

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA QUÍMICA 2



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA QUÍMICA 2



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia química 2 /
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. -
Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-536-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.362212610>

1. Engenharia química. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel
da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 660

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

O e-book intitulado: “Coleção Desafios das Engenharias: Engenharia Química 2” é constituído por dezoito capítulos de livros que foram organizados em quatro áreas temáticas: *i*) utilização de adsorventes para remoção de Contaminantes de Interesse Emergente (CIE) em diferentes matrizes aquosas; *ii*) produção de biodiesel e bio-óleo a partir de biomassa ou reutilização de óleo de fritura; *iii*) análise de recuperação avançada de petróleo por injeção de gás carbônico ou polímeros e práticas de gestão para exploração de petróleo e gás natural e *iv*) aplicações diversas.

O primeiro tema é composto por 50% dos capítulos de livros presente no e-book, apresentando trabalhos utilizando biomassas de origem vegetal para remoção da turbidez presente em efluentes oleosos e metais em águas residuárias e industriais; remoção de nitrogênio amoniacal e o fármaco ivermectina utilizando o carvão ativado, respectivamente, *in natura* e funcionalizado com grafeno; aplicação de surfactantes não-iônicos para reduzir a dissolução de carbonatos e a redução do consumo de água em processo de bradagem; a apresentação de um método analítico para quantificar a presença de Bisfenol A em águas superficiais, um estudo de revisão da literatura que mostra a qualidade dos recursos hídricos em vários países e a presença da diversidade e quantidade dos CIEs nas matrizes aquosas e a caracterização físico-química da farinha de Inhame obtida pelo processo de atomização. A segunda temática apresenta dois estudos que investigaram a produção de biodiesel e bio-óleo a partir, respectivamente, do aproveitamento do óleo de soja/fritura e da pirólise proveniente de biomassa.

Os capítulos de 12 a 14 apresentam trabalhos que buscaram avaliar a eficiência da injeção de gás carbônico ou solução de polímero para avaliar a recuperação avançada do petróleo. Além disso, apresenta um estudo de práticas de gestão operacional de exploração e produção de petróleo e gás natural exigido para atender normas da ABNT e certificações ISO e regulamentos técnicos estabelecidos pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). Já os trabalhos presentes nos capítulos de 15 a 18 tratam de temas que variam da utilização da garrafa PET como dispositivo para determinar a densidade aparente de materiais em forma de pó; análise da geometria, diluição e qualidade de revestimentos de aço AISI 317L aplicado pelo processo de GTAW; estudo teórico visando aumentar a eficiência de uma coluna cromatográfica utilizando sílica na forma de nanopartículas e; apresenta uma aplicação na indústria de alimentos que utilizou a mistura de bebida fermentada de camomila com o cogumelo da espécie *Agaricus Brasiliensis*.

Diante desta variedade de estudos, provenientes de pesquisadores (as) de diferentes partes do Brasil, a Atena Editora selecionou e reuniu estes trabalhos neste e-book que depois de publicado, estará acessível de forma gratuita em seu *site* e em outras plataformas digitais, contribuindo para a divulgação do conhecimento científico gerado nas

instituições de ensino de todo o país. Assim, a Atena Editora vem trabalhando, buscando, estimulando e incentivando cada vez mais os pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros ou capítulos de livros.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA CASCA DE MARACUJÁ NA REMOÇÃO DE TURBIDEZ DE EFLUENTE OLEOSO


Cinthia Silva Almeida
Antonia Vitória Grangeiro Diógenes
Macilene Maria Monteiro Maia
Daianni Ariane da Costa Ferreira
Francisco Wilton Miranda da Silva
Zilvam Melo dos Santos
Manoel Reginaldo Fernandes
Regina Celia de Oliveira Brasil Delgado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126101>

CAPÍTULO 2..... 9

AMMONIA NITROGEN REMOVAL FROM FISH PROCESSING WASTEWATER BY ADSORPTION USING ACTIVATED CARBON

Davi Vieira Gomes
Maria Alice Prado Cechinel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126102>

CAPÍTULO 3..... 18

CINÉTICA DE ADSORÇÃO DE IVERMECTINA EM CARVÃO ATIVADO FUNCIONALIZADO COM GRAFENO


Eduardo Possebon
Marcelo Fernandes Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126103>

