

## Evolução do biodiesel nos últimos 10 anos - uma revisão de literatura

Felipe Ferreira Alves Costa<sup>1</sup>, Gustavo Manfredini Cerqueira<sup>1</sup>, Muriel Ramos de Oliveira<sup>1</sup>,  
Maria Claudia Costa de Oliveira Botan<sup>1\*</sup>.

### Resumo

A dependência global em relação aos combustíveis fósseis é um problema que vem sendo muito discutido devido às preocupações ambientais e à característica não renovável desses combustíveis. Diante disso, fontes alternativas como o biodiesel vem ganhando espaço na matriz energética mundial. Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o Brasil é o 4º maior produtor de biodiesel do mundo, tendo ainda potencial de crescimento. Este trabalho tem como objetivo revisar a leitura e a evolução da geração do biodiesel brasileiro entre o período de 2012 a 2022, assim como apresentar as inovações e avanços científicos nessa área. Para a realização desta revisão literária foram utilizados artigos e TCCs publicados em Websites, além de dados estatísticos do Governo Brasileiro e de empresas privadas. Sendo possível analisar o crescimento na produção do biodiesel, os benefícios de diferentes catalisadores, e novas técnicas de transesterificação. Dessa maneira, conclui-se que o biodiesel apresentou um potencial positivo, mas que ainda pode se beneficiar de mais incentivos para o desenvolvimento de novas tecnologias.

### Palavras-chave

Biodiesel — Tecnologia — Catalisadores — Novas técnicas de transesterificação — Matriz energética brasileira.

<sup>1</sup> Engenharia de Energia, Faculdade de Engenharia e Ciências (FEC) - UNESP Rosana, Avenida Dos Barrageiros, 1881, Rosana, 19274-000, São Paulo, Brasil

\*Autor correspondente: maria.botan@unesp.br

Submissão: 02/08/2023 — Aceite: 05/01/2023 — Publicação: 02/02/2024

## 1. Introdução

O biodiesel é um combustível sustentável, produzido pela transesterificação de lipídios animais ou vegetais, como o óleo de soja ou gordura animal. Ele é consumido principalmente em motores a diesel e pode ser usado para gerar energia elétrica em usinas termelétricas. Seu consumo é grande no Brasil e sua produção evolui diariamente [Gomes, 2023].

A transesterificação é uma reação química que produz o biodiesel, ela tem como matéria-prima óleo ou gordura minimamente úmida, que reagem com um álcool primário como o etanol ou o metanol e produzem um éster (biodiesel) e glicerol, porém essa reação não ocorre sem ajuda de um catalisador como o hidróxido de sódio (NaOH) e o hidróxido de potássio (KOH) [Parente, 2003].

O biodiesel recebe muitos holofotes por ser menos poluente que os combustíveis à base de petróleo, ao contrário deles o biodiesel é produzido de óleo vegetal como colza,

soja e palma, além do óleo de cozinha residual, todos produtos virtualmente inesgotáveis, essa sustentabilidade caracterizou o biodiesel para entrar em políticas ecológicas do mundo todo, na União Europeia, por exemplo, foi determinado que até 2030, 32% da energia consumida deverá prover de fontes renováveis, no Canadá foi publicado um novo Regulamento de Combustíveis Limpos (CRF) que planeja aumento da porcentagem de combustível renovável na gasolina, alcançando 15% até 2030, e a Indonésia quer diminuir sua dependência de combustíveis fósseis e deseja que 46% da matriz energética seja de biocombustíveis até 2050 [Brasil, 2020a, Brasil, 2020b, Brasil, 2022].

