



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALAGOAS
CAMPUS PENEDO**

CURSO TÉCNICO SUBSEQUENTE EM QUÍMICA

SHEILA SANTOS DE OLIVEIRA

**TEORIA E PRÁTICA: PROPOSTA DE RECICLAGEM DO ÓLEO RESIDUAL
DECOZINHA PARA A PRODUÇÃO DE BODIESEL COMO INSTRUMENTO
DA CONSCIENTIZAÇÃO E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL**

**PENEDO-AL
2023**



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

O48t

Oliveira, Sheila Santos de.

Teoria e prática: proposta de reciclagem do óleo residual de cozinha para a produção de biodiesel como instrumento de conscientização e preservação ambiental / Sheila Santos de Oliveira. – 2023.

17f.: il.

Orientação: Prof. André Luiz dos Santos Oliveira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico de Nível Médio Subsequente em Química) – Instituto Federal de Alagoas, Campus Penedo, Penedo, 2023.

Trabalho acadêmico em versão digital.

1. Biodiesel. 2. Resíduos - Reciclagem 3. Biocombustíveis. I. Oliveira, André Luiz dos Santos. II. Título.

CDD: 662.88

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

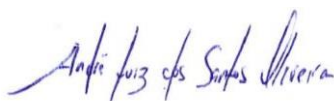
SHEILA SANTOS DE OLIVEIRA

TEORIA E PRÁTICA: PROPOSTA DE RECICLAGEM DO ÓLEO RESIDUAL DE
COZINHA PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL COMO INSTRUMENTO DA
CONSCIENTIZAÇÃO E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

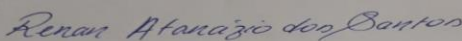
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico Subsequente em Química do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Alagoas, como requisito para obtenção do grau de Técnico em Química.

APROVADO(A) EM: 28/02/2023.

BANCA EXAMINADORA



Prof. André Luiz dos Santos Oliveira – Orientador
Instituto Federal de Alagoas - IFAL



Prof. Renan Atanazio dos Santos
Instituto Federal de Alagoas - IFAL



Prof. Raul César da Silva Nascimento
Instituto Federal de Alagoas - IFAL

PENEDO-AL
2023

TEORIA E PRÁTICA: PROPOSTA DE RECICLAGEM DO ÓLEO RESIDUAL DE COZINHA PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL COMO INSTRUMENTO DA CONSCIENTIZAÇÃO E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

Sheila Santos de Oliveira¹; André Luiz dos Santos Oliveira²

RESUMO

A reciclagem do óleo residual de cozinha trás vários benefícios, pois além do destino adequado ao resíduo, contribui para a conservação ambiental. A utilização do biodiesel em veículo ou em motores a combustão diminui consideravelmente os índices dos gases de efeito estufa na atmosfera tais como dióxido de carbono e compostos sulfurados sendo este último um dos principais causadores da chuva ácida de maior teor de acidez. Deste modo, este trabalho teve por objetivo mostrar que o biodiesel pode ser produzido através da reciclagem do óleo de fritura (óleo de soja) através da reação de transesterificação. A metodologia proposta deste iniciou-se com uma coletânea no sítio virtual Google Acadêmico, nesta plataforma foi encontrado 5.750 resultados e por amostragem utilizou-se os 5 primeiros artigos para servir como base para este trabalho. Os arquivos pretendidos foram localizados a partir da inserção da palavra-chave “**biodiesel através do óleo de fritura**” no campo de consulta existente no sítio virtual acima mencionado. Para melhor reproduzir o processo de produção do biodiesel baseou-se pelo artigo “Produção de Biodiesel em Laboratório como Ferramenta para o Ensino Interdisciplinar”, elaborado por COSTA, A., et al. (2015).

Palavras-chave: Biodiesel. Resíduos. Reciclagem. Biocombustíveis.

