



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS PENEDO
CURSO TÉCNICO SUBSEQUENTE EM QUÍMICA**

ERICA DOS SANTOS MESSIAS

**BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A PRODUÇÃO DE BIODIESEL A
PARTIR DE ALGAS**

PENEDO, AL
2025

ERICA DOS SANTOS MESSIAS

**BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A PRODUÇÃO DE BIODIESEL A
PARTIR DE ALGAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso Técnico Subsequente em Química do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Penedo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Técnico em Química.

Orientador (a): Simonise Figueiredo Amarante Cunha

PENEDO, AL
2025



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Penedo
Biblioteca

M585b

Messias, Erica dos Santos.

Breve revisão bibliográfica sobre a produção de biodiesel a partir de algas / Erica dos Santos Messias. – 2025.

14f.; il.

Orientação: Prof.^a Simonise Figueiredo Amarante Cunha.

Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico de Nível Médio Subsequente em Química) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus Penedo*, Penedo, 2025.

Trabalho acadêmico em versão digital.

1. Biodiesel - Produção. 2. Microalgas. 3. Biocombustíveis. I. Cunha, Simonise Figueiredo Amarante. II. Título.

CDD:662.669

Maria Luzia Alexandre de Oliveira
Bibliotecária/Documentalista
CRB-4/2159

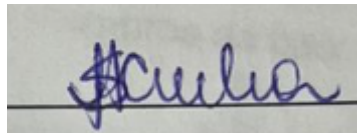
ERICA DOS SANTOS MESSIAS

BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ALGAS

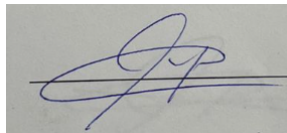
Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Curso Técnico Subsequente em Química do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Penedo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Técnico em Química.

APROVADA EM: 14/05/2025.

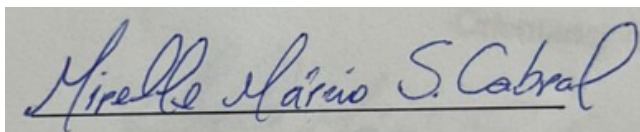
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr.ª. Simonise Figueiredo Amarante Cunha
Instituto Federal de Alagoas - IFAL



Prof. Dr. Felipe Thiago Caldeira de Souza
Instituto Federal de Alagoas - IFAL



Prof. Dr. Mirelle Márcio Santos Cabral
Instituto Federal de Alagoas – IFAL

RESUMO

Este estudo revisita a produção de biodiesel a partir de microalgas, destacando sua relevância no contexto das energias renováveis e do desenvolvimento sustentável. O biodiesel, uma alternativa ao diesel fóssil, é amplamente reconhecido por seu potencial ambiental, econômico e social. A utilização de microalgas na produção de biodiesel surge como uma solução promissora devido à alta produtividade de biomassa e à capacidade dessas algas de absorver CO₂. A revisão de literatura analisou os métodos de produção, incluindo a transesterificação, os desafios tecnológicos, como o custo de cultivo e extração, e as vantagens ambientais. No Brasil, apesar de ser um cenário de pesquisa e desenvolvimento, as condições favoráveis e o apoio governamental posicionam o país como um potencial líder na produção de biodiesel a partir de microalgas.

Palavras-chave: biodiesel, microalgas, produção, biocombustíveis

ABSTRACT

This study revisits the production of biodiesel from microalgae, highlighting its relevance in the context of renewable energies and sustainable development. Biodiesel, an alternative to fossil diesel, is widely recognized for its environmental, economic and social potential. The use of microalgae in biodiesel production has emerged as a promising solution due to the high productivity of biomass and the ability of these algae to absorb CO₂. The literature review analyzed the production methods, including transesterification, the technological challenges, such as the cost of cultivation and extraction, and the environmental advantages. In Brazil, despite being a research and development scenario, the favorable conditions and government support position the country as a potential leader in the production of biodiesel from microalgae.

Keywords: biodiesel, microalgae, production, biofuels

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. METODOLOGIA	8
3. DIESEL X BIODIESEL	9
4. PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL ATRAVÉS DE MICROALGAS	10
5. PRODUÇÃO DE BIODIESEL ATRAVÉS DE MICROALGAS NO BRASIL	12
6. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL ATRAVÉS DAS MICROALGAS	13
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
REFERÊNCIAS	15

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Caetano *et al.* (2019), o biodiesel no Brasil apresenta um papel fundamental na transição energética, trazendo benefícios ambientais, econômicos e sociais. Embora o conceito de utilizar biodiesel no país não seja recente, com os primeiros estudos sobre sua viabilidade iniciados em 1982, a falta de continuidade impediu seu avanço na época.

