

## PRODUÇÃO DE BODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE MICROALGAS

Paula Lemões Haertel(\*), Bruno Müller Vieira, Carolina da Silva Silva, Anderson Gabriel Correa, Eduarda Piaia  
\* Universidade Federal de Pelotas, [paula.haertel@ufpel.edu.br](mailto:paula.haertel@ufpel.edu.br)

### RESUMO

Esta revisão traz uma análise das possibilidades de síntese de biodiesel a partir de microalgas. O biodiesel é um dos candidatos mais promissores em resposta à crise energética, pois tem a capacidade de minimizar a maioria dos problemas ambientais. O biodiesel derivado de microalgas tem sido considerado um forte substituto do diesel convencional principalmente devido ao seu alto teor de lipídios e sustentabilidade e são fontes amplamente utilizadas de biocombustíveis de terceira geração. Esta revisão resume os métodos utilizados para obtenção do biocombustível.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biocombustível, Biodiesel, Microalgas, Transesterificação

### INTRODUÇÃO

As necessidades globais de energia estão se expandindo rapidamente devido ao rápido crescimento da população mundial, o aumento no padrão de vida e o desenvolvimento de novas tecnologias. Os combustíveis fósseis são a principal fonte de energia em todo o mundo, responsável, atualmente, pela maior parcela da energia mundial. Por serem provenientes de fontes não renováveis e considerando que a sua queima é responsável pelo aumento das emissões atmosféricas de gases de efeito estufa, faz-se necessário explorar fontes alternativas de energia que devem ser econômica e tecnicamente competitivas, fáceis de armazenar e transportar, ecologicamente corretas e facilmente disponíveis (TORRES-RODRÍGUEZ, 2016, BHATIA, 2021).

Uma solução para esse problema é o uso de energias renováveis que aproveitam recursos naturais como o vento, sol, água, biomassa e fontes geotérmicas. Dentre eles, uma opção muito interessante é a utilização de biocombustíveis para fins de transporte, seja na forma líquida ou gasosa, como biodiesel ou bioetanol. O biodiesel e o bioetanol desempenham um papel muito importante no setor de energia, porque são ecologicamente corretos e não tóxicos (BHATIA, 2021).

O biodiesel é definido, pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2020), como sendo um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis que pode ser produzido a partir de gorduras animais e espécies vegetais como soja, palma, girassol, babaçu, amendoim, mamona e pinhão-mansão. No Brasil, a soja é a principal matéria prima utilizada.

A crescente volatilidade dos preços dos combustíveis fósseis fez com que o biodiesel apresentasse um potencial econômico significativo como combustível renovável, podendo reduzir a dependência das importações de petróleo bruto. Matérias primas mais baratas e provenientes de óleos não comestíveis têm sido empregadas na produção de biodiesel a fim de amenizar a crise alimentar decorrente da utilização de matérias primas comestíveis (TAN, 2019).

A maior parte do biodiesel comercial que está sendo produzido no mundo hoje é feito a partir de óleos comestíveis (por exemplo, canola, soja, girassol e óleos de palma), óleos não comestíveis (por exemplo, *Jatropha curcas*, mamona, jojoba, caroço de algodão), óleos residuais, bem como gorduras animais (por exemplo, gordura de frango e sebo bovino) (TAN, 2019).

O uso de óleos comestíveis para a produção de biodiesel resulta na controvérsia "alimento versus combustível" que questiona o uso de óleos comestíveis para uso de energia em vez da produção de alimentos. Considerando o crescimento populacional e a demanda por alimentos, faz-se necessário a busca por fontes que evitem a utilização de terras produtivas, para plantio de sementes que não seriam destinadas a alimentação. Portanto, a utilização de matérias primas não comestíveis, de segunda geração, como resíduos de óleo de cozinha, gordura animal e óleo de algas pode ajudar a lidar com a segurança alimentar e reduzir notavelmente o custo de produção (BHATIA, 2021; TAN, 2019).

O biodiesel de microalgas foi identificado como uma das fontes que pode suprir a demanda cada vez maior de combustível para transporte. Sua eficiência fotossintética é muito alta, eles podem absorver CO<sub>2</sub> atmosférico, portanto, têm vantagem adicional de fixação de CO<sub>2</sub>. Eles também foram explorados por seu crescimento em águas residuais domésticas, absorvendo nutrientes delas, o que pode facilitar até mesmo no tratamento de águas residuais. As microalgas podem produzir grandes quantidades de óleo por hectare em um ano. É convertido em biodiesel por meio do processo de transesterificação padrão. A biomassa restante também contém componentes valiosos, como lipídios residuais, proteínas

e polissacarídeos solúveis, que podem ser usados para a produção de bio-óleo, bioetanol, bio hidrogênio e biogás. (DESHMUKH, 2019; KLEIN, 2018).

