa massa específica e elevada estabilidade, que são requisitos essenciais para a condução adequada do processo de secagem em camada de espuma.

Palavras-chave: *Foam mat drying*, massa específica, estabilidade.





# **AVALIAÇÃO DO USO DE SUSPENSORES EM TAMBOR ROTATIVO NO PROCESSO DE SECAGEM DA SEMENTE DE MAMÃO ASSISTIDO POR INFRAVERMELHO**

Anna Clara, S. Pereira\*, Pedro H. M. Moreira, Suellen M. Nascimento

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

\*Autor correspondente: [anna.pereira1@estudante.ufla.br](mailto:anna.pereira1@estudante.ufla.br)

Durante o processamento do mamão, cerca de 15% do peso da fruta é constituído de sementes, que são descartadas. Além da significativa geração de resíduos, essas sementes possuem um alto teor de lipídios, viabilizando sua aplicação na produção de óleos comestíveis, essenciais ou biocombustíveis. Além disso, elas apresentam um alto teor de umidade ( $>80\%$  b.u.), favorecendo a proliferação de fungos e a degradação do material, comprometendo sua qualidade. A secagem em tambor rotativo assistido por radiação infravermelha surge com uma proposta inovadora no processamento dessas sementes, em uma etapa anterior à extração do óleo. Nessa secagem, busca-se melhorar a eficiência energética e acelerar o processo, sem comprometer a qualidade das sementes. O tambor rotativo garante uma movimentação homogênea das sementes, enquanto a radiação infravermelha promove um aquecimento direto, acelerando a remoção da umidade. Este trabalho teve como objetivo investigar a secagem das sementes de mamão em tambor rotativo assistido por infravermelho. Para isso, as sementes foram primeiramente lavadas para remover os restos da polpa de mamão. Em seguida, foi realizada a caracterização das sementes, com a medição da densidade aparente através da picnometria líquida, que resultou em  $1,0024 \text{ g/cm}^3$  além da avaliação da porosidade e densidade do leito pelo método da proveta, com valores de  $0,27$  e  $0,74 \text{ g/cm}^3$ , respectivamente. A secagem foi realizada com 40% de fração de enchimento, o que resultou em 590g de semente utilizando duas potências da lâmpada (180 e 200 W), com três diferentes configurações do tambor: sem suspensores, com 2 suspensores e com 4 suspensores. A secagem em tambor rotativo assistido por infravermelho foi satisfatória, e os resultados obtidos permitiram avaliar que potências mais elevadas resultaram em uma secagem mais eficiente, com uma redução do tempo de secagem de 55% para o tambor sem suspensor e 47% e 31%, para o tambor com 2 e 4 suspensores, respectivamente, com temperaturas médias atingidas pelas sementes aumentando entre  $9$  e  $10^\circ\text{C}$  a depender do número de suspensores.

Palavras-chave: Técnicas de secagem, resíduos agroindustriais, tambores rotatórios, eficiência térmica.







# EFEITO DA POTÊNCIA INFRAVERMELHA E DA VELOCIDADE DO AR NO DESEMPENHO DA SECAGEM EM LEITO DE ESPUMA PARA PRODUÇÃO DE CAFÉ SOLÚVEL

Núbia I. Gonçalves, Renata A. B. Lima-Corrêa, Lidja D. M. S. Borél

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

Autor correspondente: nubia.goncalves@estudante.ufla.br

Em 2024, o Brasil liderou as exportações de café solúvel, com forte crescimento interno e 4,09 milhões de sacas comercializadas. A produção, majoritariamente por *spray drying*, demanda alto consumo energético, elevando custos e emissões de GEE. Diante disso, a *foam mat drying* associada à radiação infravermelha (IV) surge como alternativa mais eficiente e sustentável. A convecção forçada otimiza a secagem e a qualidade. Portanto, o presente trabalho visou avaliar o efeito da potência IV (178 W e 238 W) e da velocidade do ar (1 m/s e 3 m/s) na secagem do extrato espumado de café em secador IV com convecção ambiente. O extrato aquoso de café foi preparado pela extração do pó de café arábica com água aquecida a 90 °C e concentrado até 6 °Brix. Em seguida, foram adicionados 5,05% m/V de albumina e 0,10% m/V de goma xantana, com a mistura agitada em batedeira doméstica a 1066,67 rpm durante 6,5 minutos. A espuma distribuída em bandeja circular com 1 cm de espessura e 20 cm de diâmetro foi inserida em um secador com lâmpada IV (250 W) a 23 cm da amostra. Um ventilador radial forçava o ar à temperatura ambiente para dentro da câmara paralelamente à superfície da amostra. Durante o processo, monitorou-se a massa e a temperatura da amostra, a temperatura da fonte IV e da parede da câmara, a temperatura e umidade relativa do ar ambiente e do ar na saída do secador. A tensão na rede e as correntes da lâmpada IV e do ventilador foram medidas. O modelo que melhor descreveu o comportamento cinético do processo foi o de Page ( $R^2 > 0,988$ ). Os resultados indicaram ainda que elevar a potência IV reduziu o tempo de secagem em 45%. Logo, o consumo específico de energia (SEC) diminuiu de 20,06 kWh/kg (178 W) para 12,27 kWh/kg (238 W), devido ao aumento da energia térmica que provocou a elevação da temperatura média da espuma, de 28,9 °C para 47,2 °C, resultando em maiores taxas de secagem. Essa intensificação levou a redução de 30% nas emissões de CO<sub>2</sub>. A velocidade do ar teve pouco efeito nos parâmetros avaliados, pois embora o fluxo de ar tenha auxiliado a remoção de umidade, a simultânea redução da temperatura da amostra fez com que o SEC diminuísse apenas 3%. As emissões de CO<sub>2</sub> foram menores que as da estufa na secagem da espuma ( $4,37 \cdot 10^{-5}$  –  $7,51 \cdot 10^{-5}$  tCO<sub>2</sub>), demonstrando que a técnica combinada é uma alternativa que contribui para o avanço da sustentabilidade na produção de café solúvel. As autoras agradecem à FAPEMIG (APQ-00023-22) e ao CNPq pelo apoio financeiro.