No entanto, diante da crescente preocupação com as mudanças climáticas, o tema voltou a ganhar relevância. Durante o encontro do G20 (que se trata de um grupo formado pelos países mais ricos do mundo para conversar e colaborar sobre problemas financeiros e econômicos do planeta), em 9 de setembro de 2023, foi lançada a Aliança Global para os Biocombustíveis (GBA) por diversos países, incluindo o Brasil, com o objetivo de fomentar o uso sustentável de biocombustíveis. Em alinhamento com essa iniciativa, o Governo Federal apresentou ao Congresso, em 14 de setembro de 2023, o Projeto de Lei Programa Combustível do Futuro (PLPCF), que busca reduzir as emissões de gases de efeito estufa e cumprir compromissos ambientais (Silva *et al.*, 2023).

Essas ações fazem parte de um esforço global para mitigar os impactos climáticos, promovendo o uso do biodiesel como alternativa ao óleo diesel, o que reduz poluentes, melhora a qualidade do ar nos centros urbanos e beneficia a saúde pública. Nesse contexto, a obtenção do biodiesel por meio de microalgas surge como uma alternativa de fonte de energia renovável. Sua disseminação é imprescindível para a diminuição da emissão dos gases causadores do efeito estufa e para a obtenção de uma matriz energética sustentável a longo prazo (Rektenvald, 2022).

Com base nesse cenário, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão crítica sobre a produção de biodiesel a partir de microalgas, focando nos processos envolvidos, nas vantagens e desafios desta tecnologia, além de analisar sua viabilidade no contexto brasileiro.

2 METODOLOGIA

A pesquisa se fundamentou em uma revisão bibliográfica de artigos científicos e documentos relevantes, disponíveis em bases de dados como BVS, SciELO e Google Acadêmico. O estudo concentrou-se na produção de biodiesel a partir de microalgas, comparando com o diesel e seus benefícios e desvantagens. A pesquisa

foi realizada durante o período entre fevereiro e março de 2025, com base em 13 artigos, utilizando termos como "biodiesel de microalgas" e "produção de biocombustível".

A escolha dos artigos obedeceu a critérios rigorosos para assegurar a qualidade das informações. Foram removidos materiais redundantes em diversas bases de dados, além de teses, dissertações e anais de eventos, dando prioridade a artigos publicados em periódicos científicos confiáveis. Também se excluíram pesquisas que não tratavam diretamente na produção de biodiesel a partir de microalgas. Os artigos selecionados abordaram aspectos cruciais do assunto, como a produção de microalgas, a obtenção de lipídios e a transesterificação, um processo crucial para a transformação de óleos em biodiesel.

3 DIESEL X BIODIESEL

O óleo diesel, derivado do petróleo, é amplamente utilizado devido à sua alta densidade energética, que proporciona maior potência e resistência a motores pesados, como os de caminhões e máquinas agrícolas. Sua composição química, formada por hidrocarbonetos de cadeias longas, garante eficiência na combustão e desempenho superior em motores de ignição por compressão, sendo indispensável no setor de transporte e máquinas industriais. O diesel, embora eficiente, é uma fonte não renovável e suas implicações ambientais, como a emissão de CO₂ e outros poluentes, estão cada vez mais sendo questionadas (Gomes, 2023).

Por outro lado, o biodiesel é uma alternativa renovável ao diesel fóssil, produzido a partir de fontes vegetais, como soja, palma e girassol, microalgas ou até de gorduras animais. Segundo Milanez *et al.* (2022), esse biocombustível é considerado ecologicamente sustentável por ser biodegradável e por ajudar na redução das emissões de gases de efeito estufa. Dessa forma, a Lei 11.097/2005 o reconhece como um combustível viável para motores de ignição por compressão, podendo substituir o diesel fóssil total ou parcialmente. Contudo, a produção desse diesel sustentável pode envolver desafios, como a competição com a produção de alimentos, impactando a oferta de matérias-primas.