CAPÍTULO 4..... 34

APLICAÇÃO DE SURFATANTES NÃO IÔNICOS NO CONTROLE DA TAXA DE DISSOLUÇÃO DE CARBONATOS NA ACIDIFICAÇÃO DE MATRIZ

Alcides de Oliveira Wanderley Neto
Guilherme Mentges Arruda
Dennys Correia da Silva
Luiz Felipe da Hora
Jefferson David Coutinho de Araújo
Marcos Allyson Felipe Rodrigues


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126104>

CAPÍTULO 5..... 45

UM ESTUDO PARA OTIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E REDUÇÃO DA PEGADA DE CARBONO EM PROCESSO DE BRASAGEM

Caline Nunes de Carvalho
Tereza Neuma de Castro Dantas
Afonso Avelino Dantas Neto
Herbert Senzano Lopes


Andréa Oliveira Nunes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126105>

CAPÍTULO 6..... 57

PROPOSTA DE MÉTODO ANALÍTICO PARA QUANTIFICAÇÃO DE BISFENOL A EM ÁGUAS SUPERFICIAIS


Cristiano Gonçalves Alano
Paula Roberta Perondi Furtado
Marcia Luciane Lange Silveira
Jamile Rosa Rampinelli
Elisabeth Wisbeck
Mariane Bonatti Chaves
Sandra Aparecida Furlan

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126106>

CAPÍTULO 7..... 74

CONTAMINANTES DE INTERESSE EMERGENTE PRESENTES EM DIFERENTES MATRIZES AQUOSAS: O QUE VOCÊ NÃO VÊ, MAS AFETA E COMPROMETE A QUALIDADE DOS DIFERENTES ECOSSISTEMAS E A SAÚDE DE TODOS OS ORGANISMOS VIVOS


Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126107>

CAPÍTULO 8..... 87

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DE FARINHA DE INHAME OBTIDA POR ATOMIZAÇÃO


Edison Paulo de Ros Triboli
Letícia Giuliani Yashiki

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126108>

CAPÍTULO 9..... 93

PRODUÇÃO DE BIODIESEL UTILIZANDO ÓLEO DE FRITURA E ÓLEO DE SOJA

Rafael Melo dos Santos Costa
Juan Medeiros Sousa
Dyenny Ellen Lima Lhamas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3622126109>

CAPÍTULO 10..... 101

PRODUÇÃO DO BIO-ÓLEO A PARTIR DA PIRÓLISE RÁPIDA DA BIOMASSA

Janaína Santos Matos
Leila Maria Aguilera Campos
Maria Luiza Andrade da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261010>

CAPÍTULO 11..... 114

UMA REVISÃO SOBRE A OBTENÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS A PARTIR DE EFLUENTES DO PROCESSAMENTO DA MANDIOCA GERADOS NO BRASIL

Renata Carvalho Costa

Márcio Daniel Nicodemos Ramos

André Aguiar


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261011>

CAPÍTULO 12..... 126

ANÁLISE DE RECUPERAÇÃO AVANÇADA DE PETRÓLEO ATRAVÉS DA INJEÇÃO MISCÍVEIS DE CO₂ POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DO CASO UNISIM-II-H

Ana Paula Pereira Santos

Paulo Couto


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261012>

CAPÍTULO 13..... 145

INJEÇÃO DE POLÍMEROS ACIMA DA PRESSÃO DE FRATURA DA FORMAÇÃO COMO MÉTODO DE RECUPERAÇÃO AVANÇADA DE PETRÓLEO

Maria do Socorro Bezerra da Silva

Edney Rafael Viana Pinheiro Galvão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261013>


CAPÍTULO 14..... 157

PRÁTICAS DE GESTÃO OPERACIONAL NA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO (E&P) DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL NO BRASIL, PARA ATENDER REQUISITOS DE NORMAS ABNT NBR ISO DE SGI E DE REGULAMENTOS TÉCNICOS DA AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (ANP)