Palavras-chave: secagem combinada, *foam mat drying*, emissões de CO<sub>2</sub>, cinética de secagem.







# SÍNTESE E INCORPORAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA EM FORMULAÇÃO GENÉRICA DE GEL ANTISSEPTICO

Rafael, G. N. França\*, Livia Elisabeth V. de S. B. Vaz, Zuy Maria Magriotis

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

\*Autor correspondente: rafael.franca1@estudante.ufla.br

Após a pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2 intensificaram-se os esforços científicos voltados ao aprimoramento de formulações antissépticas de uso pessoal, como o álcool gel. Paralelamente, as nanopartículas de prata (AgNPs) vêm ganhando destaque devido às suas notáveis propriedades antimicrobianas, o que as torna promissoras na composição de produtos voltados à assepsia. Este trabalho propõe a incorporação de AgNPs em uma formulação genérica de gel antisséptico, com o objetivo de avaliar sua estabilidade e potencial de aplicação. A formulação base utilizada contém etanol 96° INPM como agente antisséptico, carbopol 940 como agente espessante, trietolamina (TEA) como neutralizante e glicerina como umectante. As AgNPs foram sintetizadas a frio por redução química e adicionadas à formulação por gotejamento, formando um sistema potencialmente antimicrobiano de largo espectro. A preparação do gel seguiu parâmetros regulatórios estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), considerando fatores como proporção de espessante, aferição de pH, presença de umectante e forma de armazenamento. Por meio de análises organolépticas, a caracterização preliminar do produto evidenciou boa viscosidade, coloração transparente e sensorial adequado na formulação base. A formulação contendo AgNPs apresentou coloração amarelada intensa e evidência espectrofotométrica de absorção característica em torno de

400 nm, indicando a presença das nanopartículas. No entanto, a análise após 48 horas revelou alteração significativa da coloração, independentemente das condições de armazenamento ou da presença de glicerina. Após 31 dias, observou-se redução do pico de absorbância por espectroscopia UV-Vis, sugerindo degradação ou agregação das nanopartículas ao longo do tempo. Os resultados indicam que o carbopol, isoladamente, não confere estabilidade coloidal suficiente para manutenção das propriedades das AgNPs na matriz polimérica do gel, destacando a necessidade de ajustes na formulação ou uso de agentes estabilizantes adicionais, como outros agentes espessantes com propriedades químicas distintas. O estudo contribui para a compreensão das limitações e possibilidades de uso de nanomateriais em veículos antissépticos de uso cotidiano.

Palavras-chave: antisséptico, nanopartículas metálicas, estabilidade coloidal, formulação tópica, propriedades antimicrobianas





# AVALIAÇÃO DA ADSORÇÃO DA PROTEÍNA DE SOJA EM BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR PRÉ-TRATADO

Cauê P. Arruda\*, Luciano J. Corrêa, Gilson Campani

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

\*Autor correspondente: [caue.arruda@estudante.ufla.br](mailto:caue.arruda@estudante.ufla.br)

A substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis é essencial para a descarbonização do setor de transportes. Nesse cenário, o etanol de segunda geração (E2G), produzido a partir de biomassas lignocelulósicas, como o bagaço de cana-de-açúcar, surge como alternativa promissora. No entanto, a complexidade do processo e os altos custos operacionais, agravados pela adsorção não produtiva de enzimas à lignina residual durante a hidrólise, comprometem sua viabilidade econômica. A adição de compostos bloqueadores, como a proteína isolada de soja, que adsorvem preferencialmente à lignina, tem se mostrado eficiente na redução dessas perdas enzimáticas, promovendo aumentos significativos na conversão da celulose. Contudo, seu uso ainda é considerado economicamente inviável nas condições atuais. Este trabalho visa avaliar a adsorção da proteína isolada de soja em bagaço de cana-de-açúcar pré-tratado por explosão a vapor, contribuindo para a otimização do processo. Os objetivos incluem: (i) determinar o tempo de solubilização da proteína; (ii) analisar o efeito da agitação, da concentração do aditivo e da presença de celulases na adsorção; e (iii) modelar a cinética e a isoterma de adsorção. A solubilização foi avaliada com 8 g/L de proteína em 250 mL de tampão citrato (50 mM, pH 4,8), agitada por 30 s e incubada a 50 °C e 150 rpm, com coleta de alíquotas nos tempos 0, 0,5, 1,5, 2,5 e 3,5 h, em triplicata. Os ensaios de adsorção serão conduzidos com bagaço de cana como adsorvente e proteína de soja (90% de pureza) como adsorbato, com e sem o complexo enzimático Cellic CTec 2 (10 FPU/g biomassa), e glicose em excesso (250:1) para inibir a hidrólise. As condições incluem tampão citrato (50 mM, pH 4,8), 50 °C, variação na agitação (40–250 rpm) e concentração de proteína de 0 a 8 g/L. A proteína não adsorvida será quantificada pelo método de Bradford, e a adsorção será determinada pela diferença de concentração antes e após o contato com a biomassa. Os dados serão ajustados aos modelos de isoterma de Langmuir e Freundlich, por regressão não linear, com avaliação de  $R^2$  e resíduos. Até o momento, verificou-se que o tempo mínimo de solubilização da proteína de soja foi de 30 segundos. Espera-se que os resultados contribuam para o entendimento dos mecanismos de adsorção e para estratégias que viabilizem economicamente o uso de aditivos na produção de E2G. Agradecimentos ao CNPq (Bolsa PIBIC) e à FAPEMIG (Projeto APQ-00934-23) pelo apoio financeiro.

