

**Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)**

As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes

 **Atena**
Editora
Ano 2019

**Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)**

As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes

 **Atena**
Editora
Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	As ciências exatas e da terra e a interface com vários saberes [recurso eletrônico] / Organizador Alexandre Igor Azevedo Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-886-1 DOI 10.22533/at.ed.861192312 1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo. II. Série. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

Atualmente, a palavra “inovação” tem ganhado os mais variados significados. Dentre eles, a perspectiva de mudanças na forma de se deparar com problemas contemporâneos. Tomadas de decisões que resultem em soluções adequadas e - principalmente - inéditas, em níveis multifacetados, e que agreguem um valor qualitativo para o cotidiano do público ao qual é destinado são permissíveis, apenas, quando equipes com saberes interdisciplinares são sintetizadas. Assim, organizações, corporações, indústrias, empresas, equipes, indivíduos e a sociedade como um todo precisam ser estimuladas a criar e, portanto, pensar por vias da inovação. Pessoas com vários saberes são capazes de enxergar situações de forma mais ampla, propondo soluções mais adequadas e duradouras.

Aliada à premissa que os conhecimentos atrelados à diferentes perspectivas possuem mais amplitude e robustez no desembaraço de dilemas e conflitos contemporâneos, gerando de forma direta inovação na aglutinação do conhecimento inerente a diversos saberes com comunhão às Ciências Exatas e da Terra, a Atena Editora publica a Obra: “As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes” que aborda em seus 27 capítulos, soluções para problemas contemporâneos, bem como novas perspectivas metodológicas e descritivas com caráter de excelência do ponto de vista técnico-científico.

No meio profissional, os cursos ligados às Ciências Exatas e da Terra ilustram um futuro promissor no mercado de trabalho devido ao seu amplo espectro funcional. Por isso, desperta o interesse de jovens estudantes, técnicos, profissionais e na sociedade como um todo, pois o ritmo de desenvolvimento atual observado em escala global gera uma consolidada e pungente demanda por recursos humanos cada vez mais qualificados. Não obstante, as Ciências Exatas e da Terra estão ganhando cada vez mais projeção, através da sua própria reinvenção frente às suas intrínsecas evoluções e mudanças de paradigmas impulsionadas pelo cenário tecnológico e econômico. Para acompanhar esse ritmo, a humanidade precisa de recursos humanos atentos e que acompanhem esse ritmo através da incorporação imediata de conhecimento com qualidade e com autonomia de raciocinar soluções inovadoras.

Esperamos que o presente e-book, de publicação da Atena Editora, possa representar como legado a oferta de conhecimento para capacitação de recursos humanos através da aquisição de conhecimentos técnico-científicos de vanguarda; instigando professores, pesquisadores, estudantes, profissionais com as Ciências Exatas e da Terra, entremeados à busca do descobrimento por novos saberes, bem como a sociedade, como um todo, frente a construção de pontes de conhecimento de caráter lógico, aplicado e com potencial de transpor o limiar fronteiro do conhecimento, o que - inclusive - sempre caracterizou o uso de soluções inovadoras ao longo da humanidade.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO NO NÍVEL SUPERIOR: TENSÃO SUPERFICIAL	
André de Azambuja Maraschin Natália Nara Janner Carlos Alberto Soares dos Santos Filho Morgana Welke Márcio Marques Martins	
DOI 10.22533/at.ed.8611923121	
CAPÍTULO 2	9
ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO NO CAMPUS CAÇAPAVA DO SUL UTILIZANDO ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X	
Caio Cesar Vivian Guedes Oliveira Zilda Baratto Vendrame	
DOI 10.22533/at.ed.8611923122	
CAPÍTULO 3	17
AVALIAÇÃO DE ESTABILIDADE DAS MICROCÁPSULAS DE GALACTOMANANA CONTENDO LICOPENO	
Francisco Valmiller Lima de Oliveira Antonia Fadia Valentim de Amorim Amanda Maria Barros Alves Adriele Sousa Silva Sonia Maria Costa Siqueira Raquel Santiago de Melo	
DOI 10.22533/at.ed.8611923123	
CAPÍTULO 4	22
CARBOXIMETILQUITOSANA COMO AGENTE BIOADSORVENTE DE ÍONS CD^{+2}	
João Lucas Isidio de Oliveira Almeida Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu Carlos Emanuel de Carvalho Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.8611923124	
CAPÍTULO 5	27
CINÉTICA DO RETARDAMENTO DA OXIDAÇÃO DO BODIESEL DE ÓLEO DE PINHÃO MANSO PELA AÇÃO DA CURCUMINA COMO ANTIOXIDANTE	
Adriano Gomes de Castro Carla Verônica Rodarte de Moura Edmilson Miranda de Moura Barbara Cristina da Silva Leanne Silva de Sousa Juracir Francisco de Brito Darlisson Slag Neri Silva Francisco Cardoso Figueiredo	
DOI 10.22533/at.ed.8611923125	

CAPÍTULO 6	40
CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA SOBRE ASTROBIOLOGIA	
Marcos Pedroso	
Rachel Zuchi Faria	
DOI 10.22533/at.ed.8611923126	
CAPÍTULO 7	53
DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE AMOSTRAS DE BIODIESEL OBTIDAS POR TRANSESTERIFICAÇÃO ALCOÓLICA MISTA E CATÁLISE HOMOGÊNEA	
Danielly Nascimento Morais	
Igor Silva de Sá	
Eliane Kujat Fischer	
Alberto Adriano Cavalheiro	
DOI 10.22533/at.ed.8611923127	
CAPÍTULO 8	65
ESTUDO COMPARATIVO DO CARDANOL E SEU ANÁLOGO NO TRATAMENTO DO FITOPATÓGENO LASIODIPLODIA THEOBRAMAE	
Stéphany Swellen Vasconcelos Maia	
Katiany do Vale Abreu	
Danielle Maria Almeida Matos	
Maria Roniele Felix Oliveira	
Ana Luiza Beserra da Silva	
Sara Natasha Luna de Lima	
Carlucio Roberto Alves	
DOI 10.22533/at.ed.8611923128	
CAPÍTULO 9	75
ESTUDO DA AÇÃO CATALÍTICA DO COBRE II VIA CATÁLISE HOMOGÊNEA E HETEROGÊNEA EM PROCESSOS DE TRANSESTERIFICAÇÃO PARA A SÍNTESE DE BIODIESEL	
Igor Silva de Sá	
Danielly Nascimento Morais	
Graciele Vieira Barbosa	
Eliane Kujat Fischer	
Eduardo Felipe De Carli	
Alberto Adriano Cavalheiro	
DOI 10.22533/at.ed.8611923129	
CAPÍTULO 10	87
ESTUDO DA ESTABILIDADE DE EMULSÕES DE QUITOSANA COM ÓLEO DE <i>Eucalyptus citriodora</i>	
Emanuela Feitoza da Costa	
Weibson Paz Pinheiro André	
Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.86119231210	

