

14º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2023

ÓLEOS DE LARVAS DE INSETOS (*Hermetia illucens*) COMO OPORTUNIDADE PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

CASSIANO BACHIEGA¹, MARCELA P. BAGAGLI², GUSTAVO P. M. K. CINICIATO²

¹Graduando em Engenharia de Biosistemas, bolsista PIBITI, IFSP, Câmpus Avaré, bachiega.cassiano@aluno.ifsp.edu.br

²Docente, IFSP, Câmpus Avaré, marcela.bagagli@ifsp.edu.br

²Docente, IFSP, Câmpus Avaré, gustavo.ciniciato@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.06.01.03-1 – Físico-Química Orgânica

RESUMO: Este projeto propõe a produção de biodiesel utilizando óleos de larvas de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*), conhecida como “Black Soldier Fly Larvae” (BSFL). Para isto, óleos foram extraídos das larvas com micro prensa, filtrados à vácuo após a extração e transformados em biodiesel por reações catalíticas de transesterificação. Avaliou-se o rendimento da extração dos óleos, e em comparação com o biodiesel de soja, foram avaliados o rendimento da produção dos biocombustíveis, cor, aspecto, pH e condutividade. O rendimento da extração dos óleos das larvas foi de aproximadamente 250 mL/kg. O rendimento percentual de biodiesel produzido foi de $98,3 \pm 1,15$ % para o biodiesel de BSFL e $98,5 \pm 0,5$ % para o biodiesel de soja. Houve diferença entre as amostras em relação a cor, e o aspecto enquadrando-se ao estabelecido pela ANP (2014). O biodiesel de BSFL obteve um valor de pH de $7,39 \pm 0,34$ e condutividade $8,7 \cdot 10^{-3} \pm 0,001$ $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$. O biodiesel de soja apresentou pH de $6,97 \pm 0,40$ e condutividade de $1,3 \cdot 10^{-2} \pm 0,003$ $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$. Os parâmetros pH e condutividade de ambas as amostras apresentaram resultados de baixa capacidade corrosiva.

PALAVRAS-CHAVE: mosca soldado negro; extração de lipídios; transesterificação; biodiesel.

INSECTS LARVAE OIL (*Hermetia illucens*) AS AN OPPORTUNITY TO PRODUCTION OF BIODIESEL

ABSTRACT: This project proposes the production of biodiesel using oils from larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*), known as “Black Soldier Fly Larvae” (BSFL). For this purpose, the oils were extracted from the larvae with a micro mechanical press, vacuum-filtered after extraction, and subsequently transformed into biodiesel through catalytic transesterification reactions. The yield of larvae oil extraction was evaluated, and in comparison with soybean biodiesel, the yield of biofuel production, color, appearance, pH and conductivity were evaluated. The yield of larval oil extraction was approximately 250 mL/kg. The percentage yield of biodiesel produced was $98.3 \pm 1.15\%$ for the BSFL biodiesel and $98.5 \pm 0.5\%$ for the soybean biodiesel. There was a difference between the samples in relation to color, and the appearance according to the standards set by the National Agency for Petroleum (2014). BSFL biodiesel obtained a pH value of 7.39 ± 0.34 and conductivity $8.7 \cdot 10^{-3} \pm 0,001$ $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$. Soybean biodiesel presented pH of 6.97 ± 0.40 and conductivity of $1.3 \cdot 10^{-2} \pm 0,003$ $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$. The pH and conductivity parameters of both samples showed results of low corrosive capacity.

KEYWORDS: black soldier fly; lipid extraction; transesterification; biodiesel.

INTRODUÇÃO

Impactos ambientais significativos, como a escassez de energia, as mudanças climáticas, e o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEEs), advindos do padrão de consumo energético atual, têm gerado questionamentos e impulsionado mudanças significativas (Santamouris, 2016). Uma alternativa eficaz para auxiliar na mitigação desses impactos é a substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis (Xu et al., 2019). Entre os biocombustíveis, o biodiesel destaca-se como uma das opções mais promissoras (Deeba et al., 2016).

Quimicamente, o biodiesel é um combustível renovável formado por ésteres alquílicos de cadeia longa. O processo de produção mais utilizado é a transesterificação (Silva; Freitas, 2008). A produção de biodiesel é predominantemente oriunda de plantas oleaginosas (Xu et al., 2019). Óleos vegetais são fontes renováveis e consideravelmente limpas para a produção de biodiesel. Entretanto, o alto consumo energético eventualmente exigirá aumento na área de produção para suprir esta demanda (Roy et al., 2016). A ampliação no espaço para a agricultura direcionada a biocombustíveis pode ocasionar a competição de áreas disponíveis para agricultura com outras fontes alimentícias.