Raymundo Jorge de Sousa Mançú

Luís Borges Gouveia

Silvério dos Santos Brunhoso Cordeiro


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261014>

CAPÍTULO 15..... 196

MELHORIA DA DETERMINAÇÃO DE DENSIDADE APARENTE DE PÓS COM AUXÍLIO DE DISPOSITIVO FEITO COM GARRAFA DE REFRIGERANTE

Edison Paulo de Ros Triboli

Marina Piasentini Oliva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261015>

CAPÍTULO 16..... 202

ANÁLISES DA GEOMETRIA, DILUIÇÃO E QUALIDADE DE REVESTIMENTOS DE AÇO AISI 317L APLICADOS PELO PROCESSO GTAW COM ADIÇÃO DE ARAME FRIO

Rafael Barbosa Carneiro dos Santos


João Pedro Inácio Varela

Mathews Lima dos Santos

Marcos Mesquita da Silva

Renato Alexandre Costa de Santana

Raimundo Nonato Calazans Duarte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261016>


CAPÍTULO 17.....215

**ESTUDO TEÓRICO: AUMENTO DA EFICIÊNCIA DE COLUNAS CROMATOGRÁFICAS
POR APLICAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS**

Afonso Poli Neto

Herbert Duchatsch Johansen

Marcelo Telascrêa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261017>

CAPÍTULO 18.....229

BEBIDA FERMENTADA DE CAMOMILA COM COGUMELO *AGARICUS BRASILIENSIS*

Joseane Martins de Oliveira

Édipo Gulogurski Ribeiro


Meakaythacher Massayumi Takayanagui

Ana Carolina Dobrychtop

Camila Kaminski

Herta Stutz

Sueli Pércio Quináia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.36221261018>

SOBRE O ORGANIZADOR.....238

ÍNDICE REMISSIVO.....239

PRODUÇÃO DE BIODIESEL UTILIZANDO ÓLEO DE FRITURA E ÓLEO DE SOJA

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 06/08/2021

Rafael Melo dos Santos Costa

Universidade Federal do Sul e Sudeste do
Pará, Instituto de Geociências e Engenharias,
Faculdade de Engenharia de Minas e Meio
Ambiente
Marabá - Pará
<http://lattes.cnpq.br/5393265821026062>

Juan Medeiros Sousa

Universidade Federal do Sul e Sudeste do
Pará, Instituto de Geociências e Engenharias,
Faculdade de Engenharia de Minas e Meio
Ambiente
Marabá - Pará

Dyenny Ellen Lima Lhamas

Universidade Federal do Sul e Sudeste do
Pará, Instituto de Geociências e Engenharias,
Faculdade de Engenharia de Minas e Meio
Ambiente
Marabá - Pará
<http://lattes.cnpq.br/5104950274555259>

RESUMO: Os biocombustíveis apresentam os parâmetros mais renováveis dos combustíveis a combustão hoje, em busca de torná-lo ainda mais renovável neste artigo estudou-se a transesterificação etílica dos óleos de soja e fritura utilizando catalisadores básicos como KOH e NaOH. As reações aconteceram com tempo de 30 min em 40°C numa razão de 1 mol de óleo para 8 de etanol com catalisador a 1%

m/m. As análises realizadas para os óleos e biodiesel foram de índice de acidez e densidade visando uma comparação a norma da ANP. Os experimentos mostraram uma dificuldade de separação utilizando o etanol, ainda assim a maioria dos experimentos enquadraram-se nos requisitos da ANP assim como também confirmaram valores de outras referências.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiesel; Etanol; óleo de soja e óleo de fritura.

BIODIESEL PRODUCTION USING FRYING OIL AND SOY OIL

ABSTRACT: Biofuels display the most renewables parameters of combustion fuels nowadays. In order to make them even more renewable, it was studied in this present article the ethyl transesterification of soya oil and frying oil, making use of basic catalyzers such as KOH and NaOH. The reactions occurred within 30 minutes in a temperature of 40°C, in a ratio of 1 mol of oil per 8 mol of ethyl, while the catalyzer was in a 1% m/m. Analyses of acidity and density level were done for the oils and the biodiesel, aiming to be compared with the ANP norm. The experiments showed a separating difficulty when using ethanol, though most of the experiments succeeded in filling the ANP requirements, as well as confirming the values of other references.