CAPÍTULO 11 93

ESTUDO FITOQUÍMICO DE CLONES DE ELITE DE ESTÉVIA

Maria Rosa Trentin Zorzenon
Paula Moro
Heloísa Vialle Pereira Maróstica
Mariane Fernandes Maioral
Cler Antônia Jansen da Silva
Maysa Ariane Formigoni Fasolin
Antonio Sergio Dacome
Paula Gimenez Milani Fernandes
Silvio Claudio da Costa

DOI 10.22533/at.ed.86119231211

CAPÍTULO 12 100

EXPERIMENTAÇÃO UTILIZANDO RESÍDUO ALIMENTAR (EPICARPO DE UVA) COMO ADSORVENTE NO DESCORAMENTO DE SOLUÇÃO AQUOSA CONTENDO CORANTE VIOLETA CRISTAL

Ana Luiza Lêdo Porto
Gabriele Elena Scheffler
Kelly Vargas Treicha
Mariene Rochefort Cunha
Nilton Fabiano Gelos Mendes Cimirro
Flávio André Pavan

DOI 10.22533/at.ed.86119231212

CAPÍTULO 13 113

LUDICIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL I: UMA CONCEITUADA ESTRATÉGIA PARA O APRENDIZADO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Sharise Beatriz Roberto Berton
Maria Cecília Becel Roberto
Lusia Aparecida Becel
Makoto Matsushita
Elton Guntendorfer Bonafé
Milena do Prado Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.86119231213

CAPÍTULO 14 124

MAGNETOMETRIA DE IO, LUA DE JÚPITER

Pedro Henrique Leal Hernandez
Vinicius de Abreu Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.86119231214

CAPÍTULO 15 136

O OLHAR QUÍMICO SOBRE A AUTOMEDICAÇÃO: A INTERDISCIPLINARIDADE DENTRO DE SALA DE AULA

Juracir Francisco de Brito
Angélica de Brito Sousa
Darlisson Slag Neri Silva
Samuel de Macêdo Rocha
Tiago Linus Silva Coelho
Hudson de Carvalho Silva

DOI 10.22533/at.ed.86119231215

CAPÍTULO 16 149

OBTENÇÃO DO HIDROGÊNIO PELA ELETRÓLISE E SUA IMPORTÂNCIA COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA SUSTENTÁVEL

José Erilanio Lacerda de Oliveira
Jonatan Raubergue Marques de Sousa
João Nogueira de Oliveira
Maria Elane Nunes
Claudia Maria Pinto da Costa

DOI 10.22533/at.ed.86119231216

CAPÍTULO 17 158

OBTENÇÃO E ANÁLISES ORGANOLÉPTICAS DE BIOHIDROGEL DE GALACTOMANANA ADITIVADO COM NANOEMULSÃO DE ÓLEO DE URUCUM

Amanda Maria Barros Alves
Antonia Fadia Valentim de Amorim
Adriele Sousa Silva
Francisco Valmiller Lima de Oliveira
Sonia Maria Costa Siqueira
Raquel Santiago de Melo

DOI 10.22533/at.ed.86119231217

CAPÍTULO 18 164

PETROGRAFIA DA FÁCIES LEUCOGRANÍTICA DO GRANITO SANTO FERREIRA, CAÇAPAVA DO SUL, RS

João Pedro de Jesus Santana
Cristiane Heredia Gomes
Luis Fernando de Lara
Diogo Gabriel Sperandio

DOI 10.22533/at.ed.86119231218

CAPÍTULO 19 176

PRODUÇÃO DE BLOSSURFACTANTE COM O USO DE POLISSACARÍDEO NATURAL E GLICERINA COMO FONTES DE CARBONO ALTERNATIVAS

Ana Luiza Beserra da Silva
Katiany do Vale Abreu
Liange Reck
Maria Roniele Félix Oliveira
Stephany Swellen Vasconcelos Maia
Danielle Maria Almeida Matos
Carlucio Roberto Alves

DOI 10.22533/at.ed.86119231219

CAPÍTULO 20 185

PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DO EXTRATO DE JAMBO-VERMELHO (*Syzygium malaccense*) E AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E ANTI-ACETILCOLNESTERÁSICA

Micheline Soares Costa Oliveira
Beatriz Jales De Paula
Cristiane Duarte Alexandrino Tavares

DOI 10.22533/at.ed.86119231220

CAPÍTULO 21	194
RELAÇÃO DA ERODIBILIDADE E ATRIBUTOS DO SOLO EM UMA TRANSEÇÃO	
Thais Palumbo Silva	
Letiéri da Rosa Freitas	
Cláudia Liane Rodrigues de Lima	
Maria Cândida Moitinho Nunes	
Jânio dos Santos Barbosa	
Raí Ferreira Batista	
Suélen Matiasso Fachi	
DOI 10.22533/at.ed.86119231221	
CAPÍTULO 22	206
SONDAS GAMA PORTÁTEIS INTRAOPERATIVAS: IMPACTO DA METROLOGIA NA SUA APLICAÇÃO NO DIAGNÓSTICO DE CÂNCER ATRAVÉS DE LINFONODO SENTINELA	
Samara Silva de Carvalho Rodrigues	
Sérgio Augusto L. Souza	
Lídia Vasconcellos de Sá	
DOI 10.22533/at.ed.86119231222	
CAPÍTULO 23	213
UM APLICATIVO INTELIGENTE PARA ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS	
Camila Campos Colares das Dores	
Gerardo Valdisio Rodrigues Viana	
José Braga Lima Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.86119231223	
CAPÍTULO 24	218
UMA REFLEXÃO SOBRE A FÍSICA DENTRO DO CONTEXTO INTERDISCIPLINAR	
Lázaro Luis de Lima Sousa	
Luciana Angélica da Silva Nunes	
Jusciane da Costa e Silva	
Nayra Maria da Costa Lima	
DOI 10.22533/at.ed.86119231224	
CAPÍTULO 25	226
USO DE QUITOSANA E DERIVADO CARBOXIMETILADO COMO AGENTES DE REMOÇÃO DE COR E TURBIDEZ DE ÁGUAS	
Raimundo Nonato Lima Júnior,	
Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu,	
DOI 10.22533/at.ed.86119231225	
CAPÍTULO 26	232
USO DO MCMC PARA ESTIMAÇÃO DOS PARÂMETROS DOS PROCESSOS ARFIMA (p,d,q)	
Cleber Bisognin	
Letícia Menegotto	
DOI 10.22533/at.ed.86119231226	