Ambos os combustíveis têm seu espaço no mercado, com o diesel sendo mais utilizado em larga escala devido à sua alta energia por volume, enquanto o biodiesel surge como uma alternativa mais limpa, com potencial de reduzir impactos ambientais. A transição gradual para o biodiesel, aliada ao desenvolvimento de

novas tecnologias, pode ser o caminho para um setor energético mais sustentável. Nesse contexto, a produção de biodiesel por microalgas desponta como uma alternativa promissora devido à sua alta produtividade e menor impacto ambiental (Gomes, 2023; Milanez *et al.*, 2022).

4 PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL ATRAVÉS DE MICROALGAS

De acordo com Mata *et al.*, (2010), as microalgas são organismos fotossintetizantes microscópicos que podem converter energia solar em biomassa de forma eficiente, utilizando dióxido de carbono (CO₂), nutrientes e água. Elas se destacam por apresentarem alta produtividade lipídica e crescimento rápido, podendo dobrar sua biomassa em questão de horas sob condições ideais. Essas características tornam as microalgas uma excelente alternativa de matéria-prima para a produção de biodiesel, na qual elas não são simplesmente “coletadas” da natureza em grande escala, em vez disso, são cultivadas em ambientes controlados.

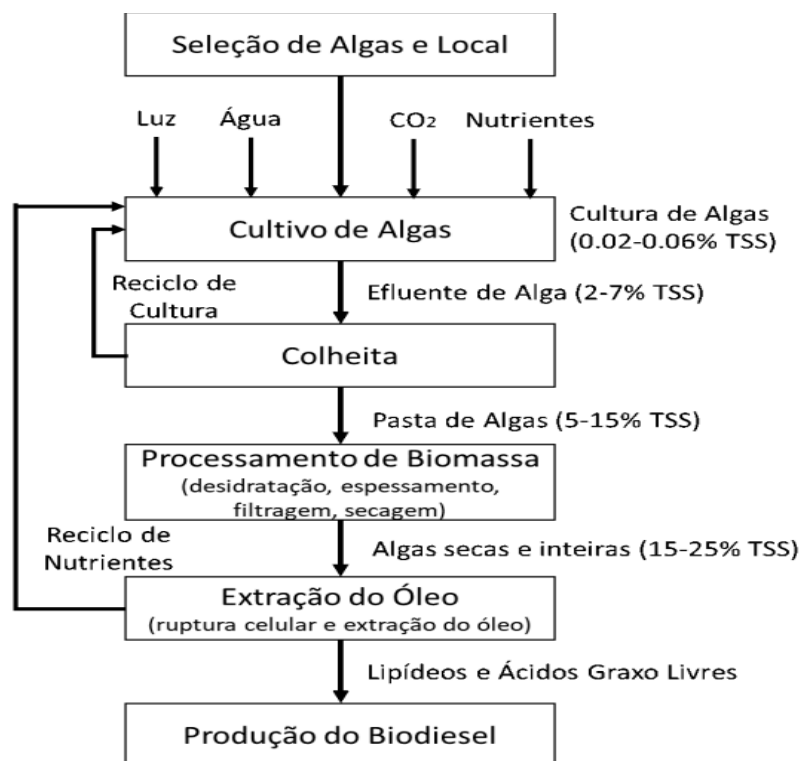
A produção de biodiesel no Brasil tem se tornado cada vez mais dependente da soja, o que vai contra o objetivo do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), que busca diversificar as matérias-primas utilizadas no país. Apesar disso, o setor de bioenergia está otimista quanto à possibilidade de utilizar microalgas como uma fonte viável para a produção de biocombustíveis, pois já mostraram potencial para suas aplicações na fabricação de diversos biocombustíveis (Franco *et al.*, 2013).

Segundo Rektenvald (2022), o biodiesel é obtido por meio de um processo químico denominado transesterificação. Nele, os óleos extraídos de oleaginosas são transformados em biodiesel. A obtenção de biodiesel a partir de microalgas surge como uma alternativa de matéria-prima frente às demais oleaginosas, pois essas são organismos unicelulares microscópicos que realizam fotossíntese utilizando gás carbônico e crescem de forma fotoautotrófica. Suas características denotam algumas vantagens importantes, que corroboram com este apontamento, como por exemplo, alta produtividade de óleo, rápido crescimento em biomassa e capacidade de absorver gases do efeito estufa.

