

**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 Internazionale delle Figlie di 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 BIOSURFACTANTE COM O USO DE POLISSACARÍDEO NATURAL E GLICERINA COMO FONTES DE CARBONO ALTERNATIVAS

Ana Luiza Beserra da Silva
Katiany do Vale Abreu
Liang 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

ESTUDO DA AÇÃO CATALÍTICA DO COBRE II VIA CATÁLISE HOMOGÊNEA E HETEROGÊNEA EM PROCESSOS DE TRANSESTERIFICAÇÃO PARA A SÍNTESE DE BIODIESEL

Data de aceite: 29/11/2019

Igor Silva de Sá

Universidade Estadual Paulista - IBILCE,
PPGECA.

São José do Rio Preto - SP. E-mail: Saigors@outlook.com

Danielly Nascimento Morais

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

Graciele Vieira Barbosa

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul,
CDTEQ.
Naviraí – MS. E-mail: grace.navi.21@gmail.com

Eliane Kujat Fischer

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

Eduardo Felipe De Carli

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul,
CDTEQ.
Naviraí – MS. E-mail: eduardo.decarli@hotmail.com

Alberto Adriano Cavalheiro

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

RESUMO: O biodiesel é um biocombustível versátil, pois substitui o diesel usado tanto em

motores estacionários como em motores de veículos de transporte. Ele pode ser obtido por transesterificação de óleos vegetais principalmente e deve atender às especificações rigorosas. Por isso, pesquisas com diversos catalisadores homogêneos e heterogêneos visam melhorar a qualidade do produto final, bem como de seu principal subproduto, a glicerina, como forma de tornar o processo mais viável economicamente. Deste modo, a busca por novos catalisadores vem se acentuando e os íons e óxidos de metais de transição exibem grande potencial para substituir os ácidos e bases fortes atualmente usadas. O acetato de cobre II ou mesmo o óxido de cobre II podem ser usados para esta finalidade, pois possuem características químicas que interferem na estabilidade da função éster dos triacilgliceróis do óleo. Mas, diferentes fatores podem afetar a eficiência deste novo catalisador, requerendo vários tipos de estudos iniciais utilizando a rota metálica para comparação. Neste trabalho, foi proposto investigar o íon cobre II e seu óxido como catalisadores para transesterificação de óleo de soja via rota metálica. Para isso, utilizou uma condição experimental que permitisse as reações de transesterificação catalisada pelo o íon cobre II solúvel em metanol e pelo óxido sólido deste metal via heterogênea. Os resultados são apresentados de forma preliminar e abre a perspectiva de uso deste

tipo de catalisador.

PALAVRAS-CHAVE: Óleo de soja, Catálise, Tipo de álcool, Biocombustível.

CATALYTIC ACTION OF COPPER II VIA HOMOGENEOUS AND HETEROGENEOUS CATALYSIS IN TRANSESTERIFICATION PROCESSES FOR BIODIESEL SYNTHESIS

ABSTRACT: Biodiesel is a versatile biofuel as it replaces diesel used in both stationary engines and in transport vehicle engines. It can be obtained by transesterification of vegetable oils mainly and must meet strict specifications. Therefore, research with several homogeneous and heterogeneous catalysts aims to improve the quality of the final product as well as its main byproduct, glycerin, as a way to make the process more economically viable. Thus, the search for new catalysts has been increasing and the transition metal ions and oxides have great potential to replace the currently used strong acids and bases. Copper II acetate salt or even copper II oxide may be used for this purpose because they have chemical characteristics that interfere with the stability of the ester function in the triacylglycerol molecule present in the vegetable oil. But, different factors may affect the efficiency of this new catalyst, requiring several types of initial studies using the methyl route for comparison. In this work, it was proposed to investigate copper II ion and its oxide as catalysts for transesterification of soybean oil via methyl route. For this, it used an experimental condition that could allow the transesterification reactions homogeneously catalyzed by copper ion II soluble in methanol and also by solid oxide of this metal via heterogeneous catalysis. The results are presented in preliminary way and open the perspective of using this type of catalyst.