O sistema convencional de produção de microalgas inclui i) cultivo; ii) colheita; iii) pré-tratamento; iv) transesterificação e v) purificação. O biodiesel de microalgas inclui várias etapas, das quais a extração do óleo merece atenção especial devido à natureza complexa e intensiva em energia. (DESHMUKH, 2019; BENEMANN, 2013)

A transesterificação é o processo mais comum para sintetizar biodiesel na presença de álcali, ácido ou enzima como catalisador. Por meio desse processo, os triglicerídeos presentes nos óleos e gordura animal reagem com um álcool primário, metanol ou etanol, gerando dois produtos: o éster e a glicerina. (TAN, 2019, TORRES-RODRÍGUEZ, 2016).

## **OBJETIVOS**

Este trabalho tem como objetivo fazer um comparativo entre as metodologias aplicadas para a produção de biodiesel que utilizam as microalgas como principal subproduto.

## **METODOLOGIA**

Essa pesquisa constitui-se de uma revisão de literatura com a finalidade de retratar as microalgas como uma potencial fonte para o desenvolvimento de biocombustíveis, além de caracterizar sua disponibilidade como matéria prima no Brasil, bem como sua demanda no país.

O presente resumo, trata de uma revisão bibliográfica sobre os processos de produção de biodiesel utilizando como fonte, microalgas. A busca de artigos foi realizada através de consulta ao Science Direct e Google Acadêmico, sendo utilizados os termos “Biodiesel production” Microalgae, dentre os resultados encontrados, foram escolhidos os artigos que mais se aproximavam ao objetivo da consulta, “obtenção de biodiesel a partir de microalgas” e que foram publicados nos últimos 5 anos.

## **RESULTADOS**

A produção de biomassa de microalgas em grande escala para obtenção de biodiesel, ainda envolve custos elevados e apresenta maiores desafios técnicos dos que as culturas terrestres, uma vez que necessita de condições específicas de cultivo para que se obtenha boas taxas de crescimento das microalgas. Além disso, o cultivo industrial de microalgas é conhecido pelo consumo de grandes quantidades de carbono, água e nutrientes, principalmente nitrogênio (N) e fósforo (P), que são fornecidos por fertilizantes convencionais de plantas ou fórmula especialmente desenvolvida e projetada para atender às necessidades de cada espécie de microalga. (KLEIN, 2018).

Por outro lado, as microalgas apresentam algumas vantagens para a produção de biodiesel, como: alta taxa de crescimento; processo de fotossíntese eficiente; capacidade de assimilar CO<sub>2</sub> muito maior do que as árvores, produtividade de biomassa, com alta concentração de nitrogênio e fósforo, podendo ser utilizada como adubo orgânico, ração animal e matéria-prima para a produção de etanol; podem ser cultivadas em águas residuais, auxiliando no tratamento destas. Algumas das espécies de microalgas comumente estudadas para a produção de biodiesel incluem *Nannochloropsis* sp., *Chlorella* sp., *Scenedesmus* sp., *Pavlova lutheri*, *Isochrysis* sp. (YIN et al., 2020; ARIF et al., 2020).

As principais operações incluem o cultivo de microalgas, seguido pela colheita de biomassa, secagem, extração de compostos e processamento final em bens de consumo, todos os processos são influenciados pelo tipo de microalga que será cultivado e pelo valor agregado do principal composto de interesse. (KLEIN, 2018).

A principal etapa da produção de biodiesel, independentemente do tipo de matéria prima que se utilize, é a reação de transesterificação entre os triglicerídeos do óleo e um álcool de cadeia curta, na presença de um catalisador, geralmente uma base. Para produção de biodiesel a partir de óleo de microalgas existem dois métodos de transesterificação: direta e em duas etapas. Na produção de biodiesel em duas etapas, inicialmente é realizada a extração do óleo, mais comumente utilizando o método de extração a frio com solventes orgânicos. Após a extração do óleo, é realizada a transesterificação, empregando-se um álcool de cadeia curta, sendo o metanol o mais utilizado e o hidróxido de potássio (KOH) como catalisador da reação. Estudos demonstraram que é preferível a utilização do método direto ao invés do método em duas etapas, pois o custo de produção do combustível é reduzido e as perdas de rendimento são mínimas. No entanto, deve-se sempre utilizar a biomassa desidratada para obtenção de melhores resultados (TREVISAN, 2018).

A transesterificação direta pode ser considerada uma alternativa ao método tradicional, no qual o óleo, após extraído da microalga, é transesterificado. Neste método; em vez de extrair os lipídios primeiro e depois convertê-los em biodiesel, a

biomassa de microalga é submetida a solvente (álcool) e catalisador adequado (ácido ou base) sob condição de alta temperatura para convertê-lo diretamente em biodiesel em uma única etapa. Ao contrário do método convencional, a biomassa bruta, neste método, não precisa estar seca (DESHMUKH, 2019; TREVISAN, 2018)

Cercado (2018) estudou a produção de biodiesel a partir de microalgas sob transesterificação assistida por ultrassom usando um novo catalisador alcalino, obtendo um rendimento de ésteres metílicos de ácidos graxos de aproximadamente 85%, utilizando os parâmetros: proporção de metanol para óleo = 12: 1; carga do catalisador = 10%; tempo de reação = 10 min; e amplitude percentual do processador ultrassônico = 40%.