ABSTRACT

Abstract: The recycling of waste cooking oil brings several benefits, as well as the proper disposal of the waste, it contributes to environmental conservation. The use of biodiesel in vehicles or in combustion engines considerably reduces the levels of greenhouse gases in the atmosphere, such as carbon dioxide and sulfur compounds, the latter being one of the main causes of acid rain with a higher acidity content. Thus, this work aimed to show that biodiesel can be produced through the recycling of frying oil (soybean oil) through the transesterification reaction. The proposed methodology of this began with a collection on the Google Scholar website, on this platform 5,750 results were found and by sampling the first 5 articles were used to serve as the basis for this work. The intended files were located by inserting the keyword “**biodiesel through frying oil**” in the query field on the aforementioned virtual site. To better reproduce the biodiesel production process, it was based on the article “Biodiesel Production in

the Laboratory as a Tool for Interdisciplinary Teaching”, elaborated by COSTA, A., et al. (2015).

Keywords: Biodiesel. Waste. Recycling. Biofuels.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Portal Embrapa, no final da década de 60, dois fatores internos fizeram o Brasil começar a enxergar a soja como um produto comercial, fato que mais tarde influenciaria no cenário mundial de produção do grão. Na época, o trigo era a principal cultura do Sul do Brasil e soja surgia como uma opção de verão, em sucessão ao trigo. O Brasil também iniciava um esforço para produção de suínos e aves, gerando demanda por farelo de soja. Em 1966, a produção comercial de soja já era uma necessidade estratégica, sendo produzida cerca de 500 mil toneladas no País.

Os óleos vegetais representam um dos principais produtos extraídos de plantas da atualidade e cerca de dois terços são usados em produtos alimentícios fazendo parte da dieta humana. Os lipídeos, juntamente com as proteínas e os carboidratos, são fontes de energia, apresentando grande importância para a indústria, na produção de ácidos graxos, glicerina, lubrificantes, carburantes, biodiesel, além de inúmeras outras aplicações. Os óleos vegetais são constituídos principalmente de triacilgliceróis e pequenas quantidades de mono e diacilgliceróis (REDA, S. Y., CARNEIRO, P. I. B., 2007).

Os triacilgliceróis são compostos insolúveis em água e a temperatura ambiente, possuem uma consistência de líquido para sólido. Quando estão sob forma sólida são chamados de gorduras e quando estão sob forma líquida são chamados de óleos. Além de triacilgliceróis, os óleos contêm vários componentes em menor proporção, como mono e diglicerídeos (importantes como emulsionantes); ácidos graxos livres; tocoferol (importante antioxidante); proteínas, esteróis e vitaminas (REDA, S. Y., CARNEIRO, P. I. B., 2007).

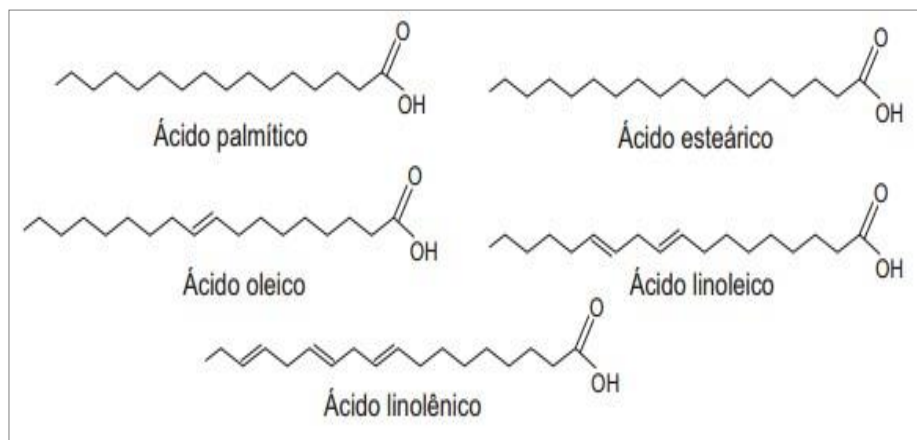
Segundo Botham & Mayes (2012), os lipídeos podem ser classificados em principalmente como simples, complexos, os precursores e derivados.