CAPÍTULO 27	242
UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS EM PRÁTICAS DE QUÍMICA ORGÂNICA I	
Maria Claudia Teixeira Vieira Rodrigues	
Franciglauber Silva Bezerra	
Maria da Conceição Lobo Lima	
Djane Ventura de Azevedo	
Luisa Célia Melo Pacheco	
Francisco André Andrade de Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.86119231227	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	246
ÍNDICE REMISSIVO	247

DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE AMOSTRAS DE BODIESEL OBTIDAS POR TRANSESTERIFICAÇÃO ALCOÓLICA MISTA E CATÁLISE HOMOGÊNEA

Data de aceite: 29/11/2019

Danielly Nascimento Morais

Universidade Estadual de Londrina, DCTA.
Londrina - PR. E-mail: dany_spm@hotmail.com

Igor Silva de Sá

Universidade Estadual Paulista, IBILCE.
São José do Rio Preto - SP. E-mail: Saigors@outlook.com

Eliane Kujat Fischer

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul,
CDTEQ.
Naviraí – MS. E-mail: fischerkeliane@gmail.com

Alberto Adriano Cavalheiro

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul,
CDTEQ.
Naviraí – MS. E-mail: albecava@gmail.com

RESUMO: As pesquisas na produção de biodiesel visam tornar a adição deste biocombustível cada vez maior no diesel de petróleo já comercializado, sem perda de qualidade, até que o uso de biodiesel puro seja possível no futuro. Como o metanol é o álcool mais utilizado devido a sua maior acidez, o que leva a um maior rendimento, há dificuldades no emprego do etanol como único álcool para a produção de biodiesel. A vantagem no uso do etanol no Brasil é que já existe a escala de produção desse álcool, por isso a necessidade

de pesquisas sobre seu uso, mesmo que uma pequena quantidade de metanol seja usada para tornar a cinética da reação favorável. Neste trabalho, foi investigado o uso de misturas de álcoois e determinadas as principais propriedades físico-químicas das amostras de biodiesel obtidas por catálise homogênea com hidróxido de sódio a 2% e temperatura de 80 °C por 2 horas. Foi possível observar que o uso de até 75% de etanol em presença de metanol resulta em um biodiesel de boa qualidade, considerando as investigações preliminares. No entanto, até a obtenção do produto final, outros aspectos do processo devem ser melhorados, como o rendimento e acidez.

PALAVRAS-CHAVE: Biocombustível, Óleo de soja, Mistura de álcoois, Propriedades físico-químicas.

DETERMINATION OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF BIODIESEL SAMPLES OBTAINED BY MIXED ALCOHOL TRANSESTERIFICATION AND HOMOGENEOUS CATALYSIS

ABSTRACT: Research on biodiesel production aims to make the addition of this biofuel ever-increasing in petroleum diesel already marketed without loss of quality until the use of pure biodiesel is possible in the future, which will require much research and development in

production technology. As methanol is the most used alcohol due to its higher acidity, which leads to a higher yield the use of ethanol finds it difficult to be used as the single alcohol for biodiesel production. This demand is due to the fact that the use of this alcohol has several advantages in Brazil due to the existing ethanol production scale, so the need for research on its use, even if a small amount of methanol is used to make favorable reaction kinetics. In this work, it was proposed to investigate the use of alcohol mixtures and to determine the main physicochemical properties of biodiesel samples obtained by homogeneous catalysis with 2% sodium hydroxide and temperature of 80 °C for 2 hours. It was observed that the use of up to 75% ethanol in the presence of methanol results in a good quality biodiesel, considering preliminary investigations. Before demonstrating the viability of the process and ensuring the quality of biodiesel to be marketed, other aspects of the process should be improved, such as yield and acidity.

KEYWORDS: Biofuel, Soybean oil, Alcohol mixture, Physicochemical properties.

1 | INTRODUÇÃO

O biodiesel é um biocombustível que contribui para reduzir a poluição por compostos sulfurados no meio ambiente, muito comum no diesel fóssil e de difícil remoção quando este tipo de impureza provém da fonte combustível original, como o petróleo. Na década de 2000 tiveram início no Brasil as políticas de incentivo ao uso do biodiesel com a adição de porcentagens gradativas deste biocombustível ao diesel de petróleo já comercializado (CORONADO et al., 2009; PINTO et al., 2005; ANP, 2019).

O incentivo ao uso de biocombustíveis visa diversificar a matriz energética e estruturar a cadeia produtiva em um futuro não muito distante, já próximo da exaustão das reservas de combustíveis fósseis. Mas, este incentivo foi intensificado por causa dos impactos ambientais negativos imediatos dos combustíveis fósseis, que desequilibram o ciclo de carbono no planeta por liberar a porção armazenada por milhões de anos (PETERSON & HUSTRULID, 1998; MA & HANNA, 1999; DEFFEYS, 2001; MICHELLON et al., 2008).

Por mais que os motivos para a implementação cada vez maior dos biocombustíveis sejam evidentes, ainda é um grande desafio suprir a demanda energética com este tipo de combustível alternativo, pois este processo está atrelado a muita pesquisa e desenvolvimento em tecnologia de produção de biocombustíveis (PIÁ, 2002; PORTO-GONÇALVES, 2006; KARYTSAS & CHOROPANITIS, 2017; FIVGA et al., 2019). Talvez a maior dificuldade atual esteja em estabelecer processos e oferta de fontes graxas que permitem um maior controle de qualidade para o biocombustível (VAN GERPEN et al., 2004; KNOTHE et al., 2006; LÔBO et al., 2009; ALENEZI et al., 2013; YAAKOB et al., 2013; RAMOS et al., 2018).

Muito se evoluiu depois que Rudolf Diesel demonstrou a viabilidade de óleos vegetais e gorduras animais como biocombustíveis de motores de combustão interna por compressão antes do diesel de petróleo ser utilizado em larga escala. O maior problema para o uso de fontes graxas não processadas era a formação de carbono na câmara de combustão, comprometendo o motor em poucos ciclos. Por isso, a conversão destas fontes graxas em ésteres de alquila por transesterificação com álcoois tiveram início e seguem em constante aperfeiçoamento ainda na atualidade (SCHUCHARDT et al., 1998; CANACKI & VAN GERPEN, 1999; KUCEK et al., 2007; ENCARNAÇÃO, 2008; FAZAL et al., 2010; MARTINS, 2011; BENETI et al., 2015).

As reações de transesterificação são energeticamente favoráveis mas possuem uma barreira de reação e uma cinética lenta. Por isso, devem-se usar catalisadores para tornar o processo de conversão viável, utilizando temperaturas mais baixas sem que o tempo de reação seja muito longo. Os catalisadores mais eficientes são *ácidos ou bases* inorgânicas fortes, que funcionam bem quando os álcoois possuem cadeia carbônica pequena e não ramificada (DIAS et al., 2008; RAMOS, 2009; LIMA et al., 2007).