A produção de biodiesel, utilizando como matéria-prima *Spirulina* foi conduzida por Haghghi (2022), foi utilizado o complexo  $[Cu(H_2PDC)(H_2O)_2]$  como catalisador da reação, apresentando uma conversão de 98,45% a uma temperatura de 80°C e 48h de reação.

A transesterificação in situ, assistida por micro-ondas, da alga *Spirulina platensis* com etanol, foi realizada por Qu (2021), utilizando catalisador magnético PEG/MgO/ZSM-5@Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, apresentando um rendimento de aproximadamente 95%.

## CONCLUSÕES

A revisão resume as tecnologias utilizadas para produção de biodiesel a partir de microalgas, trazendo as vantagens e desvantagens de seu uso como matéria-prima. Sabe-se que vários combustíveis podem ser produzidos a partir de microalgas, mas o biodiesel tem sido investigado em maior escala e por isso foi o escopo da revisão. Verifica-se que existe a possibilidade de substituir os combustíveis fósseis e diminuir o uso de fontes alimentares na produção de biodiesel, através da utilização de algas e óleos não comestíveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Torres-Rodríguez, D. A.; Romero-Ibarra, I. C.; Ibarra, I. A.; Pfeiffer, H. **Biodiesel production from soybean and Jatropha oils using cesium impregnated sodium zirconate as a heterogeneous base catalyst.** Renewable Energy, v. 93, p.323-331, 2016.
- 2 Bathia, S. K.; Bhatia, R. K.; Jeon, J.; Pugazhendhi, A.; Awasthi, M. K.; Kumar, D.; Kumar, G.; Yoond, J.; Yang, Y. **An overview on advancements in biobased transesterification methods for biodiesel production: Oil resources, extraction, biocatalysts, and process intensification technologies.** Fuel, v.285, 119117, 2021.
- 3 Tan, S. X.; Lim, S.; Ong, H. C.; Pang, Y. L. **State of the art review on development of ultrasound-assisted catalytic transesterification process for biodiesel production.** Fuel, v. 235, p.886–907, 2019.
- 4 Benemann, J. **Microalgae for Biofuels and Animal Feeds.** Energies, v. 6, p.5869-5886, 2013.
- 5 Klein, B. C.; Bonomi, A.; Maciel Filho, R. **Integration of microalgae production with industrial biofuel facilities: A critical review.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 82, p. 1376-1392, 2018.
- 6 Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Disponível em: <<https://www.gov.br/anp>>. Acesso em: 07 ago. 2021.
- 7 Deshmukh, S.; Kumar, R.; Bal, K. **Microalgae biodiesel: A review on oil extraction, fatty acid composition, properties and effect on engine performance and emissions.** Fuel Processing Technology, v.191, p.232–247, 2019.
- 8 Trevisan, E.; Branco, K. B. Z. F.; Arroyo, P. A. **Transesterificação direta da microalga *Chlorella vulgaris* produzida em efluente doméstico utilizando diferentes solventes e temperaturas.** Revista Brasileira de Energias Renováveis, v. 7, n. 4, p. 423-440, 2018.
- 9 Cercado, Alberto Paulo; Ballesteros, Florencio; Capareda, Sergio. **Ultrasound assisted transesterification of microalgae using synthesized novel catalyst.** Sustainable Environment Research, [S.L.], v. 28, n. 5, p. 234-239, set. 2018.
- 10 Arif, M., Wang, L., Salama, ES. et al. **Microalgae Isolation for Nutrient Removal Assessment and Biodiesel Production.** Bioenerg. Res. 13, 1247–1259 (2020).
- 11 Yin, Zhihong; Zhu, Liandong; Li, Shuangxi; Hu, Tianyi; Chu, Ruoyu; Mo, Fan; Hu, Dan; Liu, Chenchen; Li, Bin. **A comprehensive review on cultivation and harvesting of microalgae for biodiesel production: environmental pollution control and future directions.** Bioresource Technology, [S.L.], v. 301, p. 122804, abr. 2020.
- 12 Haghghi, Maryam; Zare, Leila Baghdadi; Ghiasi, Mina. **Biodiesel production from *Spirulina* algae oil over  $[Cu(H_2PDC)(H_2O)_2]$  complex using transesterification reaction: experimental study and dft approach.** Chemical Engineering Journal, [S.L.], v. 430, p. 132777-132777, fev. 2022.
- 13 Qu, Shaokang; Chen, Chao; Guo, Mengli; Jiang, Weiqiang; Lu, Jie; Yi, Weiming; Ding, Jincheng. **Microwave-assisted in-situ transesterification of *Spirulina platensis* to biodiesel using PEG/MgO/ZSM-5 magnetic catalyst.** Journal Of Cleaner Production, [S.L.], v. 311, p. 127490, ago. 2021.