O Brasil é o quarto maior produtor mundial de biodiesel, e essa produção cresce diariamente, conforme visível na figura 2, recebendo incentivos diretos como a implementação da Política Nacional de Biocombustíveis (Renova Bio) que estimulará a produção de biocombustíveis e reduzir a emissão dos gases do efeito estufa, também há incentivos indiretos

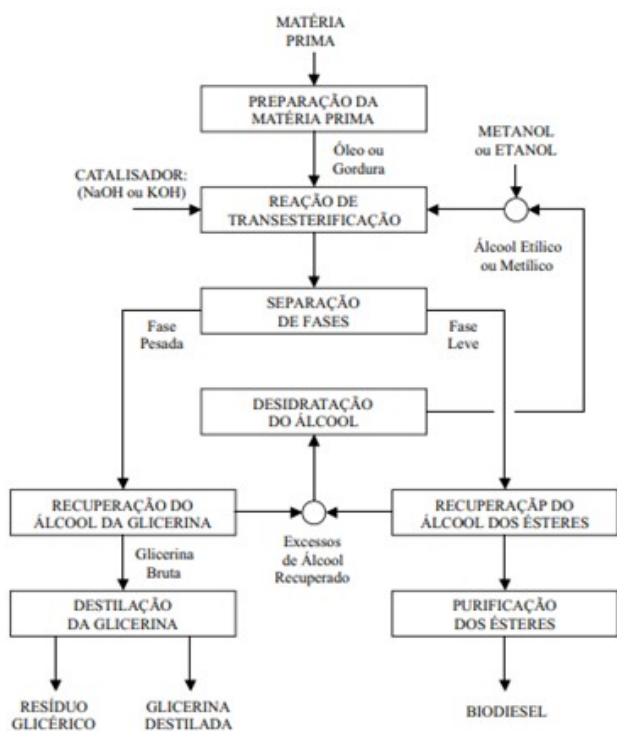


Figura 1. Fluxograma do Processo de Produção do Biodiesel. Fonte: [Parente, 2003]

como a alta do preço do petróleo consequente do conflito Rússia-Ucrânia [Brasil, 2020a, Brasil, 2020b]. Os estados do Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Paraná e Goiás são os protagonistas na produção de Biodiesel, em 2021 eles produziram 79,3% do biodiesel nacional, suas matérias-primas com maiores presenças são o óleo de soja e gordura animal [Brasil, 2020a, Brasil, 2020b].

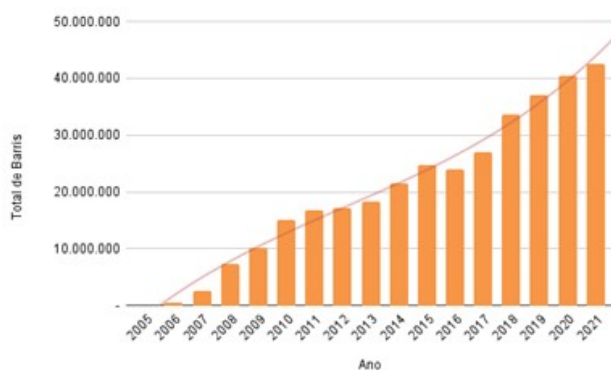


Figura 2. Evolução da produção de Biodiesel no Brasil entre 2005 e 2021. Fonte: [Brasil, 2022].

## 2. Metodologia

O período estudado são os 10 anos entre 2012 e 2022, foram utilizados artigos, Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC),

dados estatísticos do Governo Brasileiro, bases abertas de dados de empresas produtoras ou revendedoras de biodiesel, além de notícias de portais conceituados como a revista Exame.

Os artigos e TCCs foram publicados em websites como ScienceDirect, Scielo, MDPI, Capes, etc., estando a maioria deles também vinculados e organizados pelo Google Academy e acessíveis pelos benefícios que um e-mail universitário UNESP disponibiliza, dentre os benefícios há o desbloqueio de artigos pagos, os quais se tornam gratuitos quando sites específicos são acessados pelos e-mails UNESP, também os alunos UNESP têm acesso a mais dados desde que se acesse o website na rede local da faculdade ou em seu VPN.

## 3. Resultados

### 3.1 Biodiesel no Brasil

Avaliando a Figura 3, verificou-se que no período de 2012 a 2022 houve um grande aumento na utilização de óleo de fritura usado e de outros materiais graxos na produção de biodiesel.

Isso se deu devido a políticas governamentais, tal como o Programa Nacional de Produção e uso de Biodiesel (PNBP) que possui como principais diretrizes “promover a inclusão produtiva da agricultura familiar” e a diversificação de matérias-primas na produção desse biocombustível [Brasil, 2022].