Estes parâmetros experimentais podem ser aplicados para reações de transesterificação catalisada a partir de inúmeras fontes graxas, como óleos vegetais refinados e usados e gorduras animais. Algumas gorduras animais são capazes de conferir ao biodiesel final alguma atividade antioxidante em complemento ou substituição aos compostos antioxidantes requeridos para qualquer que seja o biodiesel comercializado (COSTA NETO & ROSSI, 2000; NICZKE et al., 2007; SOUZA, 2018a e 2018b).

O uso de bases inorgânicas fortes, como hidróxido de sódio e potássio podem gerar reações de saponificação paralelas, além de facilitar a absorção de água e dióxido de carbono durante a reação. Por outro lado, o uso de ácidos fortes, como ácido sulfúrico pode levar a hidratação das ligações insaturadas da cadeia alquila, provocando o aumento da viscosidade do biodiesel final. Além disso, este tipo de ácido ainda acelera a corrosão dos componentes do reator, aumentando os custos de manutenção de equipamentos. Por este motivo, as pesquisas sobre transesterificação através da catálise heterogênea encontram grande suporte, mas ainda *é preciso* evoluir muito até serem usadas em larga escala (WANG et al., 2012; CASTRO, 2013; VERDUZCO, 2013).

O metanol é o álcool mais largamente usado na produção do biodiesel devido a maior acidez de seu próton hidroxílico, mas outros álcoois também podem ser usados, desde que os parâmetros experimentais sejam alterados. Como a rota metílica é mais vantajosa, há dificuldade econômica e de processo para sua substituição em larga escala, principalmente pelo etanol. E o uso do etanol para a produção de biodiesel tem várias vantagens no Brasil, devido à escala de produção já existente a partir

da cana-de-açúcar para a produção de álcool hidratado como álcool combustível ou álcool anidro como aditivo da gasolina (CARIOCA & ARORA, 1984; MIGUEL & ANDRADE, 1990; SCHUCHARDT et al., 1998; JANK & NAPPO, 2009).

Álcoois de cadeia carbônica maiores possuem constantes de acidez muito baixas para atuarem como iniciadores da transesterificação, por isso muitas pesquisas são feitas com este tipo de álcool em presença de alguma fração de metanol, para conferir uma ação iniciadora no meio alcoólico, pela quebra mais fácil da ligação de cada grupo éster do triacilglicerol presente na fonte graxa. Apesar deste tipo de mecanismo não ser consenso, acredita-se que os ésteres metílicos previamente formados podem ser transesterificado novamente, liberando o metanol para uma nova ação iniciador repetidamente durante todo o processo de obtenção (SILVA et al., 2015; MARCUCCI et al., 2018; AZAD, 2019).

Considerando todos os aspectos levantados até aqui, julga-se que mais estudos sobre a utilização do etanol para produção de biodiesel é de interesse econômico e tecnológico para o Brasil, mesmo que pequena quantidade de metanol seja usada para tornar a cinética da reação favorável. Logo, o objetivo deste trabalho foi utilizar mistura de álcoois para obtenção de amostras de biodiesel via catálise homogênea com hidróxido de sódio.

2 | METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Para obtenção das amostras de biodiesel a partir da alcoólise mista, foi utilizada uma amostra de óleo de soja refinado adquirido no comércio local. O procedimento foi padronizado para todas as amostras e iniciou-se preparando um balão reacional com dupla entrada de capacidade 250 mL imerso em um banho de glicerina contendo um termômetro para controle da temperatura e posicionado sobre uma placa de agitação e aquecimento. Um condensador de refluxo foi acoplado na entrada superior para conter a evaporação do álcool. Em cada experimento, um mesmo volume de 100 mL de óleo de soja refinado foi inserido no balão pela entrada lateral junto com uma barra magnética de agitação e o sistema aquecido até 80 °C e uma rolha foi acoplada.

Em paralelo, o catalisador de hidróxido de sódio NaOH, P.A. da marca DINÂMICA foi dissolvido no meio alcoólico mediante agitação magnética e aquecimento a 50 °C até completa dissolução. Quando a temperatura do óleo atingiu 80 °C, a rolha era removida e a solução alcoólica catalítica foi adicionada e a agitação ligada, permanecendo por 2 horas até a finalização do experimento (Fig. 1.a). Depois de finalizado o tempo reacional, a mistura contendo o produto da reação foi transferida para um funil de separação contendo 80 mL de água destilada já pré-aquecida a 80 °C. Após agitação moderada por alguns instantes, a mistura foi separada (Fig. 1.b) e

o procedimento foi repetido mais 2 vezes antes da separação da fração superior e o isolamento do ésteres de alquila em rota-vapor.

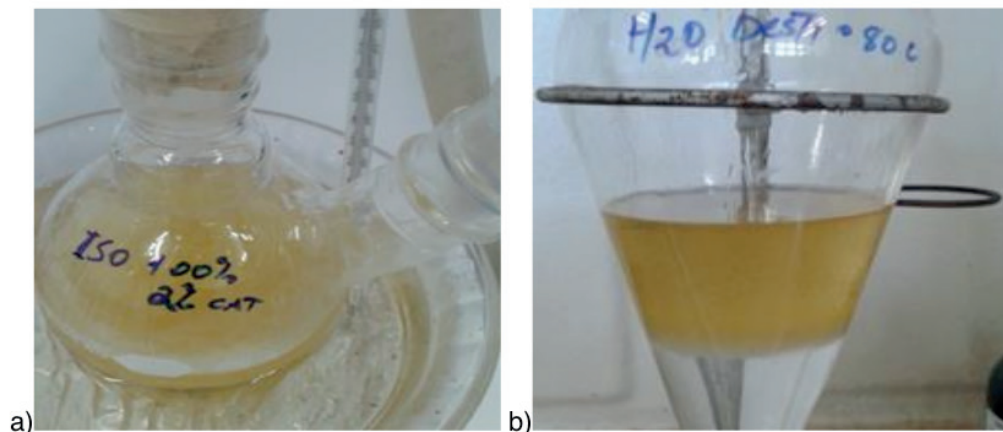


Figura 1: Aparato de transesterificação catalítica de óleo vegetal a 80 °C por 2 horas mediante agitação magnética (a) e imagens da separação de fases do produto reacional final (b).

Neste trabalho, foram realizados vários experimentos variando principalmente o tipo de álcool, sendo metanol (M), etanol (E) e isopropanol (I) e diferentes proporções entre eles. Na Tabela 1 são mostradas as diferentes amostras obtidas neste conjunto de investigações.