Palavras-chave: Etanol de segunda geração, Aditivo, Lignina, Celulase





# ESTIMATIVA DA MASSA ESPECÍFICA DE BIODIESEIS POR CORRELAÇÕES DE TRANSLAÇÃO DE VOLUME

Victor R. S. Souza\*, Nathan S. Evangelista

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

\*Autor correspondente: victor.souza4@estudante.ufla.br

As equações de estado cúbicas permitem estimar propriedades termodinâmicas e de transporte úteis para simular processos industriais. Dentre as propriedades mais relevantes, destaca-se a massa específica. Outrossim, o biodiesel tem ganhado cada vez mais importância como uma alternativa aos combustíveis de origem fóssil. Neste trabalho, avaliou-se a massa específica de dois tipos de biodiesel (soja e canola) através do emprego de duas equações de estado cúbicas: Soave-Redlich-Kwong (SRK) e Peng-Robinson (PR). Acopladas a essas equações, duas correlações de translação de volume foram aplicadas de modo a melhorar a predição da massa específica dos biodieseis, sendo elas Péneloux-Rauzy-Fréze (1982) e Ungerer-Batut (1997). Para avaliar a qualidade das estimativas, as densidades calculadas foram estatisticamente comparadas com 406 dados experimentais extraídos de 2 artigos científicos, os quais abrangem uma ampla faixa de temperaturas (283,15 K – 393,15 K). A correlação de Péneloux-Rauzy-Fréze (1982) aplicada à equação de SRK gerou os melhores resultados de %DMRA: 8,99% para o biodiesel de canola e 5,63% para o de soja.

Palavras-chave: equação de estado cúbica, translação de volume, massa específica, biodiesel





# USO DE POLÍMERO TERMOPLÁSTICO COMO PRECURSOR NA OBTENÇÃO DE CARBONO POROSO E SEU POTENCIAL COMO MATERIAL ADSORVENTE

Luísa G. Oliveira<sup>1,\*</sup>, Rafael P. Alves<sup>2</sup>, Mario C. Guerreiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais

<sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras, Departamento de Química

\*Autor correspondente: [luisa.oliveira3@estudante.ufla.br](mailto:luisa.oliveira3@estudante.ufla.br)

Os polímeros são materiais formados por macromoléculas que apresentam propriedades como leveza e resistência, sendo amplamente utilizados na indústria. Sua produção ocorre por polimerização por adição ou condensação, originando materiais como os poliésteres. Entretanto, o descarte inadequado desses materiais, especialmente do PET, causa impactos ambientais significativos, uma vez que sua produção global cresce continuamente. Uma solução promissora para minimizar esses impactos é a conversão do PET em carvão ativado por meio de ativação físico-química, promovendo sustentabilidade e economia circular. Este trabalho teve como objetivo obter e caracterizar carbono poroso de alta área superficial a partir de resíduos de PET, utilizando ativação físico-química com CO<sub>2</sub> assistida por níquel, além de avaliar o potencial adsorvente e as propriedades estruturais dos materiais produzidos. O resíduo de PET utilizado foi previamente processado e impregnado com níquel, passando por etapas de secagem, carbonização a 300 °C e ativação físico-química com CO<sub>2</sub> a 900°C com 0,5% de Ni. Os materiais foram avaliados quanto à capacidade adsorptiva por meio de isotermas e cinética de adsorção utilizando azul de metileno como adsorvato modelo. Os dados mostraram que a presença de níquel reduziu o rendimento da carbonização, mas aumentou significativamente a eficiência da ativação física, favorecendo o desenvolvimento de poros e sítios ativos. Nos testes de adsorção, o carvão ativado comercial CA-W810 apresentou a maior capacidade adsorptiva (Q<sub>max</sub> = 190,5 mg/g), funcionando como referência. Entre os materiais produzidos, o CA-PET-Ni demonstrou desempenho expressivo (Q<sub>max</sub> = 88,2 mg/g), enquanto o CA-PET-OFF, sem adição de níquel, teve o menor rendimento (Q<sub>max</sub> = 39,6 mg/g). No teste de cinética de adsorção, o carvão CA-PET-NI demonstrou desempenho satisfatório com remoções da ordem de 35% em 30 min e 40% em 60 min. Por outro lado, o material CA-PET-OFF apresentou 17% em 30 min e cerca de 21% após 60 min. Esses resultados reforçam o impacto positivo da ativação assistida e o potencial real dos materiais desenvolvidos. Os dados obtidos validam a proposta metodológica e também reforçam a relevância do projeto para aplicações futuras de uso de PET residual como precursor de matérias para aplicação no tratamento de efluentes, com viés de alto impacto ambiental positivo, construída com responsabilidade científica e visão inovadora.