Como alternativa a óleos vegetais, insetos podem ser uma fonte de óleos sustentável, renovável e de baixo custo (Wang; Shelomi, 2017). A mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) é um exemplo de inseto que possui características vantajosas, como taxa de reprodução elevada, alto teor de gordura e ciclo de vida curto (Nguyen et al., 2017). A fonte de nutriente para alimentação e crescimento dos insetos pode ser lixo biológico resultante de alimentos descartados ou indesejados, tornando o processo ambientalmente interessante (Gold et al., 2020). A partir do metabolismo destes insetos, é possível transformar resíduos em biocombustíveis (biodiesel).

MATERIAL E MÉTODOS

As larvas foram gentilmente doadas pela biofábrica Agrin Criação e Comércio, as quais vieram abatidas e desidratadas. Para a extração dos óleos das larvas, foi utilizado uma micro prensa e uma peneira para conter os resíduos de maior volume. Os óleos extraídos foram armazenados em potes de vidro de 500 mL, e posteriormente realocados em tubos Falcon, facilitando o manuseio, o aquecimento e a filtragem à vácuo. Após a extração, o óleo encontrava-se como na Figura 1 (a).

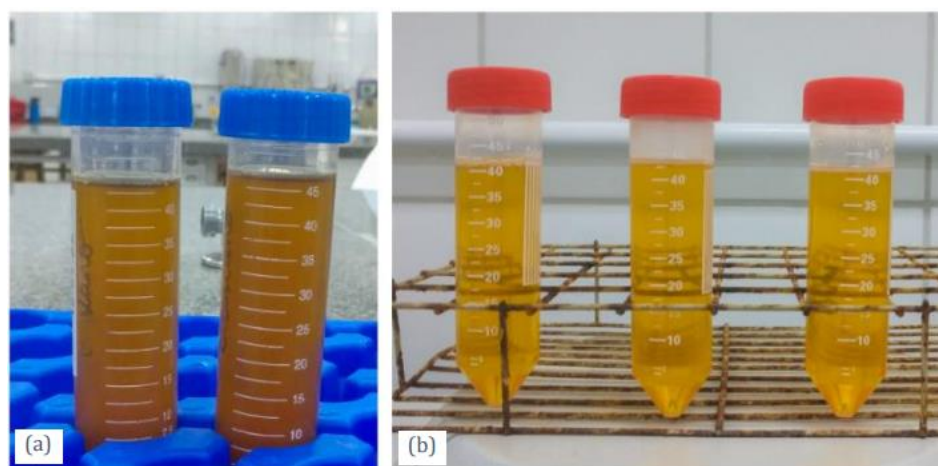


FIGURA 1. Óleo de BSFL após extração (a) e após a filtragem à vácuo (b).

O rendimento da extração dos óleos foi calculado através da Equação 1.

$$R_{\text{extração óleo}} = \frac{V_{\text{óleo extraído}}}{m} \quad (1)$$

em que,

$R_{\text{extração óleo}}$: Rendimento da extração dos óleos de insetos, em mL/kg;

$V_{\text{óleo extraído}}$: Volume de óleo extraído, em mL;

m : Massa de inseto prensado, em kg.

Para a produção dos biocombustíveis pela rota metílica, adaptou-se a metodologia descrita por Geris (2007). Para o biodiesel de soja, em uma capela, separadamente, 3 g de KOH foi dissolvido em 70 mL de metanol em banho-maria a 45 °C em agitação por 15 minutos, e 200 mL de óleo de soja foi aquecido até 45 °C em um agitador magnético com aquecimento. Após a dissolução, adicionou-se a solução ao óleo aquecido, e a mistura permaneceu em agitação por 15 minutos. Posteriormente, a mistura foi transferida para um funil de separação e mantida por 24 horas em decantação.

Para o biodiesel de BSFL, em uma capela, separadamente, 0,75 g de KOH foi dissolvido em 17,5 mL de metanol em banho-maria a 45 °C em agitação por 15 minutos, e 50 mL de óleo de BSFL foi aquecido até 45 °C em um agitador magnético com aquecimento. Após a dissolução, adicionou-se a solução de metanol e KOH ao óleo de BSFL aquecido, a mistura permaneceu em agitação por 15 minutos. Posteriormente, a mistura foi transferida para um funil de separação e mantida por 24 horas em decantação.

Após este período, a glicerina foi retirada, permanecendo o biodiesel bruto, não lavado. O biodiesel bruto foi submetido ao processo de lavagem, onde utilizou-se 100 mL de água destilada para o biodiesel de soja e 25 mL de água destilada para o biodiesel de BSFL, permanecendo por mais 24 horas em decantação. O processo de lavagem foi realizado em triplicata. Ao término do processo de lavagem, obteve-se o biodiesel lavado.