KEYWORDS: Soybean oil, Catalysis, Alcohol type, Biofuel.

1 | INTRODUÇÃO

Por mais que os problemas ambientais tenham se acumulado desde que houvesse um consenso na utilização de combustíveis fósseis, onde se configuravam como o maior dos problemas, suprir a demanda energética com combustíveis alternativos ainda é um grande desafio, pois a cadeia produtiva e o parque industrial instalado tardarão em muito a serem atualizados e continuarão a demandar investimentos por um longo período (KARYTSAS & CHOROPANITIS, 2017).

Assim a diversificação da matriz energética tem principais fatores de indução, a perspectiva de aumento de custo com a proximidade da exaustão das reservas de combustíveis fósseis e os impactos ambientais negativos destes combustíveis, pois liberam carbono para o ciclo do carbono no planeta, sendo que uma parte deste carbono acaba na forma de dióxido de carbono na atmosfera e desequilibra o efeito estufa. A substituição dos combustíveis fósseis por biocombustíveis, torna a obtenção de energia sustentável, pois o carbono liberado na queima dos biocombustíveis já é

contabilizado no ciclo de carbono (VAN GERPEN et al., 2004; FIVGA et al., 2019).

Qualquer material biológico obtido em escala comercial com o objetivo de aproveitar seu poder calorífico em motores de combustão interna é *denominado* biocombustível. Mas, o biodiesel é um tipo versátil de biocombustível, pois supre boa demanda de combustível para meios de transporte pesado, como para trens, caminhões e navios, como também para geração de energia elétrica em termoelétricas, por isso vem recebendo cada vez mais atenção nas pesquisas de qualidade e redução dos custos de produção (PIÁ, 2002; PINTO et al., 2005).

As primeiras pesquisas com biodiesel datam do início do século XX, depois que o engenheiro alemão Rudolf Diesel demonstrou em 1900 o uso de óleo vegetal em um motor de compressão. No entanto, o uso contínuo deste tipo de óleo levava à formação de carbono na câmara de combustão, reduzindo drasticamente a vida útil do motor. Converter óleo vegetal em biodiesel então constituiu-se a solução para este problema, dando início às pesquisas sobre os processos de conversão (SCHUCHARDT et al, 1998; MARTINS, 2011).

Os triacilgliceróis possuem altas viscosidades, mas sua transesterificação por alcoólise substitui o glicerol por um *álcool* de cadeia pequena, gerando um alquiléster de menor viscosidade. A rota metílica catalisada homogeneamente por *ácidos e bases fortes* foi o ponto de partida para este tipo de reação, mas o biodiesel pode ser um alquiléster produzido por transesterificação de qualquer fonte graxa empregando álcoois e qualquer tipo de catalisador, desde que atenda às especificações das agências reguladoras de combustíveis, como ANP (2019) no Brasil. Cada país tem políticas de incentivos regidas por fatores ambientais, econômicos e sociais (MA & HANNA, 1999; CORONADO et al.; 2009; SOUZA et al., 2018a).

Os catalisadores homogêneos compostos por ácidos ou bases fortes tem a desvantagem de corroer os componentes do reator de biodiesel, além de gerarem mais resíduos e subprodutos de pior qualidade, como glicerol que tem forte demanda na indústria de cosméticos. Apesar de requerer temperatura mais alta e ser mais dependente da acidez do álcool, favorecendo a utilização de rota metílica, o uso de catalisadores heterogêneos requer menos etapas de purificação e *não* corroem os componentes do reator, além de serem de fácil separação (KUCEK et al., 2007; FAZAL et al., 2010).