- I. Lipídeos simples: São ésteres de ácidos graxos com vários álcoois, sendo eles a gordura e as ceras.
- II. Lipídeos Complexos: São ésteres de ácidos contendo outros grupos além de um álcool e de um ácido graxo, sendo o fosfolipídeos, glicolipídeos, sulfolipídeos e aminolipídeos
- III. Precursores e derivados de lipídeos: Estes incluem: ácidos graxos, glicerol e esteróis, aldeídos graxos e corpos cetônicos, hidrocarbonetos, vitaminas lipossolúveis e hormônios.

Dentro destes grupos os que podemos dar maior destaque são:

Além do ácido oleico, outros quatro ácidos graxos são encontrados no óleo de soja. Sendo eles, o ácido palmítico (11% em média) e o ácido esteárico (4%) são gorduras saturadas - consideradas ruins para o sistema cardiovascular. Já o ácido linoleico, ou ômega 6, (54%) e o ácido linolênico, ou ômega, 3 pertencem ao grupo das gorduras poli-insaturadas - consideradas boas para a saúde - e estão associados às características de sabor do óleo de soja (APROBIO, 2017). Na figura 1, podemos observar a estrutura molecular dos ácidos graxos encontrados no óleo de soja.

Figura 1: Estrutura molecular dos ácidos graxos



Fonte: Questão 67 do ENEM, 2013.

O óleo de soja por ser um produto bastante consumido para afins alimentícios, acaba gerando resíduos no qual são descartados em lugares inapropriado. Diante desse cenário, surge a necessidade de encontrar um destino mais apropriado para esse descarte, pois os resíduos do óleo de fritura podem ser reaproveitados, transformando-se em biocombustível, como o Biodiesel. Do ponto de vista ambiental, o biocombustível reduz de forma significativa a emissão de gases poluentes. Para se ter uma ideia, estudos científicos realizados pela União Europeia indicam que o uso de um quilograma de biodiesel colabora para a redução de três quilogramas de CO₂, um dos gases causadores do efeito estufa. (SEBRAE, 2020).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo principal mostrar que o biodiesel pode ser produzido com a reciclagem do óleo de fritura (óleo de soja) através da reação de transesterificação. Para isso, foi realizado experimentações em micro escala no laboratório de Química Orgânica do Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Penedo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONTEXTO HISTORICO

Em meio à crise petrolífera, durante a Segunda Guerra Mundial, com a necessidade de se produzir outras fontes de energia, surgiram os biocombustíveis. A partir de então, várias pesquisas foram voltadas à produção de alternativas que deveriam ser tão eficientes quanto o petróleo, porém com capacidade e/ou possibilidade do uso de matérias-primas renováveis. O fato mais importante para o uso do óleo diesel no motor diesel, na década de 50 foi o fato dos derivados de petróleo ficarem com preços baixos, devido a isso o uso de óleo vegetal no motor diesel foi deixada de lado. O petróleo assim, foi adquirindo com o aumento do uso de motores a diesel, grande importância. Quando se descobriu que o petróleo era uma energia não renovável, os produtores diminuíram a produção a fim de aumentar o preço do barril (PARENTE, 2004) com isso veio à crise energética na década de 70, que hoje é considerado um marco no processo de estudo do biodiesel (PARENTE, 2004; GAZZONI, 2007).

Antes da crise do petróleo na década de 70, os óleos vegetais e gorduras animais já tinham sido investigados como combustíveis em motores. Quando Rudolf Diesel inventou uma máquina de combustão interna, que mais tarde veio receber seu nome, ele próprio relatou o uso de óleo de amendoim no motor, relatando também que este deveria passar por algum processo químico para que diminuísse sua alta viscosidade (KNOTHE et al, 2006). Foi durante a Exposição Mundial de Paris, em 1900, que um motor diesel foi apresentado ao público funcionando com óleo de amendoim. Tais motores eram alimentados por petróleo filtrado, óleos vegetais e até mesmo por óleos de peixe (KNOTHE et al, 2006; GAZZONI, 2007).