Para o cálculo do rendimento percentual da quantidade de biodiesel produzido foi utilizado a Equação 2.

$$R_{biodiesel} = \frac{V_{biodiesel}}{V_{\text{óleo}}} \cdot 100\% \quad (2)$$

em que,

$R_{biodiesel}$: Rendimento percentual da quantidade de biodiesel produzido;

$V_{biodiesel}$: Volume de biodiesel produzido, em mL;

$V_{\text{óleo}}$: Volume de óleo utilizado, em mL.

Para a realização das medidas de cor, foi utilizado um colorímetro (Delta Color), previamente calibrado com padrões preto e branco. Uma cubeta de 5 mL da amostra de biodiesel foi acoplada ao equipamento e o espectro de absorção, bem como os parâmetros de coordenadas L^* (luminosidade), a^* (coordenada vermelho/verde) e b^* (coordenada amarelo/azul) foram obtidos para o biodiesel.

A determinação do aspecto das amostras foi feita em um recipiente com a amostra contra a luz observando cuidadosamente a presença de impurezas e/ou água no fundo do recipiente.

As condutividades foram medidas a 25 °C em um condutivímetro (Metrohm), modelo 856, previamente calibrado, com uma célula de medição de condutividade de aço inoxidável com constante de células de 0,1 cm⁻¹.

Para a medida de pH dos biocombustíveis, o equipamento utilizado foi um pHmetro (Del Lab), modelo DLA - pH, previamente calibrado.

As médias e os respectivos desvios-padrão obtidos em cada um dos métodos foram analisados através da comparação de médias aplicando ANOVA e teste de Tukey com 95% de confiança. Essas análises foram realizadas no software R versão 4.1.0 (<https://www.r-project.org/>).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento da extração do óleo de BSFL obtido através da Equação 1, foi de aproximadamente 250 mL/kg. O rendimento percentual da conversão dos óleos em biocombustíveis foi obtido a partir da Equação 2. Observou-se um rendimento total de $98,3 \pm 1,15$ % na produção de biodiesel de BSFL na reação de transesterificação por rota metílica. Para o biodiesel de soja, foram obtidos $98,5 \pm 0,5$ % no rendimento percentual. O rendimento percentual da conversão dos respectivos óleos em biocombustíveis, não apresentaram diferença significativa, ao nível de significância de 5%, pelo teste de Tukey.

Em relação ao aspecto das amostras, estas foram classificadas como límpidas e isentas de impurezas (LII), conforme apresentado na Figura 2.

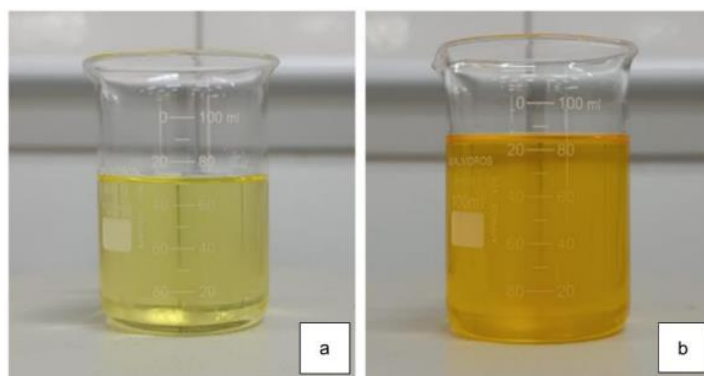


FIGURA 2. Aspecto das amostras de biodiesel de soja (a) e de BSFL (b).

As análises de cor estão representadas na Tabela 1. A partir da análise dos parâmetros L^* , a^* e b^* , verificou-se que as amostras apresentaram diferença significativa, em termos de cor, ao nível de significância de 5%, pelo teste de Tukey. A amostra de biodiesel de BSFL apresentou um tom “alaranjado” mais intenso em comparação com a amostra de biodiesel de soja, a qual apresentou um tom de amarelo suave, podendo ser observado pelo maior valor de b^* , combinado com o pequeno aumento em a^* .

TABELA 1. Resultados médios das análises de cor das amostras de biodiesel expressa através dos parâmetros luminosidade (L^*), coordenadas a^* (coordenada vermelho/verde) e b^* (coordenada amarelo/azul).