KEYWORDS: Biodiesel; Ethanol; soya oil and frying oil.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem cada vez mais se percebido que é preciso uma mudança no cenário de combustíveis pois, a maioria deles é derivada do petróleo. A queima desses combustíveis fósseis possui uma consequência direta às mudanças climáticas onde há a emissão de metano e dióxido de carbono intensificando o efeito estufa (Shay, 1993). Neste sentido é importante incentivar e direcionar o mercado e a população geral a buscar novos meios de energia limpa.

O biodiesel hoje é cotado para substituir em definitivo o uso dos combustíveis fósseis, já se tem um grande aparato de desenvolvimento e pesquisa que o tornam sustentável e economicamente interessante. Entretanto, existe ainda uma dificuldade na implementação deste combustível aos consumidores gerais. No caso do Brasil, apenas 13% é obrigatoriamente uma adição do biodiesel ao diesel comum (Brasil, 2018).

Este combustível é considerado limpo pois, mesmo emitindo cerca de 1,1 a 1,2 vezes a quantidade de dióxido de carbono emitido pelo diesel convencional, esses gases são absorvidos novamente para as áreas agricultáveis fechando assim o ciclo do carbono nos grãos que são extraídos os óleos vegetais, matérias primas do biodiesel (Peterson, 1998). Entretanto, há problemas na renovabilidade do biodiesel que diz respeito aos seus outros compostos de fabricação.

A reação de transesterificação é a que produz o biodiesel, neste processo, uma gordura ou óleo reagem com álcool na presença de um catalisador ácido ou básico gerando ésteres e glicerina. O álcool utilizado até o momento pela maioria dos pesquisadores é o metanol, sendo este derivado de recursos fósseis, portanto, o biodiesel produzido não pode ser denominado como completamente renovável (Verma, 2016). Em testes utilizando biodieseis a partir de óleos vegetais novos e de fritura percebeu-se que houve 78% redução nos gases do efeito estufa quando oriundos de metanol, enquanto que para o etanol essa redução foi próxima a 100% (Basto e Pinguelli, 2004).

O tipo de catalisador tem grande importância financeira e qualitativa na reação de transesterificação, atualmente a catálise básica é a mais utilizada industrialmente, onde o KOH e NaOH são os reagentes mais empregados (Sharma, Singh e Upadhyay, 2008).

Outro aspecto que tem bastante impacto na viabilidade do biodiesel é a matéria prima, cujo custo total é de 60 a 75% de toda produção final (Krawczyk, 1996). Normalmente são usados óleos comestíveis, cerca de 70% de todo biodiesel formado no Brasil é feito utilizando óleo de soja (Reciclasampa, 2019). Muitos estudos se atentam a estudar matérias primas mais economicamente renováveis, entre estas está o óleo de fritura. Resíduos de óleo de cozinha são uma escolha econômica para a produção do biodiesel, devido à sua disponibilidade e baixo custo, contudo este tipo de alternativa tem muitos compostos indesejáveis, como polímeros, ácidos graxos livres e muitos outros produtos químicos que são formados durante a fritura, que são uma grande preocupação durante a reação de

transesterificação e sem o devido tratamento retornam um biodiesel de baixa qualidade (Kulkarni, 2006).

Neste contexto, o trabalho tem como objetivo a produção de biodiesel utilizando óleo de fritura e o óleo de soja, através da rota etílica e catálise básica, uma vez que o etanol é um combustível renovável e, reações catalisadas por bases como KOH e NaOH ocorrem mais rapidamente do que na presença de catalisadores ácidos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

• **Matéria-Prima**

Neste experimento foram utilizados os óleos de soja e de fritura. Este primeiro é um óleo refinado comum da marca Liza, o segundo é residual proveniente de pastelarias da cidade de Marabá-PA.

O óleo de soja quando adquirido já estava pronto para ser analisado e posteriormente utilizado na reação. O óleo de fritura passou por um processo de decantação, seguido de filtração simples para a retirada de partículas sólidas.

• **Produção do Biodiesel**

Neste estudo a catálise básica foi aplicada alternando KOH e NaOH com 1% m/m entre os ensaios, a razão óleo/álcool na reação foi definida como 1:8. Para todos os experimentos utilizou-se 100 g da matéria-prima. Nos cálculos estequiométricos foram utilizados como massa molar 873,32 g/mol (Fraga, Penha e M.C.M, 2014) e 874,80 g/mol (Felizardo *et al*, 2006) para os óleos de soja e fritura respectivamente. A programação dos experimentos está indicada na Tabela 1.