Agradecimentos: Apoio financeiro Capes, Finep, CNPq.

Palavras-Chave: Resíduos plásticos, Polímeros termoplásticos, Reutilização de PET, Carbono poroso.





# DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO EM BIOCHAR DE CASCA DE CAFÉ: IMPACTO DA FONTE DE ENRIQUECIMENTO E TAMANHO DE PARTÍCULA

Giovanna, P. Nunes<sup>1,\*</sup>, Andrés O. Montes<sup>2</sup>, Evanise S. Penido<sup>2</sup>, Daniela D. L. Queiroz<sup>2</sup>,  
Leônidas C. A. Melo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais

<sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência do Solo

\*Autor correspondente: giovanna.nunes@estudante.ufla.br

O enriquecimento do biochar de resíduos agrícolas com fontes de fósforo (P) pode ser uma alternativa para aumentar a eficiência em comparação a fontes de P altamente solúveis. Estratégias como a moagem para reduzir o tamanho das partículas podem melhorar a disponibilidade de P no solo. O objetivo do trabalho foi avaliar como o tamanho de partículas (normal < 2mm e micronizada pelo moinho de bolas por 1h) e diferentes fontes de enriquecimento de P (i. Fosfato de rocha Bayóvar; ii. Superfosfato triplo e iii. Fosfato monoamônico) impactam na disponibilidade desse elemento em amostras de biochar de casca de café. O solo foi incubado em casa de vegetação por uma semana e oito semanas após aplicação de 300 mg kg<sup>-1</sup> de P e analisado após cada período utilizando o extrator Mehlich 1. Não houve alteração do pH do solo de forma significativa pelas fontes de P em comparação ao controle sem P. Os biochars moídos apresentaram maiores valores de P disponível no solo após 1 semana, com destaque ao fosfato de Bayóvar (246 mg dm<sup>-3</sup>). Por outro lado, após oito semanas de incubação, no geral, os materiais sem moer apresentaram maiores teores de P disponível no solo, com destaque para o fosfato de Bayóvar (203 mg dm<sup>-3</sup>). Porém, os materiais moídos apresentaram vantagem com relação aos teores disponíveis de Ca, Mg e K em uma semana. Dessa forma, conclui-se que o tamanho de partículas influenciou positivamente no curto período de incubação e a associação entre o biochar e o fosfato de Bayóvar apresentou maior eficiência na disponibilidade de P no solo.

Palavras-chave: adubação, macronutrientes, solo, disponibilidade de nutrientes.







# CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE SEMENTES DE MELÃO E SUA FLUIDODINÂMICA EM LEITO DE JORRO

Rafaella M. da Costa\*, Bruna S. Silva, Iara H. Rodriguez, Isabele C. Bicalho

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

\*Autor correspondente: [rafaella.costa@estudante.ufla.br](mailto:rafaella.costa@estudante.ufla.br)

O melão é uma fruta de grande importância econômica, cultivada mundialmente devido à sua adaptação a diferentes solos e climas. Na etapa de processamento, uma parte significativa do fruto é descartada, sendo constituída majoritariamente por sementes, tradicionalmente tratadas como resíduos. Porém, pesquisas recentes indicam que essas sementes possuem propriedades nutricionais, funcionais e tecnológicas relevantes, incentivando seu aproveitamento. Entre as formas de valorização, destaca-se a secagem, que amplia a vida útil, facilita o transporte e permite o uso em setores como o alimentício, cosmético e bioenergético. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo caracterizar fisicamente as sementes de melão e avaliar o seu comportamento fluidodinâmico em um leito de jorro de médio porte. Inicialmente, foi realizada a caracterização física das sementes, determinando-se o diâmetro médio, esfericidade, densidade aparente, peso de mil sementes e teor de umidade em base úmida e seca. Em seguida, caracterizou-se o meio poroso formado por elas, determinando a densidade de *bulk*, nas condições solta e compactada, porosidade *bulk* e os ângulos de repouso estático e dinâmico, parâmetros essenciais para compreender o comportamento das partículas em processos de escoamento e secagem. Os resultados indicaram um diâmetro médio de 4,89 mm; esfericidade de 0,38 e densidade aparente de 0,93 g/cm<sup>3</sup> para as sementes *in natura*. Foi obtido um peso de mil sementes de 50,07 g; teor de umidade de 48,0% em base úmida e 92,4% em base seca. A densidade *bulk* foi de 0,45 g/cm<sup>3</sup> e 0,51 g/cm<sup>3</sup> para a compactada, com porosidade de 0,45. Os ângulos de repouso estático e dinâmico foram de 30,46° e 49,67°. Esses resultados indicam que as sementes possuem formato irregular, elevada densidade aparente e alta umidade, características que conferem um desempenho limitado no escoamento em leitos de jorro/fluidizado. Classificadas no grupo D do diagrama de Geldart referente a partículas grandes e densas, apresentaram ainda baixa fluidez, com altos ângulos de repouso e reduzida capacidade de movimentação. Essas propriedades exigem atenção no dimensionamento e operação dos equipamentos, demandando estratégias específicas para seu aproveitamento eficiente. Os resultados deste trabalho irão viabilizar a realização da etapa de processamento do resíduo. Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG.