Dentro deste contexto, processos de transesterificação utilizando outros catalisadores homogêneos alternativos e também catalisadores heterogêneos começaram a ser testados com grande frequência. Em geral, as reações de transesterificação através de catálise heterogênea exigem mais tempo de reação, vigor da mistura para garantir que a composição em todo o reator seja essencialmente constante e temperaturas maiores, para maior rendimento do processo. Deste modo os óxidos de metais alcalinos e alcalinos terrosos podem ser usados, mas podem

levar a sorção de dióxido de carbono e água, formando hidróxido e carbonato nos sítios ativos, inutilizando o catalisador (SREEPRASANTH et al., 2006; WANG et al., 2013).

Atualmente, vários materiais sólidos têm sido testados para catálise heterogênea na síntese de biodiesel. As matrizes de óxidos metálicos criam sítios básicos muito mais efetivos que qualquer metal alcalino, mas o aumento da basicidade da superfície acelera a carbonatação do catalisador, que é o envenenamento mais danoso devido à estabilidade térmica de carbonatos até altíssimas temperaturas (WANG et al., 2013; CASTRO et al., 2013).

O íon cobre II influencia na função éster dos triacilgliceróis do óleo e ainda é solúvel na forma de acetato, tendo a vantagem de ser muito pouco solúvel em glicerol (LIDE, 2007). Alguns estudos relatam o efeito de espécies químicas de cobre II no biodiesel, mostrando sua capacidade de reagir com oxigênio e resultar em *óxido ou carbonato de cobre II*. Em amostras de biodiesel, o óxido de cobre II induziu a formação de ácidos graxos (MANKOWSKI et al., 1997; GIL & LEYGRAF, 2007; TSUCHIYA et al., 2016).

Este efeito estudado para o íon cobre como impureza é válido para esta mesma espécie como catalisador, em especial a sua capacidade de afetar a estabilidade química da função éster somente em presença de água. Com isso ocorre a formação de hidróxidos de cobre II e depois carboxilatos de cobre II, pois estas reações são autocatalisadas na superfície do óxido de cobre II (PERSSON & LEYGRAF, 1985). Mecanismos similares ao do íon cobre II foram observados para o íon zinco II em associação ao seu óxido ZnO, mas outros mecanismos complexos ocorrem para os íons alumínio e ferro III. Por este motivo hidrotalcitas modificadas com alumínio e ferro III são pesquisadas para este propósito, devido a grande porosidade e área específica e a atividade de seus hidróxidos (SÁ et al., 2018; BARBOSA et al., 2018).

Como diferentes fatores podem afetar os processos de oxidação do biodiesel, como índices de acidez, aumento da quantidade de água, e a presença de ácidos graxos livres e outros produtos oxidados, a catálise utilizando íon cobre II pode resolver alguns destes aspectos. Isso porque este íon ou sua forma sólida de óxido de cobre II são facilmente separados por filtração, arrastando também todo o excesso de água do biodiesel final. Como o uso deste tipo de catalisador está em fase inicial, a rota metálica é a mais apropriada (HASEEB et al., 2010; RAMOS et al., 2018; SOUZA et al., 2018b).

2 | METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Para a investigação das potencialidades do íon cobre II, na forma de acetato de cobre II, como catalisador homogêneo e do óxido de cobre II como catalisador

heterogêneo, foram preparadas diferentes amostras de biodiesel utilizando metanol como álcool substituinte do glicerol presente no óleo vegetal refinado de soja. Para a catálise homogênea com íon cobre II, 2,0 g do sal de acetato de cobre II monohidratado $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Dinâmica - 98 %), foram dissolvidos em 60 mL de metanol (VETEC), para transesterificação de um volume total de 100 mL de óleo de soja refinado.

Para a catálise heterogênea com óxido de cobre II (CuO), o sal de acetato de cobre II monohidratado $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (Dinâmica - 98 %), foi calcinado sucessivamente a 250, 450 e 550°C por 2 horas em cada patamar de temperatura. Para minimizar a perda de área de superfície durante a calcinação, o tempo de 2 horas foi dividido em duas partes (de 1 em 1 hora), com trituração em almofariz.