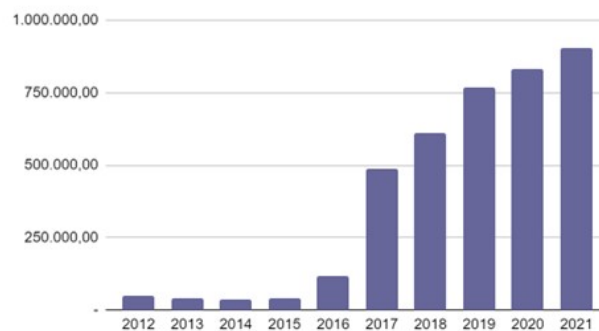


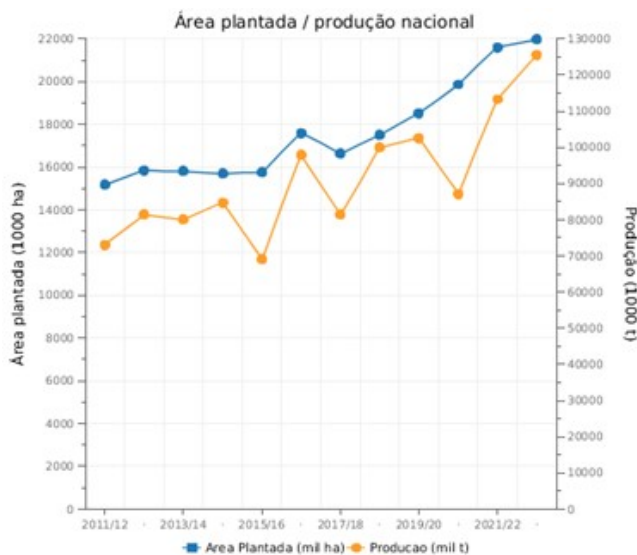
Figura 3. Utilização de óleo de fritura usado e outros materiais graxos na produção de biodiesel no período entre 2012 e 2021 no Brasil em m<sup>3</sup>

Esse avanço se deu pelo país ser o maior produtor de óleo de soja do mundo e de estar buscando formas diversificadas, sustentáveis e acessíveis para a produção de energia, cumprindo com o objetivo Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 7 formulada pela Organização das Nações Unidas (ONU) [Brasil, 2017, Exame, 2022].

Além de ser uma fonte de menor custo, o uso dessa matéria-prima gera de maneira direta e indireta sustentabilidade por evitar desperdício, poluição ambiental e o descarte incorreto; além de gerar renda, por necessitar de mão de obra para a coleta desse material, sobretudo em comércio, para o processamento e para a produção do biocombustível.

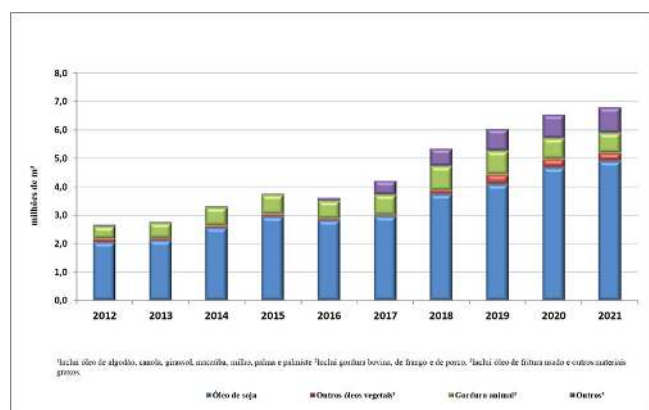
Porém, verificou-se também que a matéria-prima mais utilizada é o óleo de soja “puro”, pois sua disponibilidade é

alta devido ao fato do Brasil ser o maior produtor de soja do mundo [Vidal, 2022]. Conforme mostra a Figura 4 o Brasil passou de cerca de 73 milhões de toneladas de soja produzida para mais de 125 milhões, um aumento de mais de 70% no período de 10 anos.