Amostra	Volume de Álcool (mL)		
	Metanol	Etanol	Isopropanol
M100	160	-	-
E100	-	160	-
I100	-	-	160
M75E25	120	40	-
M50E50	80	80	-
M25E75	40	120	-
M75I25	120		40
M50I50	80		80
M25I75	40		120
E50I50		80	80

Tabela 1. Nomenclatura das amostras em função da composição alcoólica.

Volume de óleo de 100 mL.

O volume e a massa do produto purificado foram medidos para cálculo da densidade e rendimento. Também foi determinado o teor de cinzas, para o qual, primeiramente, pesaram-se 5,0 g de amostra purificada em cadinho de porcelana previamente tarado. Posteriormente, a amostra foi aquecida em chapa de aquecimento para redução do volume inicial, em seguida, foi levada ao forno mufla

em 3 patamares de temperatura subsequentes (120°C: 250°C: 550°C) pelos tempos de 1, 2 e 4 horas, respectivamente. Após o resfriamento do cadinho com as cinzas em um dessecador, o cadinho foi novamente pesado e o teor de cinzas calculado.

As amostras de biodiesel também foram caracterizadas por espectroscopia na região do infravermelho, objetivou-se demonstrar do ponto de vista molecular a ocorrência da reação de transesterificação. Para isso, foi utilizado em um equipamento da Thermo Nicolet, modelo Nexus 650, equipado com detector fotoacústico. Os espectros foram obtidos após 256 ciclos de leitura no intervalo de número de onda de 4000 a 450 cm^{-1} com resolução de 16 cm^{-1} . A identificação dos grupos funcionais foi feita com auxílio de fontes da literatura online e também com base no trabalho de SMITH et al. (1999).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os dados das análises de índice de acidez (IA), densidade, rendimento e teor de cinzas para cada uma das composições alcoólicas usando os álcoois metanol, etanol e isopropanol para um volume fixado de óleo de soja de 100 mL e massa de catalisador NaOH de 2% (m/V). Em três condições, não houve qualquer formação de alquiléster (amostras I100, M25I75 e E50I50), um resultado marcadamente associado a presença do isopropanol em grande quantidade.

No caso da amostra I100, o resultado pode ser considerado como esperado, pois a acidez do próton do grupo hidroxila do isopropanol é muito baixa em relação ao etanol e ao metanol, principalmente e não havia a presença de um álcool mais ácido como iniciador da alcoólise, mecanismo aceito para que álcoois menos ácidos possam transesterificar óleos vegetais. Outras características acentuam sua não reatividade, como o fato do isopropanol ser um álcool secundário e possuir baixa polaridade, o que o torna, inclusive, solúvel em óleo de soja (GERIS et al. 2007; GALVÃO et al., 2013).

Nas amostras de mistura de álcool em presença de isopropanol, mesmo na amostra M25I75, onde há a presença de 25% metanol, um álcool que poderia atuar como iniciador devido sua maior acidez, a formação do alquiléster não ocorre, como ocorreu na amostra M50I50, com 50% de metanol, pois o rendimento de 70% mostra que a ação iniciadora do metanol tem efeito nesta proporção. Um comportamento parecido ocorreu para a amostra E50I50, com 50% de etanol, que não apresentou nenhuma conversão, demonstrando que etanol não possui ação iniciadora ou pelo menos, não na mesma proporção que o metanol, como observado para a amostra M50I50.

De fato, esta ação iniciadora se mostrou muito efetiva quando a proporção

de metanol é 75% e o álcool reacional majoritário é ainda um pouco ácido, como o etanol, como ocorre na amostra M75E25, que apresentou o maior rendimento entre todas as amostras, até mesmo superior ao metanol puro da amostra M100. Este resultado, no entanto, serve para demonstrar que é possível utilizar álcoois menos ácidos em presença de metanol a partir de certa proporção, não necessariamente demonstra que é melhor que o metanol puro.

Amostra	IA	Densidade	Volume de alquiléster	Rendimento	Teor de cinzas
	mg KOH	g/mL	mL	%	%
M100	1,06	0,895	97	61	0,060
E100	1,00	0,912	110	69	0,020
I100	-	-	-	-	-
M75E25	1,05	0,872	150	94	0,047
M50E50	0,96	0,888	103	64	0,061
M25E75	0,96	0,904	112	70	0,022
M75I25	0,97	0,895	103	64	0,036
M50I50	1,06	0,875	112	70	0,042
M25I75	-	-	-	-	-
E50I50	-	-	-	-	-

Tabela 2. Dados das análises de Índice de Acidez (IA), densidade, rendimento e teor de cinzas nas amostras obtidas pela transesterificação do óleo de soja refinado em diferentes proporções de álcool, metanol, etanol e isopropanol.

Massa de catalisador 2,0 g, o que corresponde a 2 %(m/V) em relação ao volume de óleo.

O rendimento menor para o metanol puro pode ter sido consequência de outros fatores experimentais não controlados, como reações de saponificação paralela, emulsificação pronunciada na etapa de lavagem do alquiléster ou outro fator. O fato é que o rendimento significativo na amostra M25E75 demonstra que a ação iniciadora do metanol ocorre a partir de 25% deste álcool, o que já significa um resultado bom, a partir do qual estudos reacionais com maior massa de catalisador ou diferentes tempos e temperaturas podem ser feitos para elevar o rendimento desta composição alcoólica.

Na Figura 2 observam-se os espectros de absorção na região do Infravermelho para as amostras de alquiléster obtidas para as amostras M75E25 e M50E50, contendo 25% e 50% de etanol em metanol (Fig. 2.a) e as amostras M75I25 e M50I50, contendo 25% e 50% de isopropanol em metanol (Fig. 2.b), comparados com o óleo de soja refinado em ambos os casos. Pode-se observar no espectro do óleo de soja que há duas bandas características, uma banda intensa e larga em 1160 cm^{-1} e outra de média intensidade em 1100 cm^{-1} , ambas associadas ao grupo triacilglicerol presente no óleo de soja.

Estas bandas características do óleo desaparecem no produto purificado da transesterificação, dando origem a outras bandas associadas, que são aos ésteres de alquila. Uma banda aparece em 1170 cm^{-1} e pode já estar presente no óleo, mas sobreposta pela banda mais intensa no óleo em 1160 cm^{-1} . Mas, as outras duas bandas, uma em 1190 cm^{-1} e outra em 1430 cm^{-1} , não estão presentes no óleo e são indicativas da formação do *éster de alquila* predominante do biodiesel.