A decomposição do sal precursor de acetato de cobre II monohidratado foi monitorada por análise termogravimétrica em um equipamento da TA Instruments, módulo TGA-Q50 com razão de aquecimento de 10°C min⁻¹ e fluxo de ar sintético. A variação da área específica e porosidade foram determinadas pelo método BET (MARSH & RAND, 1970) e BJH (LANDERS et al., 2013), respectivamente, a partir das isotermas de adsorção e dessorção de N₂ a 77 K em um equipamento da Micromeritics, modelo ASAP 2010.

A formação do óxido de cobre II foi monitorada por difração de raios-X dos intermediários calcinados em cada patamar de temperatura utilizando um equipamento Rigaku, modelo D/MAX-2100/PC, operando com radiação K α Cu filtrada com ferro e goniômetro vertical em modo 2 θ / θ de 10 a 80 °(2 θ). A identificação de fases foi feita utilizando o banco de dados de difração JCPDS (2003) através do software Crystallographica Search-Match, V. 2.1.1.1.

Ao final do processo de obtenção deste óxido, também foi utilizada a massa de 2,0 g deste catalisador heterogêneo para os mesmos volumes de álcool de reação e óleo. Em ambos os testes catalíticos foi utilizada a agitação mecânica com rotação de 1250 RPM e uma temperatura reacional de 85°C. Estas condições experimentais foram mantidas durante 4 horas para obtenção das amostras de alquiléster pelas reações de transesterificação catalisada.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, encontram-se os eventos e as porcentagens de perda de massa observadas durante a decomposição do acetato de cobre monohidratado. Todos os resultados foram interpretados segundo fundamentação da literatura (IONASHIRO, 1985; LIDE, 2007). Observa-se que a desidratação do sal ocorre em torno de 128°C e pico de temperatura de combustão do acetato ocorre em 270°C. Estes dois eventos compreendem toda a perda de massa ocorrida na amostra, mas há um ligeiro ganho

de massa partir da combustão do acetato. Este ganho de massa é associado a redução do cobre II a cobre I com matéria orgânica em decomposição, formando óxido de cobre I, que é reversível em temperatura mais alta e atmosfera oxidante, como observado pelo ganho de massa até 550°C.

Deste modo, a primeira etapa de calcinação executada na temperatura de 250°C por 2 horas com trituração é capaz de promover a total desidratação do sal precursor e o início da decomposição do acetato. Já segunda etapa de decomposição em 450°C por 2 horas também com trituração é capaz de promover a total decomposição do acetato e um ligeiro ganho de massa para a oxidação do óxido de cobre I a óxido de cobre II. Por fim, na terceira etapa de decomposição em 550°C com trituração, o material está como óxido de cobre II estável ao longo da temperatura até 800°C.