Ensaio	Óleo	Catalisador
1	Soja	KOH
2	Soja	NaOH
3	Fritura	KOH
4	Fritura	NaOH

Tabela 1. Experimentos.

Na Figura 1 o aparato experimental consistia em um balão (4) de 500 mL com 3 saídas. Acoplado a saída central um condensador (1) Allihn (Uniglas) com 2 juntas onde havia a entrada e saída de um banho termostático (2) (Quimis, Diadema-SP, Brasil) fixado em 10°C para evitar evaporação do álcool. Uma das saídas laterais (5) do balão

era destinada ao transporte dos reagentes, permanecendo fechada durante a reação, enquanto a outra saída era acoplado um termômetro que mantinha a temperatura de 40°C junto à chapa aquecedora de agitação magnética (3) (Biomixer, Modelo 78HW1) onde o balão estava inserido num banho maria num tempo de 30 min.

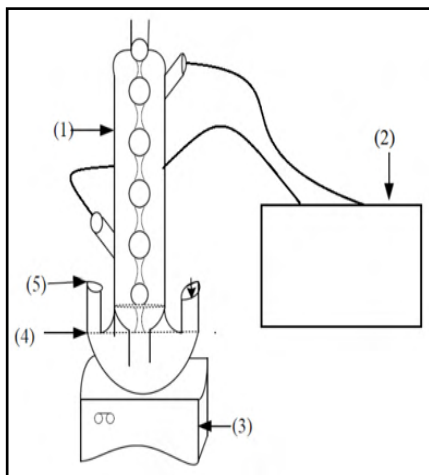


Figura 1. Aparato Experimental.

Fonte: Castro, 2019.

• Análises dos Óleos e Biodiesel

Para comparação de dados com normas e outros estudos, foram realizadas as análises de índice de acidez, ácidos graxos livres e densidade em triplicata para os óleos e o biodiesel.

Na determinação do índice de acidez dos óleos de soja e fritura utilizou-se o método AOCS Cd 3d-63 e para a densidade a norma AOCS Cc 10c-95 (1997).

As análises do biodiesel seguiram os métodos estabelecidos pelas especificações da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2014).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

• Análise dos Óleos

Na Tabela 2 estão indicados os valores médios de acidez e densidade para ambos óleos trabalhados neste estudo.

Óleo	Acidez (mg KOH/g)	Densidade kg/m ³
Soja	0,140	917,9
Fritura	1,886	918,1

Tabela 2. Dados Físico-químicos dos Óleos.

Os resultados para a densidade do óleo de soja se assemelham muito à encontrada na literatura como nos trabalhos de Richard (2009) encontrando valores como 919,0 kg/m³. Para a densidade do óleo de fritura é comum divergências com outros estudos por esta gordura ser degradada de formas diferentes onde foi coletada. Na pesquisa de Sanli, Canakci e Alptekin (2011) investigando características físicas do óleo de fritura em 30 estabelecimentos, foi encontrado uma variância de densidade de 918,0 a 927,0 kg/m³.

Para a acidez, o óleo de soja obteve um valor menor do que o normalmente relatado em outros artigos, como mostra o estudo de Santos *et al* (2017) onde são encontrados valores de 0,4 a 0,8 mg KOH em 10 tipos de óleos comerciais.

O óleo de fritura obteve uma acidez baixa quando comparado a valores como 17,85 analisados por Sanli, Canakci e Alptekin (2011) em um dos restaurantes coletados, porém ainda é um valor aceitável pois a média da acidez para outros óleos usados fica próxima de 1 no mesmo estudo mencionado. Sabe-se que este óleo residual analisado provavelmente era subsequente de um outro óleo de soja, por ser a gordura vegetal com preço mais baixo. Em ciclos de fritura de 1 a 101, o óleo de soja varia seu índice de acidez de 0,47 a 5,14 mg KOH pois há a degradação da composição química do óleo com a alteração oxidativa dos seus compostos (Park e Kim, 2016).