2.2 BIODIESEL

Em 1937, na Bélgica, foi registrado o primeiro pedido de patente de um processo de transformação de óleo vegetal, hoje denominado biodiesel. Esse processo se dá através da reação de transesterificação de óleos vegetais em uma mistura de ésteres, metílicos ou etílicos de ácidos graxos utilizando catalisadores básicos, como os hidróxidos de metais alcalinos (CHAVANNE, 1937).

Segundo o Portal BIODIESELBR (2019), o Biodiesel é o nome de um combustível alternativo de queima limpa, produzido de recursos domésticos, renováveis. O Biodiesel não contém petróleo, mas pode ser adicionado a ele formando uma mistura. Pode ser usado em um motor de ignição a compressão (diesel) sem necessidade de modificação. O Biodiesel é simples de ser usado, biodegradável, não tóxico e essencialmente livre de compostos

sulfurados e aromáticos. É fabricado através de um processo químico chamado transesterificação onde a glicerina é separada da gordura ou do óleo vegetal. O processo gera dois produtos, ésteres (o nome químico do biodiesel) e glicerina (produto valorizado no mercado de sabões).

O biodiesel pode então ser definido como sendo um mono-álquil éster de ácidos graxos derivado de fontes renováveis, como óleos vegetais e gorduras animais, obtido através de um processo de transesterificação, no qual ocorre a transformação de triglicerídeos em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos. Encontra-se registrado na "Environment Protection Agency EPA USA" como combustível e como aditivo para combustíveis e pode ser usado puro a 100% (B100), em mistura com o diesel de petróleo (B20), ou numa proporção baixa como aditivo de 1 a 5%, sua utilização está associada à substituição de combustíveis fósseis em motores do ciclo diesel, sem haver a necessidade de nenhuma modificação no motor. Como combustível o biodiesel possui algumas características que representam vantagem sobre os combustíveis derivados do petróleo, tais como, virtualmente livre de enxofre e de compostos aromáticos; alto número de cetano; teor médio de oxigênio; maior ponto de fulgor; menor emissão de partículas, HC, CO e CO₂; caráter não tóxico e biodegradável, além de ser proveniente de fontes renováveis. (FERRARI et al, 2005).

De acordo com o portal Biodiesel Brasil, o biodiesel possui um impacto social positivo, pelo fato de evitar a poluição do ar, ao contrário do diesel que libera dióxido de enxofre, no qual é um elemento bastante prejudicial para a saúde humana. Vale destacar que o Biodiesel aumenta a vida útil do motor do automóvel, além de ter um baixo risco de explosão e, por isso, seu transporte e armazenamento são menos complexos que o diesel. Lembrando que, para utilizá-lo não é necessária nenhuma adaptação nos motores dos automóveis, toda via, ele pode ser usado em sua forma pura (B100), apesar de ser um produto totalmente misturável.

2.3 REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO

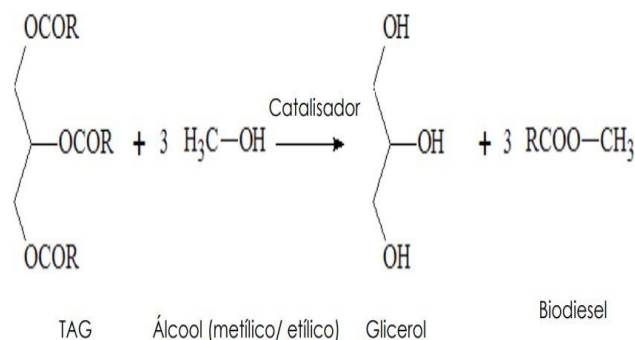
A reação de transesterificação é de caráter reversível, sendo necessário um excesso de álcool na reação para obter aumento de rendimento de álcool ésteres e permitir a formação de uma fase separada de glicerol. O álcool é mais utilizado na produção por conta que promove melhores rendimentos. Considerando que o Brasil é um dos maiores produtores de álcool etílico no mundo.