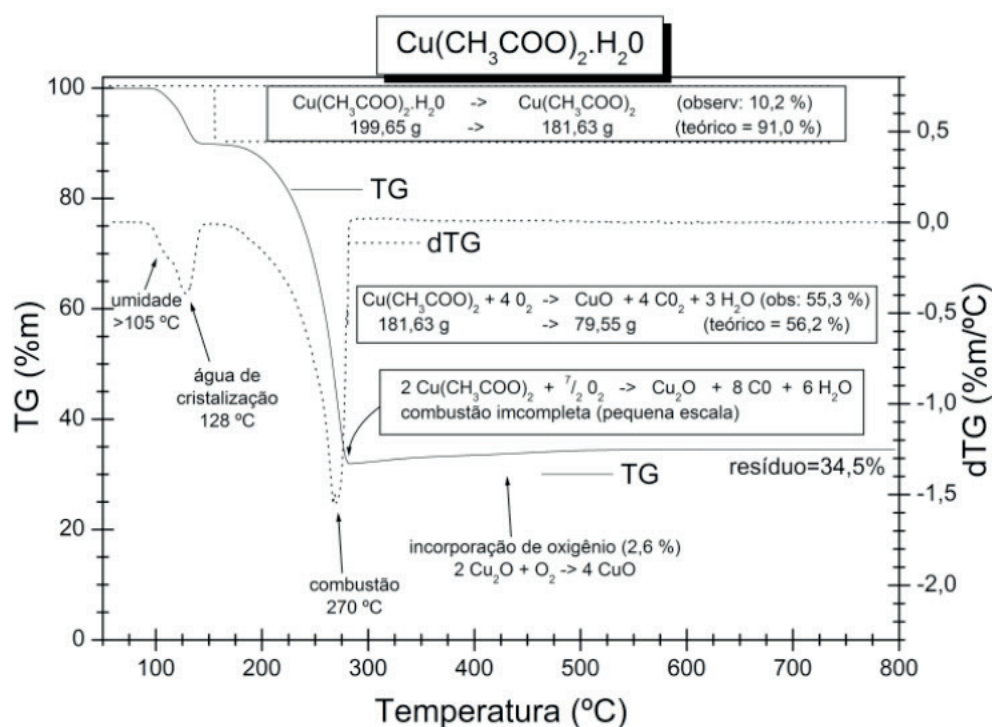


Figura 1: Análise Termogravimétrica (TG e DTG) do acetato de cobre II monohidratado.

Os materiais obtidos em cada temperatura de calcinação foram caracterizados por difração de raios-X e são mostrados na Figura 2. A identificação de fases com base no banco de dados JCPDS permitiu concluir que o padrão de difração da amostra obtida a 250°C apresenta picos associados fase monoclinica de acetato de cobre II anidro com pequenos picos da fase cúbica cuprita e da fase monoclinica da tenorita. Na temperatura de 450°C, onde os hidratos e o acetato já estão decompostos, há predominância da fase tenorita com quantidade consideráveis de fase cuprita, que desaparece completamente na temperatura de 550°C.

Na Figura 3 é mostrada a variação de cores dos pós com a sequência de calcinação a partir do sal de acetato de cobre II monohidratado (Fig. 3.a). Observa-se pela cor do pó obtido na calcinação a 250°C (Fig. 3.b) que há esmaecimento da

cor azul do acetato de cobre monohidratado e ganho de um tom marrom, devido à presença das fases cuprita (vermelha) e tenorita (preta). Esta coloração marrom é bem nítida se for observada a cor do pó obtido por calcinação a 450°C (Fig. 3.c), onde há a mistura de cuprita e tenorita, de acordo com os padrões de difração de raios-X. A obtenção da fase única de tenorita CuO, de cor preta foi possível pela calcinação do pó na temperatura de 550°C (Fig. 3.d), como evidenciado por difração de raios-X.