**Figura 4.** Produção de soja no Brasil no período entre 2011 a 2012 em 1000 toneladas. **Fonte:** [Brasil, 2023].

A Figura 5 ilustra o desenvolvimento do Brasil na produção de biodiesel de forma sustentável, a nação possui apenas duas fontes em foco, óleo de soja e gordura animal, o óleo vegetal apresentou o maior crescimento histórico e a gordura animal manteve certa estabilidade.



**Figura 5.** Evolução do biodiesel por matéria-prima no período de 2012 a 2021 no Brasil. **Fonte:** [Brasil, 2020a].

## 3.2 Avanços tecnológicos na geração de biodiesel

### 3.2.1 Transesterificação com auxílio magnético

Nessa nova técnica de transesterificação o magnetismo é usado para recuperar os catalisadores da mistura e acelerar o processo. Catalisadores inorgânicos sofrem influência magnética e essa característica é aproveitada para acelerar sua

decação, garantindo uma queda menor na pressão, maior eficiência do catalisador, e a remoção das etapas de mistura e separação de sólidos [Babadi et al., 2022].

### 3.2.2 Transesterificação com auxílio ultrassônico

A radiação ultrassônica é utilizada na química para prover a energia inicial das reações e torná-las mais rápidas. Essas ondas também geram calor e movimento no fluido, visíveis principalmente pela formação de bolhas, aumentando a velocidade das interações do álcool com o óleo do biodiesel [Babadi et al., 2022].

### 3.2.3 Transesterificação sem catalisador

Esse método é mais rápido, tem maior eficiência energética e é menos agressivo ao meio ambiente, ele opera com altas temperaturas (250 °C a 450°C) e altas pressões (350 atm a 600 atm) de forma que os reagentes são forçados a se misturar e reagir, produzindo o biodiesel e glicerol [Babadi et al., 2022].

Um mecanismo industrial foi desenvolvido para evitar o uso de catalisadores, abaixo do tanque de produção foi acoplado uma câmara com metanol e óleo de palmeira na forma de gás, ela é liberada no tanque e borbulha a solução gerando movimento e permitindo a reação, a parte da solução que evapora é coletada pela máquina e levada até a câmara inferior de temperatura elevada, onde é usada para borbulhar a solução continuamente [Joelianingsih et al., 2012].

### 3.2.4 Adição de solvente auxiliar

Para aumentar a miscibilidade entre o óleo e o álcool, solventes como o tetraidrofurano ( $C_4H_8O$ ), o acetato de etila ( $C_4H_8O_2$ ) e o isopropanol ( $C_3H_8O$ ) foram desenvolvidos em laboratório, eles substituem parte do álcool da equação de formação do biodiesel e, como relatado na literatura, é perceptível que a adição de um co-solvente aumenta o rendimento médio e diminui o tempo necessário da reação [Chueluecha et al., 2017].

### 3.2.5 Utilização de catalisadores heterogêneos reutilizáveis

Catalisadores homogêneos são mais utilizados no processo industrial, porém apresentam desvantagens como corrosão dos equipamentos, a difícil separação no processo final da reação, difícil reutilização. Assim, foi sintetizado um catalisador heterogêneo no IFSP — Campus Mourão utilizando aluminato de potássio que apresentou o mesmo desempenho dos catalisadores homogêneos industriais, porém com a vantagem de que com esse foi possível efetuar 3 ciclos sem perda aparente na atividade catalítica [Santos, 2013].

### 3.2.6 Biodiesel com catalisador enzimático

O maior problema dos catalisadores alcalinos é sua incapacidade de evitar a formação de sabão durante a transesterificação de óleos com muitos ácidos graxos, e por isso surge uma nova linha de pesquisa, ela tem como tema a substituição dos catalisadores por enzimas, especialmente a lipase, ela, apesar de mais custosa que os catalisadores usuais, garante que não ocorrerá saponificação, mesmo em óleos ricos em ácido graxo, outras características positivas são a sua não toxicidade e seu fácil reaproveitamento [Norjannah et al., 2016].