Conforme a Figura 1, a produção de biodiesel a partir de microalgas envolve algumas etapas principais. Primeiro, as microalgas são cultivadas em ambientes controlados, como tanques ou fotobiorreatores, onde recebem luz e nutrientes para

crescer rapidamente. Após o cultivo, a biomassa é coletada e desidratada para facilitar a extração do óleo e assim realizar a produção do biodiesel (Beta EQ, 2023).

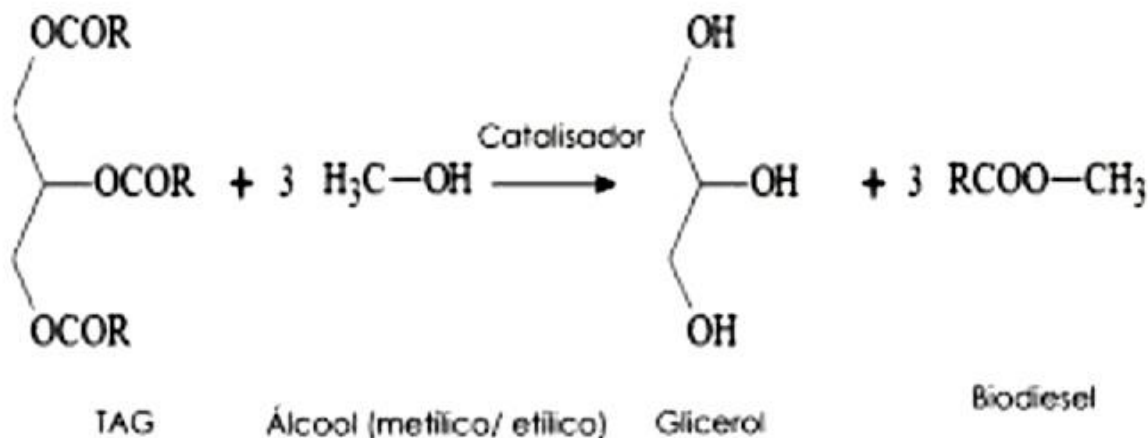
Figura 1 - Etapas do processo produtivo de biodiesel a partir de microalgas



Fonte: Rektenvald, 2022.

Conforme Haertel *et al.*, (2021), para a produção de biodiesel a partir do óleo extraído de microalgas, podem ser utilizados dois métodos de transesterificação: o direto e o em duas etapas. No processo de produção em duas etapas, a primeira fase consiste na extração do óleo, geralmente realizada por extração a frio com o uso de solventes orgânicos. Enquanto a transesterificação direta é uma forma mais simples de produzir biodiesel, onde as microalgas são processadas diretamente com álcool e catalisador, sem precisar extrair o óleo antes. Isso ocorre em uma única etapa e não exige que a biomassa esteja seca.

Em seguida, ocorre a transesterificação, na qual um álcool de cadeia curta, como o metanol, é empregado juntamente com o hidróxido de potássio (KOH), que atua como catalisador da reação, como mostrado na Figura 2 (Haertel *et al.*, 2021).

Figura 2 - Processo químico de transesterificação

Fonte: Beta EQ, 2023.

Após a reação, o biodiesel resultante deve ser lavado para remover resíduos do catalisador e outras impurezas. Esse processo pode ser realizado com água quente, garantindo a eliminação de compostos indesejados e melhorando a qualidade final do biocombustível. Pesquisas indicam que a transesterificação direta é mais vantajosa do que o método em duas etapas, pois reduz os custos de produção e minimiza as perdas de rendimento (Beta EQ, 2023).

5 PRODUÇÃO DE BIODIESEL ATRAVÉS DE MICROALGAS NO BRASIL

Segundo a EMBRAPA (2018), o Brasil possui um cenário altamente favorável para o desenvolvimento de biocombustíveis a partir de microalgas, considerando tanto sua diversidade ambiental quanto o apoio governamental para pesquisas nessa área. A busca por novas fontes de energia renovável tem levado o país a investir em alternativas sustentáveis, como o uso de microalgas para a produção de biodiesel e outros bioprodutos.