Palavras-chave: sementes de melão, secagem, caracterização física, fluidodinâmica







# PRODUÇÃO DE MÁSCARAS FACIAIS DE NANOCELULOSE BACTERIANA INCORPORADAS COM TANINO

Bruna C. Arcanjo\*, João M. Neto

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

\*Autor correspondente: [bruna.arcanjo@estudante.ufla.br](mailto:bruna.arcanjo@estudante.ufla.br)

A nanocelulose bacteriana (NCB) tem se destacado como biomaterial renovável, puro e biocompatível, com potencial para sistemas de liberação controlada de princípios ativos. O barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) é uma planta nativa do cerrado brasileiro e de Minas Gerais e é utilizada para a cicatrização, possui efeito antimicrobiano e anti-inflamatório, os resultados fitoterápicos do barbatimão advêm do tanino que está presente em elevada quantidade. Neste trabalho, buscou-se desenvolver biofilmes de NCB incorporados com ácido tânico, avaliando seu preparo e a eficiência de liberação do composto. As membranas de NCB foram cultivadas em meio estático contendo chá verde (1% m/v), sacarose (5% m/v) e inóculo de kombucha (10% v/v), com renovação a cada 30 dias. Após crescimento adequado, as membranas foram tratadas em solução de NaOH 0,1 mol·L<sup>-1</sup> a 80 °C por 16 min para remoção de células. O teor de sólidos da suspensão foi determinado por secagem em estufa, revelando média inicial de 2,29% m/m, e ajustado para 1% m/m por diluição. Em seguida, confeccionaram-se biofilmes, incorporando ácido tânico a 0,01% m/v. Para quantificar a liberação de fenóis totais, construiu-se curva padrão pelo método de Folin-Ciocalteu, medindo absorbância a 765 nm ( $\lambda = 765$  nm) em diferentes concentrações, empregando reagentes de Folin-Ciocalteu e carbonato de sódio. Amostras de biofilmes cortadas em quatro fragmentos foram incubadas em agitador a 35 °C e 150 rpm, com coletas em determinados tempos estipulados. Os biofilmes apresentam morfologia homogênea e boa integridade, mas o ácido tânico não foi perfeitamente homogeneizado, dando a cada fragmento uma absorbância diferente. O protocolo comprovou ser viável para produção de membranas de NCB e incorporação preliminar de tanino. Ajustes na metodologia permitirão aprimorar a reprodutibilidade e a confiabilidade dos resultados. Em conclusão, este estudo estabelece bases sólidas para o desenvolvimento de sistemas de liberação de bioativos usando NCB, com perspectivas de aplicação em cosméticos, fármacos e áreas biomédicas. Agradecemos ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica, cujo apoio foi essencial para a realização deste trabalho.

Palavras-chave: biofilmes, nanocelulose bacteriana, ácido tânico, liberação





# VALORIZAÇÃO DE SERRAGEM MISTA DE PINHEIRO E CARVALHO VIA PIRÓLISE LENTA

Romário Magalhães Ferreira\*, Tiago José Pires de Oliveira

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

\*Autor correspondente: romario.ferreira@estudante.ufla.br

A demanda por fontes renováveis de energia e o acúmulo de resíduos madeiros impõem desafios ambientais e energéticos. A pirólise lenta de biomassa lignocelulósica surge como alternativa sustentável para a conversão de resíduos em biocombustíveis sólidos. Este trabalho avaliou a viabilidade da pirólise de uma mistura de serragem de pinheiro e carvalho, oriunda de processos de reciclagem, visando à produção de biochar com alto valor energético. Foram realizados ensaios em reator de leito fixo tubular, operando a 400 °C, 450 °C e 500 °C, com taxa de aquecimento de 10 °C/min e tempo de residência de 60 minutos. Foram determinadas propriedades como teor de umidade, composição imediata, poder calorífico superior (PCS), densidade energética e rendimentos dos produtos. A biomassa apresentou teor de umidade de 12,43% ( $\pm 1,12$ ), material volátil de 79,82% ( $\pm 0,46$ ), cinzas de 1,41% ( $\pm 0,07$ ), carbono fixo de 18,77% ( $\pm 0,50$ ), PCS de 18,84 MJ/kg ( $\pm 0,12$ ) e densidade energética de 4,31 GJ/m<sup>3</sup>. Os biochars obtidos apresentaram teor de umidade entre 0,06% e 0,08%, material volátil de 19,17% a 27,25%, cinzas de 3,90% a 4,36% e carbono fixo de 68,52% a 76,47%, com PCS entre 22,59 e 23,02 MJ/kg. Os rendimentos variaram com a temperatura: biochar (30,27–35,03%), bio-óleo (41,25–42,79%) e gases não condensáveis (23,72–27,69%). Tais resultados evidenciam a influência das condições operacionais na distribuição das frações e na qualidade do biochar. O sólido carbonizado mostrou elevado potencial energético e estrutura estável, indicando sua viabilidade como substituto parcial do coque de petróleo em aplicações industriais. Conclui-se que a pirólise lenta da serragem mista é uma alternativa tecnicamente viável para converter resíduos florestais em biocombustíveis sólidos, com ganhos energéticos, ambientais e econômicos, alinhando-se aos princípios da economia circular.