Parâmetros	Biodiesel Soja	Biodiesel BSFL
L^*	$77,31 \pm 0,02$ b	$75,56 \pm 0,02$ a
a^*	$-1,57 \pm 0,06$ b	$0,34 \pm 0,05$ a
b^*	$4,34 \pm 0,08$ b	$8,2367 \pm 0,04$ a

O pH e a condutividade elétrica são considerados importantes parâmetros para controle e prevenção de problemas de corrosão no motor (De Barros et al., 2020). Para o biodiesel de BSFL, foi obtido um pH de 7.39 ± 0.34 , e um valor de 6.97 ± 0.40 para o biodiesel de soja, sendo que as amostras não apresentaram diferença significativa ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey. Como os valores estão próximos à neutralidade, os biocombustíveis avaliados podem proporcionar aos motores vida útil prolongada devido a não corrosividade.

A condutividade elétrica é um parâmetro que corresponde à habilidade de uma solução em conduzir corrente elétrica. Essa propriedade pode variar em relação à concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas em uma amostra (De Barros et al., 2020). As amostras apresentaram diferença significativa ao nível de significância de 5%. Os resultados foram de $8.7.10^{-3} \pm 0,001 \mu\text{S.cm}^{-1}$ para o biodiesel de BSFL, e $1.3.10^{-2} \pm 0,003 \mu\text{S.cm}^{-1}$ para o biodiesel de soja. Valores baixos de condutividade e, portanto, não corroboram para a corrosão de materiais metálicos. A ANP (2014) não estabelece a especificação da condutividade elétrica para o biodiesel.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados, o biodiesel elaborado a partir de óleos de larvas de insetos mosca soldado negro não apresentou diferenças significativas em relação ao biodiesel de soja, o que sugere boa qualidade do óleo frente aos procedimentos utilizados, apresentando-se como uma excelente alternativa para obtenção do biocombustível, colocando as larvas como uma fonte de energia sustentável, renovável, e uma alternativa ao tratamento de lixo biológico resultante de alimentos descartados ou indesejados.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

O autor C.B contribuiu com a pesquisa, metodologia, coleta de dados, análise de dados, elaboração do manuscrito e apresentação dos dados. O autor G.P.M.K.C contribuiu com a pesquisa, metodologia, supervisão e administração do projeto, análise e validação dos dados, e revisão e edição do manuscrito. A autora M.P.B contribuiu para a curadoria, análise e validação dos dados, e revisão e edição do manuscrito.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à biofábrica Agrin, pela doação dos insetos, ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Avaré pelo apoio estrutural e ao CNPq (PIBITI 218/2022) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Disponível em [Resolução 920 2023 da ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis BR \(atosoficiais.com.br\)](https://atosoficiais.com.br). Acesso em: 19 agosto de 2023.

DE BARROS, L.H.C. et al. Biodiesel do óleo da semente de pinha produzido por reação via aquecimento e ultrassom. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, n. 1, p. 94-107, 2020.

DEEBA, F.; PRUTHI, V.; NEGI, Y. S. Converting paper mill sludge into neutral lipids by oleaginous yeast *Cryptococcus vishniacii* for biodiesel production. **Bioresource technology**, v. 213, p. 96- 102, 2016.

GERIS, R.; SANTOS, N. A. C. dos; AMARAL, B. A.; MAIA, I. de S.; CASTRO, V. D.; CARVALHO, S. R. M. Biodiesel de soja – Reação de transesterificação para aulas práticas de química orgânica. **Química Nova**, n. 5, v. 30, 2007.

GOLD, M.; CASSAR, C.M.; ZURBRUGG, C.; KREUZER, M.; BOULOS, S.; DIENER, S.; MATHYS, A. Biowaste treatment with black soldier fly larvae: Increasing performance through the formulation of biowastes based on protein and carbohydrates. **Waste Management**, n. 1, v. 102, p. 319-329, 2020.

NGUYEN, H. C. et al. Lipase-catalyzed synthesis of biodiesel from black soldier fly (*Hermetia illucens*): Optimization by using response surface methodology. **Energy Conversion and Management**, v. 145, p. 335-342, 2017.

ROY, A. S.; CHINGKHEIHUN, A.; PAKSHIRAJAN, K. An overview of production, properties, and uses of biodiesel from vegetable oil. **Green Fuels Technology: Biofuels**, p. 83-105, 2016.

SANTAMOURIS, M. Innovating to zero the building sector in Europe: Minimising the energy consumption, eradication of the energy poverty and mitigating the local climate change. **Solar Energy**, v. 128, p. 61-94, 2016.

SILVA, P. R. F.; FREITAS, T. F. S. de. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 843-851, 2008.

WANG, Y.; SHELOMI, M. Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food. **Foods**, n. 6, v. 10, p. 91-114, 2017.

XU, S. et al. Evaluation of bioethanol and biodiesel production from *Scenedesmus obliquus* grown in biodiesel waste glycerol: a sequential integrated route for enhanced energy recovery. **Energy Conversion and Management**, v. 197, p. 111907, 2019.