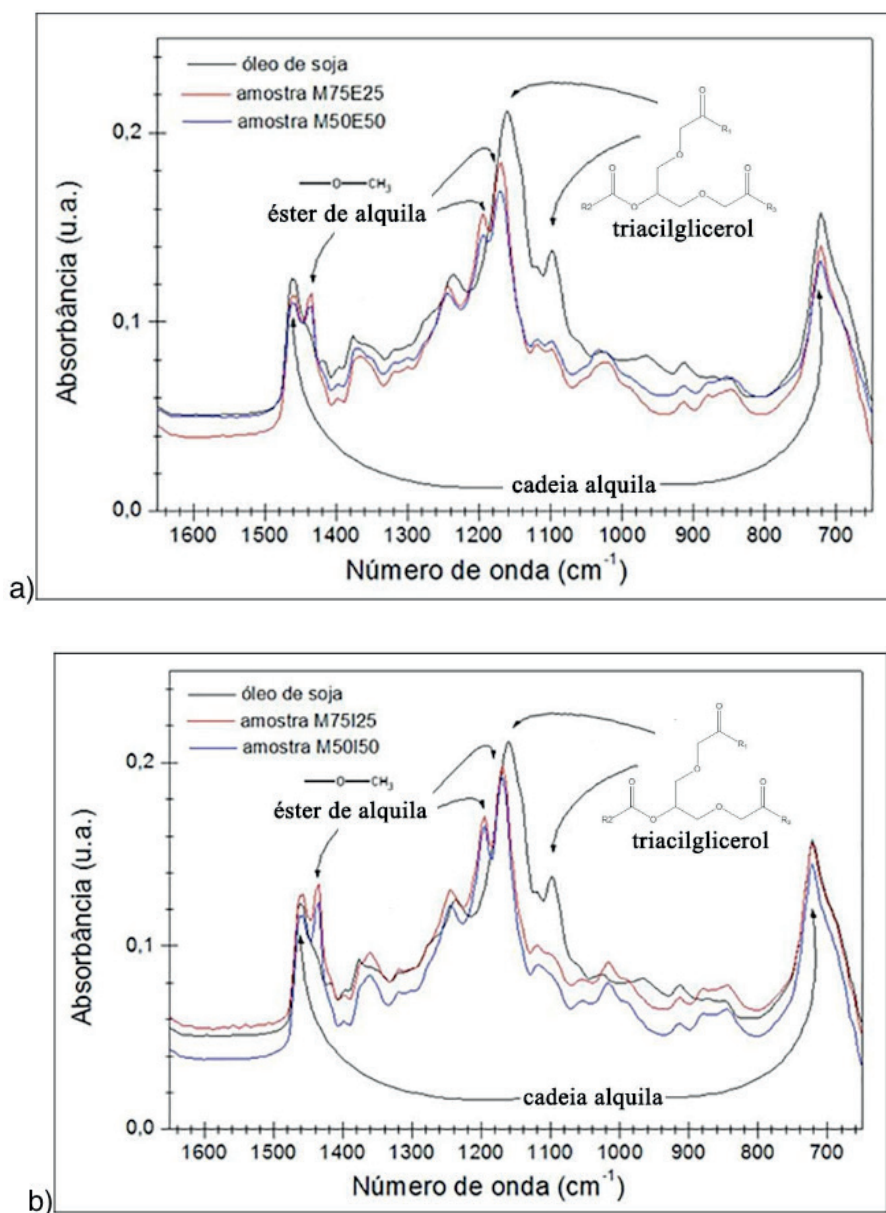


Figura 2: Espectros de Infravermelho para o óleo de soja e biodieséis obtidos com misturas de metanol com os álcoois: a) etanol e b) isopropanol.

Os ésteres de alquila obtidos com isopropanol não diferem significativamente daqueles obtidos com etanol. Diferenças no índice de acidez (IA) e densidades também não ocorrem de modo significativo, ficando estas e outras amostras com IA em torno de $1,0\text{ mg KOH/g}$ e densidade no intervalo de $0,87\text{ a }0,91\text{ g cm}^{-3}$. Estes valores de IA são superiores ao estipulado pela ANP ($0,50\text{ mg KOH/g}$ no máximo) e pode estar associado à hidrólise parcial dos ésteres durante a etapa de lavagem,

dando origem a ácidos graxos livres. Os valores de densidade e os teores de cinzas, por outro lado, se mantiveram dentro das especificações (COSTA NETO & ROSSI, 2000; FROEHNER et al., 2007; DIAS et al., 2008; LÔBO et al., 2009).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, acerca das propriedades físico-químicas de amostras de biodiesel obtidas por transesterificação alcoólica mista, conclui-se que o uso do etanol em até 75% do volume de álcool, em presença de metanol pode resultar em biodieseis de qualidade aceitável para comercialização. Entretanto, outros aspectos do processo, como o aumento do rendimento e a redução do índice de acidez final podem ser conseguidos com mais ajustes das condições, em especial, massa de catalisador, tempo e temperatura para aumento de rendimento e otimização do processo de lavagem e purificação para redução do índice de acidez.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FUNDECT-MS, CNPq e CAPES.

REFERÊNCIAS

ALENEZI, R.; SANTOS, R. C. D.; RAYMAHASAY, S.; LEEKE, G. A. Improved biodiesel manufacture at low temperature and short reaction time. **Renewable Energy**, v. 53, p. 242-248, 2013.

ANP. Site da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel. Último acesso em 01/09/2019.

AZAD, K. (Ed.). **Advances in Eco-Fuels for a Sustainable Environment (Online Book)**. Woodhead Publishing Series in Energy. 2019.

BENETI, S. C.; KUNITA, M. H.; OLIVEIRA, J. V.; CARDOZO FILHO, L. **Esterificação dos ácidos graxos de soja em reator batelada e contínuo**. Novas Edições Acadêmicas. Berlin – Alemanha. 2015.

CANACKI, M.; VAN GERPEN, J. Biodiesel Production Via Acid Catalysis. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 42, p. 1203-1210, 1999.

CARIOCA, J. O. B., ARORA, H. L. **Biomassa: Fundamentos e Aplicações Tecnológicas**. Fortaleza: UFC, 1984.

CASTRO, C. S.; FERRETI, C.; DI COSIMO, J. I.; ASSAF, J. M. Support influence on the basicity promotion of lithium-based mixed oxides for transesterification reaction. **Fuel**, v. 103, p. 632-638, 2013.

CORONADO, C. R.; CARVALHO JR, J. A.; SILVEIRA, J. L. Biodiesel CO₂ emissions: A comparison with the main fuels in the Brazilian market. **Fuel Processing Technology**, v. 90, p. 204-211, 2009.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da

transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, v. 23, n. 4, p. 531-537, 2000.

DEFEYYS, K. S. **Hubbert's Peak: the impending world oil shortage**. Princeton: Princeton University, 2001.

DIAS, J. M.; ALVIM-FERRAZ, M. C. M.; ALMEIDA, M. F. Comparison of the performance of different homogeneous alkali catalysts during transesterification of waste and virgin oils and evaluation of biodiesel quality. **Fuel**, v. 87, p. 3572-3578, 2008.