O catalisador mais utilizado é o hidróxido de sódio (NaOH), amplamente conhecido como soda cáustica, também pode ser utilizado o hidróxido de potássio (KOH). Toda via, é

indicado usar cerca de 0,5% em relação ao peso do óleo. Esses catalisadores aceleram a reação em torno de 4 mil vezes a mais que catalisadores ácidos, como o ácido clorídrico (HC), além de serem viáveis economicamente.

A transesterificação consiste na quebra da molécula de óleo, conforme reação (Figura 2.), a fim de produzir os alquil ésteres (KNOTHE et al, 2006).

Figura 2: Reação de transesterificação de óleo vegetal, onde R é uma cadeia carbônica de qualquer ácido graxo.



(FONTE: adaptada de KNOTHE et al, 2006).

3 METODOLOGIA

Para elaboração do presente artigo foi utilizado o método de pesquisa exploratória, que segundo Gil (1991), esse tipo de pesquisa tem como objetivo a familiarização com o problema bem como torna-lo explícito, com a finalidade de entender o conceito da produção de biocombustíveis, partindo de uma revisão bibliográfica composta por artigos publicados nos repositórios do Google Acadêmico, para, assim, propor a importância da reutilização de óleos residuais de fritura como alternativas para evitar ou reduzir emissões de gases poluentes e minimizar os impactos na natureza, tendo como produto o biodiesel transformado por transesterificação. Quanto a sua natureza a pesquisa é classificada como pesquisa aplicada, que segundo Gil (2008), é uma pesquisa voltada à aquisição de conhecimentos com o propósito de aplicá-lo em uma área/situação específica. O presente artigo tem como problemática conscientizar a população a não descartar os resíduos do óleo de soja em locais não apropriados.

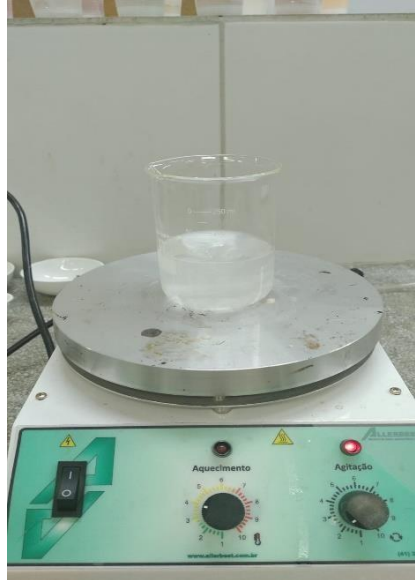
A produção do biodiesel ocorreu no laboratório de Química Orgânica do Instituto Federal de Alagoas – Campus Penedo. Realizou-se o pré-tratamento da matéria prima, ou seja, ocorreu a filtração dos óleos, com o objetivo de remover os resíduos de alimentos presentes no óleo. O experimento prático foi baseado com o artigo “Produção de Biodiesel em Laboratório como Ferramenta para o Ensino Interdisciplinar”, elaborado por COSTA, A., et al. (2015).

A produção do biodiesel foi dividido nas seguintes etapas:

- a) Produção do catalisador metóxido de potássio: Dissolveu-se 1,5 g de hidróxido de potássio

(KOH) em 35 mL de metanol, em agitação constante a 45°C até completar dissolução, como mostra a figura 3.