Todavia, atualmente, o principal desafio no Brasil para a produção de biocombustíveis a partir da biomassa de algas é o custo. No entanto, grandes investimentos estão sendo feitos ao redor do mundo para melhorar e tornar viável o cultivo em larga escala, tornando-o mais competitivo com os combustíveis fósseis. Esses investimentos buscam criar plantas comerciais no modelo de biorrefinarias,

que se concentram não apenas na produção de biocombustíveis, mas também em outros produtos feitos a partir da biomassa de algas. Além disso, há muitas pesquisas focadas em encontrar microalgas que cresçam mais rápido e acumulem mais óleo e amido, além de melhorar os métodos de colheita e secagem das algas. Espera-se que, em alguns anos, esses avanços ajudem a reduzir os custos e tornem a produção comercial de biocombustíveis a partir de microalgas uma realidade (Figueiredo, 2014).

Figueiredo (2014) ainda enfatiza que embora a produção de biodiesel a partir de microalgas no Brasil esteja em fase de pesquisa e desenvolvimento, essa alternativa apresenta grande potencial. Apesar de não existirem dados quantitativos precisos sobre a produção comercial atual, os estudos indicam que essa fonte de energia renovável pode superar a eficiência de fontes tradicionais, como a soja, com rendimentos muito superiores por hectare. Estima-se que seja possível produzir até 50 mil litros de óleo por hectare por ano a partir do cultivo de microalgas, um valor cerca de 100 vezes maior do que a produtividade média da soja, a principal oleaginosa utilizada para fabricação de biodiesel no Brasil.

Diante desse cenário, ainda que haja desafios nesse processo, a combinação de condições ambientais favoráveis, biodiversidade e investimentos em pesquisa coloca o Brasil como um dos países mais promissores para o avanço da bioenergia baseada em microalgas. Com o fortalecimento das políticas públicas e o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes, a expectativa é que essa alternativa sustentável ganhe cada vez mais espaço na matriz energética nacional (EMBRAPA, 2018).

6 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL ATRAVÉS DAS MICROALGAS

A produção de biodiesel a partir de microalgas tem um grande potencial, mas ainda enfrenta desafios, principalmente por causa dos altos custos e da necessidade de cuidados específicos no cultivo. Segundo Klein (2018), para que as microalgas se desenvolvam bem, é preciso fornecer bastante carbono, água e nutrientes, como nitrogênio e fósforo. Esses nutrientes geralmente vêm de fertilizantes usados na agricultura ou de misturas feitas especialmente para cada tipo de microalga. Isso torna o processo mais caro e complexo, causando algumas desvantagens no uso de microalgas para a produção de biodiesel, conforme detalhado no Quadro 1.

Quadro 1 - Principais vantagens e desvantagens da produção de biodiesel através das microalgas.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Alta produtividade de biomassa – Microalgas crescem rápido e produzem mais óleo por hectare do que culturas terrestres, como soja e palma.	Alto custo de produção – O cultivo, colheita e extração do óleo ainda são caros, tornando o biodiesel de microalgas menos competitivo.
Menor impacto ambiental – As microalgas absorvem CO ₂ , ajudando a reduzir a emissão de gases do efeito estufa.	Desafios tecnológicos – Ainda existem dificuldades em desenvolver métodos eficientes para cultivo em larga escala e extração do óleo.
Uso de áreas não agrícolas – O cultivo pode ser feito em locais que não competem com terras agrícolas, como tanques em áreas urbanas ou industriais.	Necessidade de grande volume de água – Mesmo podendo crescer em águas residuais, a produção em larga escala ainda exige muita água.
Possibilidade de cultivo em águas residuais e salinas – Algumas microalgas crescem em águas não potáveis, reduzindo o uso de água doce.	Dificuldade de escalabilidade – O cultivo ainda não alcançou uma produção em larga escala que torne o biodiesel de microalgas viável economicamente.

Fonte: Autora, 2025.

Por outro lado, como mostrado no Quadro 1, as microalgas também oferecem várias vantagens que as tornam atraentes para a produção de biodiesel. Elas crescem rapidamente, fazem fotossíntese de forma eficiente e absorvem muito mais CO₂ do que as árvores, ajudando a reduzir a poluição do ar. Além disso, sua biomassa contém substâncias importantes, como nitrogênio e fósforo, que podem ser usadas na produção de adubo, ração para animais e até etanol. Outro ponto positivo é que as microalgas podem ser cultivadas em águas residuais, ajudando a limpar essas águas e diminuindo o impacto ambiental da produção de biodiesel (Haertel *et al.*, 2021).