### 3.2.7 Catalisadores heterogêneos suportados em cinza de casca de arroz

Uma das desvantagens dos catalisadores heterogêneos são seus altos custos de produção, sendo assim é de grande interesse a busca por materiais de baixo custo ou a reutilização de resíduos durante sua produção. Um estudo analisou a casca de arroz que possui sílica em sua composição, material muito utilizado como suporte nos catalisadores, e que apresenta viabilidade econômica e ética do ponto de vista ecológico.

O estudo analisou a utilização de catalisadores heterogêneos de CaO e SnO suportados em cinza de casca de arroz para a obtenção de biodiesel, no qual os resultados permitiram concluir que o desempenho dos catalisadores suportados com cinza de casca de arroz foi semelhante ao dos catalisadores suportados com uma sílica comercial comum, comprovando que a casca de arroz pode ser uma fonte promissora de sílica de baixo custo e que pode ser utilizada na produção do biodiesel [Soares, 2012].

## 4. Conclusão

Após as pesquisas realizadas, pode-se notar um grande aumento na produção de biodiesel, assim como na produção de soja, que dá origem a sua principal matéria-prima, durante o período analisado.

O biodiesel é uma fonte que possibilita a reutilização de resíduos como óleo de cozinha, e que contribui para a diminuição da dependência de combustíveis fósseis, como foi indicado no aumento da bioenergia na matriz energética brasileira.

Também foi possível verificar os avanços no desenvolvimento de novas técnicas de transesterificação e a utilização de catalisadores heterogêneos alternativos e reutilizáveis, que aumentam a eficácia do processo de produção do biodiesel e auxiliam a diminuir os impactos ambientais negativos.

## Referências

- [Babadi et al., 2022] Babadi, A. A., Shahrooz, S., Fakhlaei, R., Barati, B., Wang, S., Doherty, W., and Ostrikov, K. (2022). Emerging technologies for biodiesel production: Processes, challenges, and opportunities. *Biomass & Bioenergy*, 163:1–18.
- [Brasil, 2017] Brasil (2017). Objetivo 7 - energia acessível e limpa.
- [Brasil, 2020a] Brasil (2020a). Biodiesel - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).
- [Brasil, 2020b] Brasil (2020b). Painel dinâmico de produtores de biodiesel.
- [Brasil, 2022] Brasil (2022). Anuário Estatístico 2022 - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).
- [Brasil, 2023] Brasil (2023). Série Histórica dos Grãos - CONAB.

- [Chueluecha et al., 2017] Chueluecha, N., Kaewchada, A., and Jarree, A. (2017). Biodiesel synthesis using heterogeneous catalyst in a packed-microchannel. *Energy Conversion and Management*, 141:145–154.
- [Exame, 2022] Exame (2022). Brasil bate recorde de exportação de óleo de soja e ganha vantagem sobre EUA.
- [Gomes, 2023] Gomes, R. C. d. S. (2023). Biodiesel x diesel: Uma revisão sobre a produção e aplicações.
- [Joelianingsih et al., 2012] Joelianingsih, Nabetani, H., Sagara, Y., Tambunan, A. H., and Abdullah, K. (2012). A continuous-flow bubble column reactor for biodiesel production by non-catalytic transesterification. *Fuel*, 96:595–599.
- [Norjannah et al., 2016] Norjannah, B., Ong, H. C., Masjuki, H. H., Juan, J. C., and Chong, W. T. (2016). Enzymatic transesterification for biodiesel production: a comprehensive review. *RSC Advances*, 6:60034–60055.
- [Parente, 2003] Parente, E. J. S. (2003). *Biodiesel: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado*. Tecbio, Brasil.
- [Santos, 2013] Santos, L. K. & Cestari, A. (2013). Aluminato de potássio: Um catalisador sintético e reutilizável para uso na produção de biodiesel.
- [Soares, 2012] Soares, A. B. (2012). Emprego de catalisadores heterogêneos de cao e sno2 suportados em cinza de casca de arroz na obtenção de biodiesel.
- [Vidal, 2022] Vidal, M. F. (2022). Biocombustíveis: Biodiesel e etanol. *Caderno Setorial ETENE*, 7:1–16.