ENCARNAÇÃO, A. P. G. **Geração de Biodiesel pelos Processos de Transesterificação e Hidroesterificação, uma Avaliação Econômica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

FAZAL, M. A.; HASEEB, A. S. M. A.; MASJUKI, H. H. Comparative corrosive characteristics of petroleum diesel and palm biodiesel for automotive materials. **Fuel Processing Technology**, v. 91, p. 1308-1315, 2010.

FIGUEIREDO, J. L.; RIBEIRO, F. R. **Catálise Heterogênea**, Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.

FIVGA, A.; SPERANZA, L. G.; BRANCO, C. M.; OUADI, M.; HORNUNG, A. A review on the current state of the art for the production of advanced liquid biofuels. **AIMS Energy**, v. 7, n. 1, p. 46-76, 2019.

FROEHNER, S.; LEITHOLD, J.; LIMA JUNIOR, L. F. Transesterificação de óleos vegetais: caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2016-2019, 2007.

GALVÃO, A. C.; BOSCHI, R.; COELHO, K. A.; MACHADO, D. C.; ZUQUI, V.; ROBAZZA, W. S. Solubilidade do Metanol, Etanol e Isopropanol em Óleos Vegetais a Diferentes Temperaturas e Pressão Atmosférica. **Ciência e Natura**, v. 35, n. 2, p. 311-317, 2013.

GERIS, R.; SANTOS, N. A. C.; AMARAL, B. A.; MAIA, I. S.; CASTRO, V. D.; CARVALHO, J. R. M. Biodiesel de Soja - Reação de Transesterificação para Aulas Práticas de Química Orgânica. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1369-1373, 2007.

JANK, M. S.; NAPPO, M. **Etanol de cana-de-açúcar: uma solução energética global sob ataque**. In: ABROMOVAY, Ricardo (Org.). Biocombustíveis: a energia da controvérsia. São Paulo: Senac, 2009.

KARYTSAS, S.; CHOROPANITIS, I. Barriers against and actions towards renewable energy technologies diffusion: A Principal Component Analysis for residential ground source heat pump (GSHP) systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 78, p. 252-271, 2017.

KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.; RAMOS, L. P. **Manual de Biodiesel**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2006.

KUCEK, K. T.; OLIVEIRA, M. A. F. C.; WILHELM, H. M.; RAMOS, L. P. Ethanolysis of Refined Soybean Oil Assisted by Sodium and Potassium Hydroxides. **Journal of American Oil Chemists Society**, v. 84, p. 385-392, 2007.

LIMA, J. R. O.; SILVA, R. B.; SILVA, C. C. M.; SANTOS, L. S. S.; MOURA, E. M.; MOURA, C. V. R. Biodiesel de Babaçu (Orbgnya) obtido por via etanólica. **Química Nova**, v. 30, n.3, p.600-603, 2007.

LÔBO, I. P.; FERREIRA, S. L. C.; CRUZ, R. S. Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1596-1608, 2009.

MA, F.; HANNA, M. A. Biodiesel production: a review. **Bioresource Technology**, v.70, p.1-15, 1999.

MARCUCCI, S. M. P.; ARAKI, C. A.; KIFFER, R. T.; MOISÉS, M. P.; ARROYO, P. A. Evaluation of the reaction conditions in the transesterification of canola oil for biodiesel production. **Engevista**, v. 20, n.4, p.508-522, 2018.

MARTINS, J. **Motores de Combustão Interna**. Portugal: Publindustria, 2011.

MICHELLON, E.; SANTOS, A. A. L.; RODRIGUES, J. R. A. Breve Descrição Do Proálcool E Perspectivas Futuras Para o Etanol Produzido No Brasil; **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**; Rio Branco, AC, 2008.

MIGUEL, A. H., ANDRADE, J. B. Catalyst and Noncatalyst Aldehydes Emissions from Brazilian Ethanol-Fueled Vehicles. **Journal of The Brazilian Chemical Society**, v. 1, p. 124-127, 1990.

NICZKE, L.; CZECHOWSKI, F.; GAWEL, I. Oxidized rapeseed oil methyl ester as a bitumen flux: Structural changes in the ester during catalytic oxidation. **Progress in Organic Coatings**, v. 59, n. 4, p. 304-311, 2007.

PETERSON, C. L.; HUSTRULID, T. Carbon Cycle for Rapeseed Oil Biodiesel Fuels. **Biomass and Bioenergy**, v. 14, n. 2, p. 91-101, 1998.

PIÁ, J. A. Perspectivas do biodiesel no Brasil. **Revistas Eletrônicas FEE, Indicadores Econômicos**, v. 30, n. 2, p. 179-190, 2002.

PINTO, A. C.; GUARIEIRO, L. L. N.; REZENDE, M. J. C.; RIBEIRO, N. M.; TORRES, E. A.; LOPES, W. A.; PEREIRA, P. A. P.; de ANDRADE, J. B. Biodiesel: an Overview. **Journal of Brazilian Chemical Society**, v. 16, p. 1313-1330, 2005.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Record, 2006. 451 p.

RAMOS, L. P. **Etanólise**. In: www.biodieselbr.com/colunistas/ramos/etanolise-19-01-09.htm. Último acesso em 01/09/2019.

RAMOS, T. C. P. M.; SOUZA, E. F.; PINA, C. C.; CAVALHEIRO, A. A.; FIORUCCI, A. R.; SILVA, M. S. Evaluation of Natural Antioxidants Action in Oxidative Stability of Commercial Biodiesel. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, v. 10, n. 1, p. 26-30, 2018.

SCHUCHARDT, U.; SHERCHELI, R.; VARGAS R. M. Transesterification of Vegetable Oils: a Review. **Journal of Brazilian Chemical Society**, v. 9, p. 199-210, 1998.

SILVA, W. L. G.; SOUZA, P. T.; SHIMAMOTO, G. G.; TUBINO, M. Separation of the Glycerol-Biodiesel Phases in an Ethyl Transesterification Synthetic Route Using Water. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 26, n. 9, p. 1745-1750, 2015.

SMITH, B. **Infrared Spectral Interpretation – Systematic approach**. CRC Press, USA, 1999.

SOUZA, E. F.; RAMOS, T. C. P. M.; SANTOS, M. N.; FERRAZ, J. R.; SILVA, M. S.; BATISTOTE, M.; FIORUCCI, A. R. Effect of the natural antioxidant eugenol on quality preservation of commercial biodiesels produced with soybean oil or waste frying oil during storage at different temperatures. **Ciência e Natura**, Santa Maria. v.40, e61, 2018a.