Mesmo diante desses obstáculos, o avanço constante de tecnologias mais eficazes e a melhoria dos métodos de cultivo e extração podem tornar a produção

de biodiesel de microalgas uma opção viável e sustentável para a matriz energética futura.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de biodiesel a partir de microalgas apresenta uma série de vantagens ambientais e econômicas, como alta produtividade e menor impacto no uso de terras agrícolas. Contudo, o alto custo de produção e os desafios tecnológicos, como a escalabilidade e a necessidade de grandes volumes de água, ainda são barreiras significativas.

No entanto, com investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento, é possível superar essas dificuldades, tornando o biodiesel de microalgas uma opção viável e sustentável para o Brasil. O país, com suas condições ambientais favoráveis, tem o potencial de se tornar líder na produção de biocombustíveis derivados de microalgas, contribuindo para a matriz energética sustentável e alinhando-se aos compromissos internacionais de redução das emissões de gases do efeito estufa.

REFERÊNCIAS

BETA EQ. *Produção de biodiesel a partir de microalgas: uma alternativa sustentável de biocombustível para o futuro*. 2023. Disponível em:

<https://betaeq.com.br/producao-de-biodiesel-a-partir-de-microalgas-uma-alternativa-sustentavel-de-biocombustivel-para-o-futuro/>. Acesso em: 13 fev. 2025.

CAETANO, Nathalia A. U.; SILVA, Tatiana A. R. da. *Um estudo estatístico sobre o biodiesel: análise e comparação de dados para a produção e eficiência do biodiesel no Brasil*. 2019. Disponível em:

<https://eventos.ifg.edu.br/secitecitumbiara/wp-content/uploads/sites/9/2020/02/RE-13-Um-estudo-estat%C3%ADstico-sobre-o-biodiesel.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA).

Microalgas: uma nova fronteira para a agroenergia. Agroenergia em Revista, edição 10, 2018. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1060364/1/AgroenergiaRevistamicroalgased10red.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2025.

FIGUEIREDO, B. S. A. *Microalgas: a 3ª geração de biocombustíveis no Brasil*. 2014. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/991420/1/microalgas.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2025.

FRANCO, A. L. C.; LÔBO, I. P.; CRUZ, R. S, da.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; NETO, J. A. A.; MENEZES, R. S. *Biodiesel de microalgas: avanços e desafios*. Quim. Nova, Vol. 36, No. 3, 437-448, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/tgQT4yYWsDmdJJ7J86Y49JL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 07 fev. 2025.

GOMES, R. C. DA S. *Biodiesel X Diesel : Uma revisão sobre a produção e aplicações*. UNIFESP, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/server/api/core/bitstreams/6d0e8a30-b4eb-45ac-9618-c02df198f345/content>. Acesso em: 07 fev. 2025.

HAERTEL, P. L.; VIEIRA, B. M.; SILVA, C. da; CORREA, A. G.; PIAIA, E.. *Produção de biodiesel a partir de óleo de microalgas*. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2021, Salvador – BA. Anais [...]. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2021/X-006.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2025.

KLEIN, B. C.; BONOMI, A.; FILHO, R. M. *Integração da produção de microalgas com instalações industriais de biocombustíveis: uma revisão crítica*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 82, p. 1376-1392, 2018. Disponível em: Integração da produção de microalgas com instalações industriais de biocombustíveis: Uma revisão crítica | Solicitar PDF. Acesso em: 14 fev. 2025.

MILANEZ, J.; SILVA, F.; COSTA, P. *Biodiesel e diesel verde no Brasil*. 2022. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/22585/1/PRArt215696_Biodiesel%20e%20diesel%20verde%20no%20Brasil.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

MATA, T. M., MARTINS, A. A., CAETANO, N. S. Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 217–232, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032109001646?via%3Dihuh>. Acesso em: 21 mai. 2025.

REKTENVALD, Jonas Henrique. *Produção de biodiesel a partir de microalgas: uma análise técnico-financeira*. Ponta Grossa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/29543/4/biodieselmicroalgas.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2025.

SILVA, Fabiano Rosa da; SILVA, Francis Josiane Liana Baumgarten da; SANTOS, Rosângela de Souza; MENDES, Mayara de Lima; GANGORA, Benhoti; SILVA, Fabio da; SEQUEIRA, Rodrigo. *O biodiesel no Brasil: Uma análise da produção, consumo e perspectivas na transição energética*. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 11, e43121143670, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i11.43670>. Acesso em: 24 fev. 2025.