Palavras-chave: uso energético, biochar, biomassa lignocelulósica, energia renovável





# ANÁLISE DA COMINUIÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO EM LEITO DE JORRO COM DEFLETOR DE FONTE

Ana Carolina T. Silva\*, Isabele C. Bicalho, Iara H. Rodriguez

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

\*Autor correspondente: ana.silva76@estudante.ufla.br

O mamão é amplamente apreciado por seu elevado valor nutricional, contendo açúcares, minerais e compostos bioativos como carotenóides, vitamina C e polifenóis. No entanto, seu processamento industrial apresenta desafios, especialmente quanto à geração de resíduos. Cascas e sementes podem representar até 70% do peso da fruta em algumas cadeias produtivas, reforçando a importância do reaproveitamento desses subprodutos. As sementes, em particular, possuem composição rica em lipídeos, proteínas e compostos bioativos, com potencial para aplicações nas indústrias cosmética, farmacêutica e alimentícia, na forma de óleo ou farinha. Este estudo avaliou o efeito de um defletor de fonte na cominuição (quebra) de sementes de mamão secas durante a operação em leito de jorro, visando futuras aplicações industriais e o aproveitamento do resíduo. Foram realizados experimentos em leito de jorro para quatro velocidades de ar (21, 28, 33 e 40 m/s), tempo de operação de 30 minutos, com o defletor posicionado a 6 cm da base cônica e uma carga de 80 g de sementes secas. Realizou-se análise granulométrica por peneiramento, usando peneiras da série Tyler com aberturas de 4, 6, 7, 8, 9 e 10 mesh para as sementes antes e após a operação. Primeiramente, realizou-se a pesagem das peneiras e do fundo do conjunto vazio. Em seguida, as sementes foram inseridas em agitador mecânico por 15 minutos e, posteriormente, pesou-se cada peneira com o material retido. A diferença entre a massa final e inicial permitiu determinar a quantidade de partículas em cada faixa de tamanho. Com base nesses dados, foi construída a curva de distribuição granulométrica cumulativa para cada velocidade de ar. Observou-se que, com o aumento da velocidade, houve um deslocamento das curvas, indicando maior proporção de partículas nas peneiras de menor abertura, especialmente a partir de 33 m/s. Isso sugere que velocidades mais elevadas promovem fragmentação mais intensa, o que foi confirmado por análise visual: para 40 m/s, a quebra foi muito mais acentuada que para 21 m/s. Os resultados demonstram que a presença do defletor intensifica os impactos entre as partículas no interior do leito, promovendo maior fragmentação e alterações na distribuição granulométrica. Essa abordagem mostra-se uma alternativa promissora para o processo de cominuição de sementes em escala industrial. As autoras agradecem à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

Palavras-chave: material particulado, quebra de partículas, distribuição granulométrica





# AVALIAÇÃO DO EFEITO DE UM DEFLETOR DE FONTE NA SECAGEM DE SEMENTES DE MAMÃO EM LEITO DE JORRO

Ana Carolina T. Silva\*, Isabele C. Bicalho, Iara H. Rodriguez

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

\*Autor correspondente: ana.silva76@estudante.ufla.br

O mamão é cultivado no Brasil, sendo consumido *in natura* ou usado na produção de doces, sucos e geleias. Durante o processamento, grandes quantidades de sementes, ricas em óleo e ácidos graxos, são descartadas. Reutilizá-las pode incentivar práticas mais sustentáveis e gerar novos produtos. Contudo, o alto teor de umidade acelera sua deterioração, exigindo uma etapa de secagem. O leito de jorro é promissor por suas altas taxas de transferência de massa e calor, favorecendo uma secagem rápida e uniforme. Este estudo avaliou o efeito da inserção de um dispositivo chamado defletor de fonte na secagem de sementes de mamão em leito de jorro. Inicialmente, realizou-se a secagem das sementes de mamão no leito de jorro, para duas cargas de semente (300 g e 150 g), dois tempos de operação (15 min e 30 min), velocidade do ar de 40 m/s e temperatura média de 46°C, sem e com defletor. Ademais, realizou-se a secagem das sementes com defletor para um tempo de 45 min. A umidade da semente de mamão *in natura* e após secagem no leito foi medida utilizando-se o método em estufa. Os valores de umidade final, em base úmida, para uma carga de 150 g e 15 min de operação foram de  $22,22 \pm 0,32\%$  sem o defletor e  $23,11 \pm 0,43\%$  com o defletor. Para a carga de 300 g, nas mesmas condições, os resultados foram  $24,33 \pm 0,35\%$  e  $25,15 \pm 0,31\%$ , respectivamente. Nota-se que a carga influenciou de forma acentuada a secagem, uma vez que maiores quantidades de material dificultam a uniformização do leito, reduzindo a eficiência da transferência de massa e calor, aumentando a umidade final. Além disso, para o tempo de operação de 30 min, os valores para a carga de 150 g, sem e com defletor de fonte, foram respectivamente  $17,63 \pm 0,18\%$  e  $17,53 \pm 0,14\%$ . Já para carga de 300 g, foram  $18,29 \pm 0,19\%$  e  $17,57 \pm 0,27\%$ . Ou seja, a influência da carga é atenuada, indicando que o tempo adicional foi suficiente para compensar os efeitos do aumento de carga. Por fim, ao comparar os resultados obtidos com e sem o uso do defletor, observa-se que o dispositivo não exerceu influência significativa na redução da umidade das sementes. Contudo, sua presença contribuiu para minimizar a elutriação das partículas. Além disso, com 45 min, os valores finais de umidade para as cargas de 150 g e 300 g foram, respectivamente,  $12,43 \pm 0,16\%$  e  $13,67 \pm 0,12\%$ , indicando que a técnica foi eficaz em atingir níveis ideais de umidade para o armazenamento das sementes. As autoras agradecem à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