SOUZA, E. F.; RAMOS, T. C. P. M.; SIMIONATTO, E.; CAVALHEIRO, A. A.; FIORUCCI, A. R.; SILVA, M. S. Evaluating Antioxidant Eugenol on Oxidation Stability of Biodiesel Synthesized from Used Frying Oil. **Orbital: The Electronic Journal Of Chemistry**. v.10, p.37-41, 2018b.

VAN GERPEN, J; SHANKS, B; PRUSZKO, R. Biodiesel Production Technology. **National Renewable Energy Laboratory**, Iowa State University - U.S. Department of Energy, 2004.

VERDUZCO, L. F. R. Density and viscosity of biodiesel as a function of temperature: Empirical models. **Renew and Sustainable Energy Reviews**. v. 19, p. 652-665, 2013.

WANG, J.-X., CHEN, K.-T., WU, J.-S., WANG, P.-H. HUANG, S.-T., CHEN, C.-C. Production of biodiesel through transesterification of soybean oil using lithium orthosilicate solid catalyst. **Fuel Processing Technology**, v. 104, p. 167-173, 2012.

YAAKOB, Z., MOHAMMAD, M., ALHERBAWI, M., ALAMC, Z. SOPIAN, K. Overview of the production of biodiesel from waste cooking oil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 18, p. 184-193, 2013.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alexandre Igor Azevedo Pereira - é Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa. Professor desde 2010 no Instituto Federal Goiano e desde 2012. Gerente de Pesquisa no Campus Urutaí. Orientador nos Programas de Mestrado em Proteção de Plantas (Campus Urutaí) e Olericultura (Campus Morrinhos) ambos do IF Goiano. Alexandre Igor atuou em 2014 como professor visitante no John Abbott College e na McGill University em Montreal (Canadá) em projetos de Pesquisa Aplicada. Se comunica em Português, Inglês e Francês. Trabalhou no Ministério da Educação (Brasília) como assessor técnico dos Institutos Federais em ações envolvendo políticas públicas para capacitação de servidores federais brasileiros na Finlândia, Inglaterra, Alemanha e Canadá. Atualmente, desenvolve projetos de Pesquisa Básica e Aplicada com agroindústrias e propriedades agrícolas situadas no estado de Goiás nas áreas de Entomologia, Controle Biológico, Manejo Integrado de Pragas, Amostragem, Fitotecnia e Fitossanidade de plantas cultivadas no bioma Cerrado.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acetilcolinesterase 185, 187, 190, 192
Adsorção 22, 23, 24, 25, 26, 79, 81, 82, 88, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111
Algoritmo exato 213
Análise estatística 87, 88, 90
Análise química 9
Antioxidante 27, 29, 31, 32, 33, 36, 37, 55, 72, 93, 94, 96, 98, 159, 185, 187, 189, 191, 192, 193
Astrobiologia 40, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
Astronomia 40, 42, 43, 45, 46, 51, 135
Automedicação 136, 137, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148
Azo-composto 66, 74

B

Biocoagulantes 226, 227, 229
Biocombustível 53, 54, 61, 75, 76, 77
Biodiesel 8, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 84, 85, 86, 178, 182, 183
Biohidrogel 158, 159, 160, 161
Biossurfactante 176, 179, 180, 181, 182, 183

C

Cádmio 22, 23, 25
Caixeiro viajante 213, 214, 215
Carboximetilação 22, 23
Catálise 53, 55, 56, 62, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 84
Combustível alternativo 54, 149
Composição centesimal 94, 95, 98
Constituintes químicos e bioquímicos 94
Contextualização 136, 137, 138, 139, 147, 148
Curso de extensão 40, 46

E

Eletrólise da água 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157
Emulsões 87, 88, 89, 90, 91, 159
Encapsulamento 20, 87
Energia limpa e renovável 149
Ensino-aprendizagem 113, 116, 121, 137, 138, 145, 224, 243
Ensino de química 1, 122, 136, 137, 138, 139, 141, 143, 145, 147, 148, 242, 243
Ensino fundamental I 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121
Epicarpo de uva 100
Estabilidade oxidativa 27, 28, 31, 32, 36, 37
Estimação 232, 235, 236, 237, 238, 239, 240

F

Física 44, 47, 69, 88, 122, 135, 193, 206, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 245
Físico-química 1, 3, 21, 88, 228
Fitoquímicos 95, 98, 185, 186, 187, 188, 189
Folhas de jambo 185, 188, 191, 192, 193
Fontes alternativas 150, 176, 181
Formação de professores 40
Fungicida 65, 66, 69, 73

G

Granitoides 164, 165, 166, 168, 170, 173
Granito santo ferreira 164, 165, 166, 167, 169, 171

H

Hidrogênio 7, 24, 69, 110, 145, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 244

I

Interdisciplinaridade 42, 51, 136, 137, 139, 143, 145, 146, 210, 218, 219, 221, 222, 223, 224, 225

J

Júpiter 124, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 134, 135

L

Leucogranitos 164
Licopeno 17, 18, 19, 20
Longa dependência 232, 233, 235
Ludicidade 113, 114, 115, 116, 121, 122

M

Magnetometria 124, 125, 126, 128, 129
Materiais alternativos 242, 243, 245
Material didático digital 1, 3, 7
Matéria orgânica 80, 194, 195, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 227
Medicina nuclear 206, 207, 208, 210, 211
Microcápsulas 17, 18, 19, 20
Mistura de álcoois 53, 56
Multiconhecimento 218

N

Nanoemulsão 158, 160, 161, 162

O

Óleo de soja 28, 53, 56, 58, 59, 60, 62, 75, 76, 79, 82, 83, 180, 181, 182
Óleo de urucum 158, 159, 162

P

Perda de solo 194, 195, 200, 201
Petrografia 164, 166, 170
Pinhão-manso 27, 28, 30, 37
Planetário 40, 46, 51
Práticas de química orgânica 62, 242, 243
Processos arfima 232
Propriedades físico-químicas 53, 61

Q

Quitosana 22, 23, 24, 25, 26, 87, 88, 89, 90, 91, 162, 226, 227, 228, 229, 230

R

Raio-x 9, 11, 14
Rancimat 27, 28, 31, 38
Remoção de cor 100, 105, 106, 107, 108, 226
Reprodutibilidade 206, 207, 208, 211
Roteirização 213, 214, 215, 217

S

Simulações de monte carlo 232, 236
Sistema júpiter 124, 127, 129
Solo 9, 11, 12, 15, 184, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204
Solução aquosa 29, 100, 105, 106, 111, 189
Sonda gama 206, 207, 208, 209, 210, 211
Stevia rebaudiana 93, 94, 95, 96, 99

T

Tensão superficial 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 176, 177, 179, 180, 181, 182
Tipo de álcool 56, 57, 76
Tolerância à perda 194, 196
Tratamento de águas 101, 226, 227