Figura 3: Dissolução do hidróxido de potássio



Fonte: Autora (2022)

b) Reação de transesterificação: Adicionou-se 100 mL de óleo de soja em um balão de fundo chato de 250 mL e aqueceu-se em uma chapa de aquecimento a 50°C, sob agitação constante. Posteriormente adicionou-se o catalisador e manteve-se o sistema por agitação constante a 45°C por 25 min. Durante o processo, conseguimos observar a mudança de cor do óleo, isso significa que ocorreu a reação de transesterificação, como mostra na figura 4.

Figura 4: Reação de transesterificação



Fonte: Autora (2022)

- c) Separação dos produtos da reação: Transferiu-se a mistura para um balão de separação, e deixou em repouso por 15 min. Na figura 5, mostra que amostra dividiu em duas fases.

Figura 5: Separação de fases



Fonte: Autora (2022)

- d) Posteriormente, removeu o material de fundo (fase mais densa: glicerol, sabões, excesso de álcool e água) para uma proveta de 50 mL, e registrou-se o volume produzido, no qual foi 25 mL de glicerina, como mostra na figura 6.

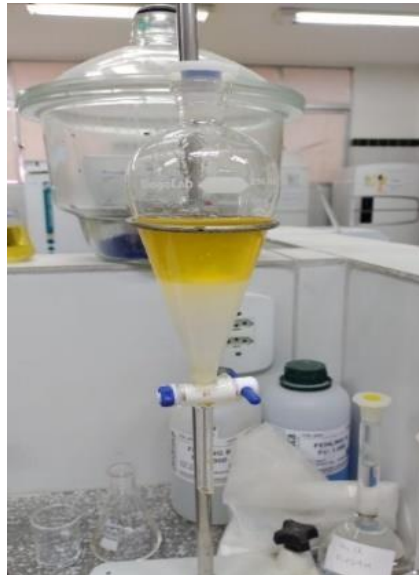
Figura 6: Volume da glicerina



Fonte: Autora (2022)

- e) Remoção de catalisadores do biodiesel: Lavou-se a fase superior (biodiesel) adicionando-se 50 mL de solução aquosa de ácido clorídrico 0,5% (v/v) ao funil de separação e agitou-se por 5 min, deixou-se decantar (5 min) e removeu-se a fase aquosa como resíduo. Como mostra a figura 7.

Figura 7: Fase aquosa da lavagem com HCL



Fonte: Autora (2022)

Repetiu-se o processo de lavagem, no qual pesou 1,8g de NaCl e adicionou-se água destilada até completar 50 mL de solução saturada como mostra a figura 8.

Figura 8: Fase aquosa da lavagem com NaCl



Fonte: Autora (2022)

Posteriormente, para realizar a última lavagem foi necessário medir o pH da água para garantir a completa remoção do catalisador básico, no qual constou pH 6. Na figura 9 podemos observar a lavagem com água destilada.

Figura 9: Fase aquosa da lavagem com água



Fonte: Autora (2022)

f) Remoção de umidade: Adicionou-se 2 g de sílica (óxido de silício) ao biodiesel no balão de separação e manteu-se sob agitação por 10 min e transferiu-se para uma proveta de 100 mL e deixou-se em repouso. A sílica sedimentou lentamente ao fundo da proveta.

g)

Figura 10: Silica gel no fundo da proveta



Fonte: Autora (2022)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar o resultado obtido na utilização de 100 mL de óleo de soja, foi possível verificar que a cada 100 mL de óleo, rendeu 90 mL de biodiesel, respectivamente, ou seja, uma taxa de conversão de 90% de rendimento.

Figura 11: Biodiesel



Fonte: Autora (2022)

Na tabela 1, podemos observar o total dos reagentes gastos para transformar 3,8 litros de óleo de fritura em biodiesel. Vale descartar, que 3,8 litros de óleo de soja utilizado, rendeu 3 litros de biodiesel.