• Análise do Biodiesel

Os valores médios de acidez e densidade para os 4 experimentos estão na Tabela 3. Os resultados de densidade indicam que apenas os testes provindos de óleo de soja adequaram-se à norma da ANP (2014) onde a margem aceitável de densidade encontra-se entre 850,0 e 900,0 kg/m³. Candeia (2008) e Rospide *et al.*, (2020) obtiveram densidades por volta de 875,0 kg/m³ com os mesmos parâmetros reacionais deste estudo.

Quanto ao óleo residual, também se distanciam os valores de densidade da literatura como no caso do experimento 3 que mesmo com todos os parâmetros idênticos ao de Allawzi e Kandah (2008) ainda foi mais alto do que a densidade de 870,0 kg/m³ encontrada pela referência. Coelho *et al* (2020b) e Encinar *et al* (2007) obtiveram resultados para a densidade de 903,0 e 871,0 kg/m³, respectivamente, variando apenas a temperatura para 60°C, indicando que a qualidade da matéria prima pode interferir nos parâmetros físico-químicos.

Ensaio	Biodiesel	Acidez (mg KOH/g)	Densidade (kg/m ³)
1	Soja	0,551	891,7
2	Soja	0,559	896,3
3	Fritura	0,553	903,2
4	Fritura	0,832	901,4

Tabela 3. Dados Físico-químicos dos Experimentos.

Na Tabela 3 podemos observar que os índices de acidez para os ensaios 1, 2 e 3 enquadraram-se nos padrões da ANP (2014) que considera uma acidez razoável apenas biocombustíveis com limite máximo de 0,5 mg KOH/g de biodiesel. O experimento 4 utilizando óleo de fritura e NaOH apresentou uma acidez acima da norma da ANP.

Uma possível explicação para o aumento da acidez dos biocombustíveis é que não ocorreu a separação da glicerina de nenhum dos biodieseis, a utilização de etanol dificulta essa separação (França *et al.*, 2009). Os teores de ácido graxo livre e água têm efeitos significativos na transesterificação de glicerídeos com álcoois usando catalisadores alcalinos ou ácidos, eles também interferem com a separação de ésteres de ácidos graxos e glicerol (Ma e Hanna, 1999).

Importante também notar que no experimento 4 houve o resultado de acidez mais elevada. Esse valor pode ser explicado por diversos fatores, o primeiro é quanto a natureza já ácida do óleo residual utilizado, como neste experimento não foi feita nenhuma purificação do óleo nem do biodiesel formado, a acidez do combustível também ficou mais elevada. O segundo parâmetro que explica esta acidez é o uso do NaOH que torna o biodiesel mais suscetível a saponificação (Reyero *et al.*, 2015), neste mesmo estudo os experimentos utilizando NaOH tornaram-se sabão nas primeiras tentativas, sendo feitos novamente com a preocupação dos compostos serem mais anidro.

4 | CONCLUSÃO

Com a obtenção dos biocombustíveis, observou-se que aqueles antecidos por óleo de soja enquadraram-se nos parâmetros de acidez e densidade da ANP (2014). No caso do óleo residual, apenas a acidez do ensaio 3 estava nos requisitos. Apesar da dificuldade na utilização do etanol na reação de transesterificação etílica básica, pelo fato de inseparabilidade das fases de ésteres e glicerol, os resultados obtidos foram promissores. Nos experimentos utilizando o NaOH constatou-se a facilidade para transformar a reação numa saponificação, sendo assim tanto o catalisador quanto o álcool devem ser anidros.

Assim, verifica-se que é possível a produção de biodiesel a partir de óleo de fritura

residual e óleo de soja, apesar da dificuldade de adequação de alguns parâmetros, os quais podem ser contornados com o emprego do processo de purificação dos ésteres etílicos.

REFERÊNCIAS

AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY. Official method – AOCS, Cd 3-63 and Tentative, 3ª ed., Chicago, 1999.

ALLAWZI, M.; KANDAH, M. I. Parametric study of biodiesel production from used soybean oil. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 110, n. 8, p. 760–767, 2008.

BASTO, L.; PINGUELLI, L. 04/01664 Brazilian waste potential: energy, environmental, social and economic benefits. **Fuel and Energy Abstracts**, v. 45, n. 3, p. 225, 2004.