Palavras-chave: material particulado, fluidização, transferência de calor, elutriação





# EFEITO DA POTÊNCIA NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA SECAGEM INFRAVERMELHA DO EXTRATO DE CAFÉ ESPUMADO PARA A PRODUÇÃO DE SOLÚVEL

Kauany M. Santos\*, Lidja D. M. S. Borél, Renata A. B. Lima-Corrêa

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais

\*Autor correspondente: kauany.santos1@estudante.ufla.br

O setor de café solúvel, que responde por 28% do consumo global de café, segue em expansão, com o Brasil registrando em 2024 exportações 13% superiores a 2023 e consumo interno recorde. Frente a esse cenário, tecnologias que garantam a qualidade do café solúvel com menor consumo energético se tornam relevantes. A secagem em camada de espuma é uma alternativa à secagem por atomização tradicionalmente utilizada. Nesse processo, a formação de espumas estáveis viabiliza a secagem em temperaturas mais baixas, possibilitando a preservação de compostos voláteis e sensoriais. Assim, este trabalho objetivou avaliar a eficiência energética da secagem de extrato de café espumado por radiação infravermelha, uma tecnologia que permite a transferência direta de energia ao material, proporcionando maior eficiência em comparação aos métodos convencionais de secagem por ar quente. As espumas foram produzidas com 5,05% (m/V) de albumina, 0,1% (m/V) de goma xantana e 6,5 min de agitação em batedeira doméstica. As secagens foram realizadas em secador infravermelho, com uma lâmpada (250 W) posicionada a 23 cm da amostra, avaliando-se duas potências de operação: 178 e 238 W. Durante o processo, foram monitoradas: massa e temperatura superficial da amostra, temperatura e umidade relativa do ar ambiente. A eficiência energética instantânea, relação entre a energia utilizada para evaporar umidade do material em um instante  $t$  e a energia total fornecida ao sistema no mesmo instante  $t$ , foi calculada de acordo com a literatura. Contudo, o fluxo de transferência de calor por radiação ( $q_{IR}$ ) foi medido com um radiômetro portátil. Os resultados mostram que o aumento da potência IV eleva as taxas de secagem em 1,6 vezes, considerando os períodos de taxa constante. Apesar disso, a eficiência energética diminuiu em aproximadamente 46%, o que sugere que a energia adicional fornecida ao sistema não foi proporcionalmente convertida em energia para a evaporação da umidade, sendo parte utilizada como calor sensível ou perdida para o ambiente. Isto indica um limite operacional no qual o aumento da potência se traduz em melhorias na eficiência energética do processo. As autoras agradecem à FAPEMIG (APQ-00023-22) e ao CNPq pelo apoio financeiro para a realização do trabalho.

Palavras-chave: café solúvel, radiação infravermelha, *foam mat drying*.







# DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA O MÉTODO DE MCCABE-THIELE COM MODELAGEM TERMODINÂMICA VIA UNIFAC

Lucas Queiroz Monteiro\*, Nathan S. Evangelista

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

\*Autor correspondente: [lucas.monteiro@estudante.ufla.br](mailto:lucas.monteiro@estudante.ufla.br)

A destilação é uma das operações unitárias mais empregadas para a separação de misturas, sendo baseada na diferença de volatilidade dos componentes. Nesse contexto, o método de McCabe-Thiele consiste em uma abordagem gráfica para obtenção do número de estágios ideais a partir da combinação da curva de equilíbrio com as linhas de operação de balanços mássicos em misturas binárias. Para a obtenção da curva de equilíbrio, geralmente, são aplicados modelos termodinâmicos simplificados, como a Lei de Raoult, que assume condições de mistura ideal e baixas pressões. Assim, para misturas líquidas não ideais, faz-se necessária a aplicação da Lei de Raoult modificada, que incorpora o coeficiente de atividade para quantificar a não idealidade. Dentre os modelos para determinação desse coeficiente, destaca-se o UNIFAC, que trata a solução como uma combinação de grupos funcionais a partir dos quais as moléculas são formadas, simplificando a necessidade de parâmetros para a determinação de coeficientes de atividade. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta computacional para a aplicação do método de McCabe-Thiele, utilizando a lei de Raoult modificada associada à modelagem UNIFAC, para determinação dos coeficientes de atividade. A ferramenta foi desenvolvida na linguagem de programação Python, aplicando conceitos de programação orientada a objetos, forma otimizada e organizada de estruturação de códigos. Para manipular e organizar dados, foram utilizadas as bibliotecas Numpy e Pandas. Já as bibliotecas Scipy, Tkinter e Matplotlib foram empregadas para os métodos numéricos, interface gráfica e geração de gráficos. Como resultado, a ferramenta permite a obtenção da curva de equilíbrio para uma dada condição de pressão, através da Lei de Raoult ou sua versão modificada com o UNIFAC. Além de já conter um banco de dados interno, o software ainda possibilita ao usuário inserir novas substâncias ou editar propriedades de substâncias já existentes, como os coeficientes de Antoine e os grupos UNIFAC. A partir dos dados de equilíbrio calculados e das condições operacionais fornecidas, é possível obter o número mínimo de estágios ideais, a razão de refluxo mínima e o número de estágios ideais necessários, acompanhados de seus gráficos. Dessa forma, a ferramenta desenvolvida se caracteriza com um recurso didático e técnico para a compreensão dos conceitos de estágios de equilíbrio e dimensionamento preliminar de colunas de destilação.