Tabela 1: Reagentes gasto para produção de biodiesel

Reagentes	Gasto a cada 100 mL	Total para produzir 3 L
Ácido Clorídrico	0,7 mL	21 mL
Cloreto de Sódio	1,8 g	54 g
Hidróxido de Potássio	1,5 g	45 g
Metanol	35 mL	1,050 L
Óleo de Soja	100 mL	3,8 L

Fonte: Autora (2022)

Ao finalizar a produção do biodiesel, realizou-se o teste de combustão utilizando uma lamparina com um pavio, onde dentro da lamparina foi adicionado uma pequena amostra de biodiesel. Observou-se que o biodiesel recém preparado apresentou-se reação de combustão imediata, no qual apresentou-se uma chama amarela e sem fumaça negra, como mostra na figura 12.

Figura 12: Teste de combustão do Biodiesel



Fonte: Autora (2022)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fato de o biodiesel ser proveniente de uma fonte renovável, a matéria-prima abundante no Brasil, torna-se seu estudo interessante, pois além do aspecto econômico e social, reduz a dependência na utilização do óleo diesel.

Portando, a utilização do óleo residual de cozinha como matéria-prima para a produção de biodiesel é relevante, sendo uma alternativa importante, pois reduziria o descarte incorreto desse óleo, que seria ambientalmente menos impactante, e, ao mesmo tempo, colaboraria com a produção de um combustível renovável, biodegradável e também economicamente interessante.

REFERENCIAS

BARROS, T.D.; JARDINE, J.G. Biodiesel. Empraba, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/biodiesel>>. Acesso em: 09 set. de 2022.

BARROS, T.D.; JARDINE, J.G. Transesterificação. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/biodiesel/tecnologia/transesterificacao>>. Acesso em: 22 set. de 2022.

BIODIESELBR. O que é biodiesel?. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/biodiesel/definicao/o-que-e-biodiesel>>. Acesso em: 14 fev. 2023.

BOTHAM, K. M., MAYES, P. A. Lípidos de Importância Fisiológica. Em Murray, Robert K., Bender, David A., Botham, Kathleen M., Kennelly, Peter J., Rodwell, Victor W., Weil, P. Anthony (dir.), Harper Bioquímica Ilustrada. Edição 29ª McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2012, pp. 141 -151. Disponível em: <http://www.ava-edu.net/biblioteca/wp-content/uploads/2021/03/Bioquimica-Ilustrada-de-Harper_booksmedicos.org_.pdf>. Acesso em: 10 jan. de 2023.

CHAVANNE, G. et al. 2007: além de comemorarmos o 70º aniversário do biodiesel, será o ano "D" para o Biodiesel no Brasil. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/colunistas/suarez/2007-comemorarmos-70-aniversario-biodiesel-ano-d-biodiesel-brasil>>. Acesso em: 14 fev. de 2023.

COSTA, Adilson et al. Produção de Biodiesel em Escala Laboratorial como Ferramenta de Para o Ensino Interdisciplinar. Revista Educação e Tecnologia, 2015. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/revedutec-ct/article/view/1687>>. Acesso em: 04 out. de 2022.

CUNHA, E.S.; TRANCOSO, M. D. A Importância da Coleta do Óleo usado Para o Meio Ambiente. Revista Educação Ambiental em Ação. Disponível em: <<https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1540>>. Acesso em: 09 mai. de 2022.

FERRARI, R. et al. Biodiesel de soja: Taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físicoquímica e consumo em gerador de energia. Química Nova, São Paulo, v. 28, n. 1, p.19, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/dFhw6srNTgmvLRQbZc7jgFt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 fev. de 2023.

GAZZONI, D. L. História e Biodiesel. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/biodiesel/historia/biodiesel-historia>> . Acesso em: 15 fev. 2023.