BRAGA, V. N. et al. TRANSESTERIFICAÇÃO POR VIA ETANÓLICA DO ÓLEO DE PALMA. **IV Semana Acadêmica de Engenharia Mecânica**, v. 87, n. 91–101, 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Política Energética. Resolução n.16, 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Resolução nº 45, de 25 de agosto 2014. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

CANDEIA, R. A. Biodiesel de Soja: Síntese, Degradação e Misturas Binárias. p. 150, 2008.

CASTRO, F. DE S. Produção de biodiesel a partir da Transesterificação de Óleo de Fritura Residual. 2019.

COELHO, F. DE L. L. *et al.* Estudo do processo de produção do Biodiesel obtido a partir de óleo de fritura residual e sebo bovino utilizando a transesterificação etílica básica. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 28836–28843, 2020.

COELHO, F. DE L. L. et al. Produção de biodiesel de óleo de fritura residual em um módulo didático de biodiesel. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 28844–28851, 2020.

ENCINAR, J. M.; GONZÁLEZ, J. F.; RODRÍGUEZ-REINARES, A. Ethanolysis of used frying oil. Biodiesel preparation and characterization. **Fuel Processing Technology**, v. 88, n. 5, p. 513–522, 2007.

FELIZARDO, P. *et al.* Production of biodiesel from waste frying oils. **Waste Management**, v. 26, n. 5, p. 487–494, 2006.

FRAGA, I.M.; PENHA, B. F. . J.; M.C.M. Estudo comparativo de três diferentes equações empregadas no cálculo da massa molecular de óleos e gorduras. **Congresso Brasileiro de Química**, p. 10–11, 2014.

KRAWCZYK, T., 1996. Biodiesel Alternative fuel makes inroads but hurdles remain. **INFORM 7**, 801±829.

KULKARNI, M. G.; DALAI, A. K. Waste cooking oil - An economical source for biodiesel: A review. **Industrial and Engineering Chemistry Research**, v. 45, n. 9, p. 2901–2913, 2006.

ÓLEO DE COZINHA USADO PODE VIRAR BIOCOMBUSTÍVEL. **Reciclasampa**, 2019. Disponível em: < <https://www.reciclasampa.com.br/artigo/oleo-de-cozinha-usado-pode-virar-biocombustivel> >. Acesso em: 01/05/2021.

PARK, J. M.; KIM, J. M. Monitoring of used frying oils and frying times for frying chicken nuggets using peroxide value and acid value. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v. 36, n. 5, p. 612–616, 2016.

PETERSON, C. L.; HUSTRULID, T. Carbon cycle for rapeseed oil biodiesel fuels. **Biomass and Bioenergy**, v. 14, n. 2, p. 91–101, 1998.

REYERO, I. *et al.* Kinetics of the NaOH-catalyzed transesterification of sunflower oil with ethanol to produce biodiesel. **Fuel Processing Technology**, v. 129, p. 147–155, 2015.

RICHARD, D. O. **Fats & Oils: Formulating and Processing for Applications**. [s.l.] CRC Press, 2009.

ROSPIDE J; COSTA L.L.R; MOROMIZATO L.O. SYNTHESIS OF BIODIESEL FROM SOYBEAN OIL THROUGH ALKALINE TRANSESTERIFICATION. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 4303–4308, 2020.

SANLI, H.; CANAKCI, M.; ALPTEKIN, E. Characterization of Waste Frying Oils Obtained from Different Facilities. **Proceedings of the World Renewable Energy Congress – Sweden, 8–13 May, 2011, Linköping, Sweden**, v. 57, p. 479–485, 2011.

SANTOS, G. M. DOS *et al.* Determinação Do Índice De Acidez Em Óleos De Soja Comercializados Em Supermercados Varejistas. **Revista Ciência Saúde**, v. 2, n. 2, p. 11–14, 2017.

SHARMA, Y. C.; SINGH, B.; UPADHYAY, S. N. Advancements in development and characterization of biodiesel: A review. **Fuel**, v. 87, n. 12, p. 2355–2373, 2008.

SHAY, E. G. Diesel fuel from vegetable oils: Status and opportunities. **Biomass and Bioenergy**, v. 4, n. 4, p. 227–242, 1993.