Palavras-chave: destilação, equilíbrio de fases, métodos numéricos, python.







# DESENVOLVIMENTO E DISPONIBILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA CÁLCULOS DE ENGENHARIA QUÍMICA

Gabriel Loiola Lima, Rafael Silva Barbosa, Nathan Sombra Evangelista, Natália Maira Braga Oliveira\*

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Química e de Materiais

\*Autora correspondente: [natalia.boliveira@ufla.br](mailto:natalia.boliveira@ufla.br)

Ferramentas computacionais desempenham um papel crucial no ensino de Engenharia Química, permitindo a simulação de processos complexos, facilitando a compreensão teórica e prática dos conceitos, preparando os alunos para enfrentar desafios profissionais e contribuindo para a inovação na área. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo expandir o acesso a ferramentas computacionais gratuitas voltadas para a execução de cálculos de diferentes áreas da Engenharia Química. Para tal, foram criadas duas plataformas web: a primeira, denominada *Projetando Reatores*, é uma aplicação com foco na resolução de problemas relacionados a reatores não isotérmicos, não ideais e catalíticos; a segunda, chamada *CalculaEQ*, tem como finalidade agrupar e difundir *softwares* desenvolvidos por estudantes de Engenharia Química da UFLA, tornando-os acessíveis à comunidade acadêmica e à sociedade. No *Projetando Reatores*, foram adaptados exemplos do clássico livro "Elementos de Engenharia das Reações Químicas", de H. S. Fogler, para o desenvolvimento de códigos em Python. Esses códigos são capazes de realizar cálculos para diversos tipos de reatores, como batelada, tanque contínuo agitado, tubular de fluxo empistonado e de leito fixo. Integrados ao *framework* Django, eles permitem que a plataforma forneça soluções rápidas e visualmente didáticas para usuários que necessitam realizar esses cálculos de forma precisa e eficiente. Destaca-se, ainda, que há no *CalculaEQ* um canal de comunicação aberto com os usuários, permitindo que eles avaliem e colaborem com o aprimoramento do desempenho das ferramentas web desenvolvidas. Embora ainda não haja retorno sobre sua utilização, acredita-se que, com maior divulgação, ocorrerá uma adesão mais ampla e, consequentemente, surgirão contribuições para seu aperfeiçoamento. Cabe mencionar que o *CalculaEQ* foi desenvolvido como uma plataforma integradora, contendo duas seções principais: uma dedicada ao dimensionamento de reatores e outra ao dimensionamento e projeto de ciclones e hidrociclones. Embora o site não realize cálculos diretamente, atua como ferramenta educacional e de disponibilização de softwares desenvolvidos por outros estudantes, promovendo o acesso a esses recursos. Esses avanços demonstram o compromisso contínuo do projeto com a inovação e a acessibilidade, oferecendo soluções abrangentes tanto para cálculos específicos de reatores quanto para a centralização de ferramentas educacionais na Engenharia Química.

Palavras-chave: engenharia das reações, educação em engenharia, ciclones, reatores, python.





# AVALIAÇÃO DO USO DE ADITIVOS NA HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Angélica K. Bueno\*, Bianca N. Zanella, Mariana L. Fernandes, Gilson C. Junior, Luciano J. Corrêa

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

\*Autor correspondente: [angelica.bueno@estudante.ufla.br](mailto:angelica.bueno@estudante.ufla.br)

A temática de recursos não renováveis e os impactos ambientais da matriz energética mundial se tornam cada vez mais pertinentes na sociedade, fato que corrobora para um crescimento na busca e aplicação de fontes renováveis e sustentáveis de energia. Por conseguinte, o etanol de segunda geração (2G), que é produzido a partir de biomassas lignocelulósicas, como o bagaço de cana-de-açúcar, se destaca como uma alternativa estratégica para a produção de biocombustíveis. Entretanto, sua produção em escala industrial ainda encontra limitações, como o alto custo das enzimas e a baixa efetividade na conversão da biomassa em açúcares fermentescíveis. A eficiência da hidrólise enzimática sofre interferência negativa devido a adsorção improdutiva da celulase à lignina residual, reduzindo sua disponibilidade na solução e, por consequência, o rendimento do processo. Portanto, a fim de amenizar essa interação, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a utilização de aditivos como proteína de soja e polietilenoglicol (PEG), uma vez que os mesmos têm-se mostrado promissores na estratégia de bloquear os sítios de adsorção da lignina, melhorando assim, a conversão dos polissacarídeos. Nesse sentido, analisou-se, separadamente, a influência destes aditivos em diferentes concentrações: 0 (controle), 2,5, 5, 7,5 e 10 g/L. A hidrólise enzimática foi realizada em uma incubadora *shaker* com um volume reacional de 50 mL, concentração de bagaço (pré tratado por explosão a vapor) de 10% m/v, utilizando a enzima Cellic CTEC2 (10 FPU/gbiomassa) a 50°C, 150 rpm por 48 horas. Foram coletadas amostras nos tempos de 2, 4, 6, 8, 24, 30 e 48 horas. Estas amostras serão quantificadas pelo método enzimático GOD-PAP. Os resultados obtidos visam contribuir em melhorias na eficiência da hidrólise enzimática, etapa fundamental para a viabilização técnica e econômica da produção de etanol de segunda geração. Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG, através do projeto APQ 00934-23.

Palavras-chave: biomassa, adsorção, glicose, lignina.