GIL, A. C, 1946- Como elaborar projetos de pesquisa / Antônio Carlos Gil. — 3. ed. — São Paulo : Atlas, 1991. pág. 25. Disponível em: <https://sgcd.fc.unesp.br/Home/helber-freitas/tcci/gil_como_elaborar_projetos_de_pesquisa_-anto.pdf>. Acesso em: 12 fev. de 2023.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social, 6ª ed, pág 26 e 27. Editora Atlas S.A, São

Paulo, 2008. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9nicas-de-pesquisa-social.pdf> . Acesso em 12 fev. de 2023.

KNOTHE, G. et al. Manual de Biodiesel. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 340 p.

LAGE, L.H.A . et al. Análise dos Processos de Transesterificação e Hidroesterificação na Produção de Biodiesel. Revista de Ciências Exatas, vol.21,n.3,pp.09-14 (Abr - Jun 2019). Disponível: <https://www.mastereditora.com.br/periodico/20190912_082812.pdf>. Acesso em: 07 mai. de 2022.

MELO, E. M., et al. Biodiesel no Brasil: Obtenção de Dados Depositados em Patentes. Cadernos de Prospecção - ISSN 1983-1358 (print) 2317-0026 (online), 2012. vol.5, n.2, p.63-71. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/download/11464/8284>>. Acesso em: 15 set. de 2022.

NASCIMENTO, A.F. O Mercado do Biodiesel e Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<https://portal.fslf.edu.br/wp-content/uploads/2016/12/O-MERCADO-DO-BIODIESEL-E-DESENVOLVIMENTO-SUSTENT-VEL.pdf>>. Acesso em: 11 jan. de 2023.

O que é e como pode ser utilizado o biodiesel. Portal Sebrae, 2020. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-biodiesel,466d438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD?codTema=4&origem=tema>>. Acesso em: 15 fev. de 2023.

Óleo de Soja Mais Saudável Pode Ficar Parecido Com Azeite. Associação dos Produtores de Biocombustíveis do Brasil (APROBIO), 2017. Disponível em: <<https://aprobio.com.br/noticia/oleo-de-soja-mais-saudavel-pode-ficar-parecido-com-azeite>>. Acesso em: 11 fev. de 2023.

OLIVEIRA, A. Etapas da Produção do Biodiesel. Disponível em: <<https://www.producaodebiodiesel.com.br/biocombustiveis/quais-as-etapas-da-producao-de-biodiesel>>. Acesso em: 08 mai. de 2022.

OLIVEIRA, F.C. et al. Biodiesel: Possibilidades e Desafios. Química Nova na Escola, nº28, maio 2008. Disponível em: <<http://zeus.qui.ufmg.br/~qgeral/downloads/material/biodiesel.pdf>>. Acesso em: 14 jun. de 2022.

PARENTE, E. J. S. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: EUFC, 2004. Disponível em: <<http://www.xitizap.com/Livro-Biodiesel.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2023.

REDA, S. Y., CARNEIRO, P. I. B. Óleos e Gorduras: aplicações e implicações. Revista Analytica, Fevereiro/Março 2007, Nº27. Disponível em: <<https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/engenhariadealimentos/disciplinas/files/2008/04/art07.pdf>>. Acesso em: 22 dez. de 2022.

SANTOS, L. F. et al. Caracterização da Glicerina Proveniente da Produção de Biodiesel por Transesterificação Etlíca do Óleo de Soja Bruto. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east->

1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeqic2015/148-32548-259950.pdf>.
Acesso em: 03 dez. de 2022.

SILVA, Alex Aguiar da. SANTOS, Pablo Rodrigo Moura. Biodiesel de Óleo Residual de Fritura: Uma Oportunidade Bioenergética Para o Estado de Alagoas. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 04, Vol. 04, pp. 128-140. Acesso em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/oleo-residual>>. Acesso em: 10 dez. de 2022.

ZILIO, L.B. et al. Benefícios Ambientais da Produção e do Uso do Biodiesel. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1º ed., ano 2014. Disponível em: <https://www.bsbios.com/_uploads/adminfiles/relatorio_biodiesel_p_web.pdf>. Acesso em: 09 jun. de 2022.