VERMA, P.; SHARMA, M. P.; DWIVEDI, G. Impact of alcohol on biodiesel production and properties. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 56, p. 319–333, 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 30, 31, 32, 72

Adsorvente 3, 4, 5, 6, 8, 20, 21, 61, 63, 64

Afluentes 19

Agência Nacional do Petróleo - ANP 157, 159, 160, 193

Águas subterrâneas 75

Águas superficiais 19, 57, 69, 70, 71, 81

Análise cromatográfica 216

Antibióticos 18, 80, 81

Atomização 87, 88, 89, 90, 91, 197, 201

B

Bioadsorvente 238

Biochemical Oxygen Demand (BOD) 9, 10

Biocombustíveis 8, 93, 96, 98, 99, 101, 102, 105, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 123, 161, 193

Biodiesel 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

C

Carvão ativado 3, 10, 18, 21, 32, 72

Cascas de maracujá 1, 2, 3, 4, 6, 7

Catalisador 93, 94, 95, 98, 108, 109, 118

Chemical Oxygen Demand (COD) 9, 10

Cinética 18, 20, 21, 24, 26, 28, 41, 106

Colunas cromatográficas 215, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226

Combustíveis fósseis 94, 102

Compressibilidade 196, 197

Corpos hídricos 19, 57, 59, 60, 70

Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) 33, 77, 216, 227, 228

D

Densidade 88, 89, 92, 93, 96, 97, 98, 108, 119, 121, 127, 128, 149, 196, 197, 198, 199, 200

Densidade aerada 89, 196, 197, 200

Densidade aparente 92, 196, 198

E

Efeito estufa 45, 46, 49, 94, 102

Efluentes 3, 5, 19, 31, 59, 60, 114, 116, 120, 123, 124, 182, 238

Efluentes domésticos 19

Efluentes industriais 59

Espalhamento de Luz Dinâmico (DLS) 217

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) 76, 81, 119, 124, 238

F

Fármacos 19, 32, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 218, 227

Fraturas induzidas 150

Fraturas naturais 148

Funil 4, 22, 196, 197, 198, 199, 200

G

Garrafa PET 197

Grafeno 18, 21, 31, 218, 227

H

Hidrofobizada 1, 6, 8

Hormônios 18, 60, 77

I

Impacto ambiental 54, 55

Índices de fluidez de *Hausner* e de *Carr* 87

Inhame 87, 88, 89, 90, 91

Injeção de polímeros 145, 146, 147, 148, 149, 150, 154, 155

Ivermectina 18, 19, 21, 31, 32

M

Materiais particulados 196

Matéria-prima 88, 95, 114, 115, 116, 117, 196

Matrizes aquosas 74, 82

Mesh 1, 2, 4, 6, 10, 36

Microplásticos 77

N

Nanopartículas 215, 217, 218, 219, 220, 226, 227, 228

O

Óleo de fritura 93, 94, 95, 97, 98, 99

Óleo de soja 93, 94, 95, 97, 98, 99

Óleo diesel 1, 4

Organic matter 9, 15, 16

P

Pesticidas 18, 77, 79, 80, 81, 82

Petróleo 1, 2, 5, 8, 34, 35, 36, 37, 94, 96, 99, 102, 103, 104, 126, 127, 128, 129, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 173, 174, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 203, 204, 212, 213, 215

Polímero 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 216

Processos convencionais de tratamento de água e esgoto 18, 78

R

Reaproveitamento 123

Recuperação Avançada de Petróleo (EOR) 126, 128, 145, 146, 147

Recursos hídricos 59, 61, 76, 82, 123

Renovável 93, 94, 95, 102, 104, 105

Reservatórios Não-Convencionais (RNC) 147

Resíduos agroindustriais 3, 5, 7, 122

S

Separação granulométrica 1, 4

Sílica 215, 216, 217, 218, 219, 220, 226, 227, 228

Solução polimérica 147, 149, 150, 151, 154

Surfactantes 18, 34, 82

Sustentável 49, 94, 101, 193, 200, 236

T

Transesterificação etílica 93, 98, 99

Turbidez 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

U

Umidade 60, 88, 89, 90, 103, 107, 108, 109, 232

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA QUÍMICA 2



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA QUÍMICA 2



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



www.facebook.com/atenaeditora.com.br