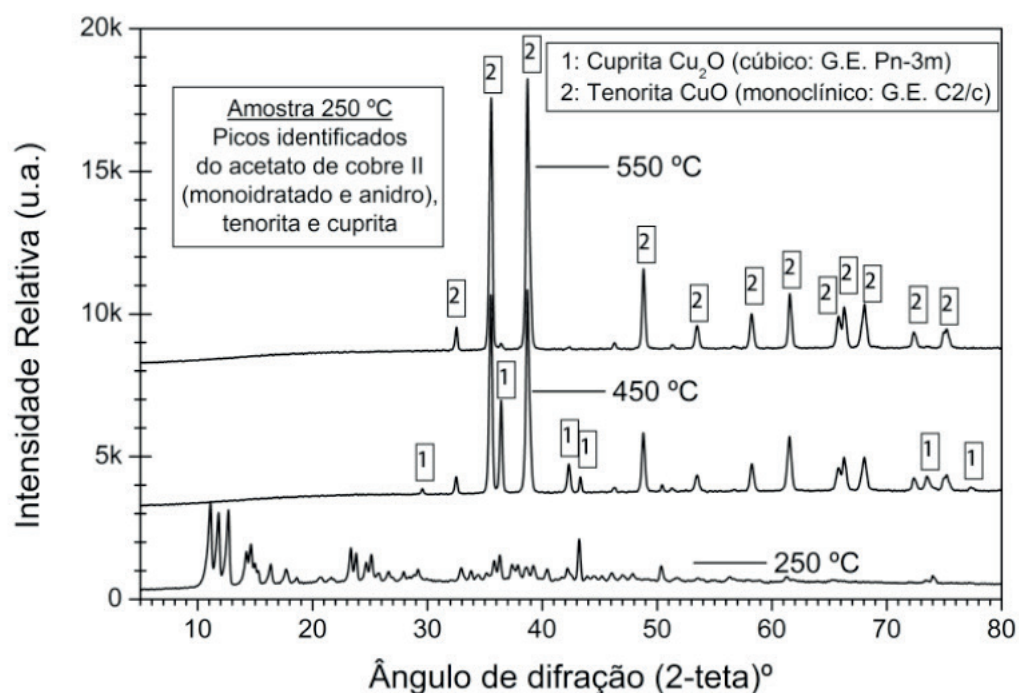


Figura 2: Difratoograma de raios-X para o acetato de cobre II calcinado a 250, 450 e 550°C.

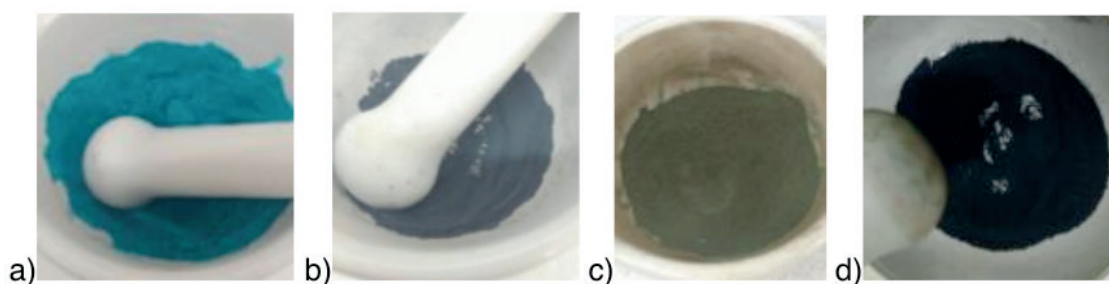


Figura 3: Sequência de calcinação do acetato de cobre II monohidratado: a) reagente de partida triturado, b) pó calcinado a 250°C e triturado, c) pó calcinado a 450°C e triturado e d) pó calcinado a 550°C e triturado.

O processo de calcinação, entretanto, afeta a morfologia do material, um efeito que pode ser observado pelas isotermas de adsorção-dessorção de nitrogênio a 77 K e curvas de distribuição de tamanho de poros calculadas pelo modelo BJH. Estes resultados são mostrados na Figura 4 e pela queda de acentuada do volume de nitrogênio adsorvido comparando as amostras calcinadas a 450°C em relação à calcinada a 250°C. O processo de decomposição do acetato e a formação de uma

mistura de fases tenorita e cuprita leva o material a perder área específica e a pouca porosidade existente.

A amostra calcinada a 250°C se mostra altamente fragmentada, devido a isoterma entre os tipos II e III (Fig. 4.a), o que confere uma área específica BET de 24 m²/g. Justamente pelo fato da área específica ser originada da fragmentação de partículas, a porosidade se apresenta muito baixa, com um total de 0,095 cm³ g⁻¹, sendo todo este volume localizado em poros com diâmetro entre 10 e 60 nm, com máximo em torno de 20 nm (Fig. 4.b). Quando a temperatura sobe para 450°C, as partículas sintetizam significativamente e a área específica cai a 3 % da inicial (0,8 m²/g), desaparecendo totalmente os poucos poros existentes, a ponto de nem ser possível obter uma curva BJH de distribuição de poros.

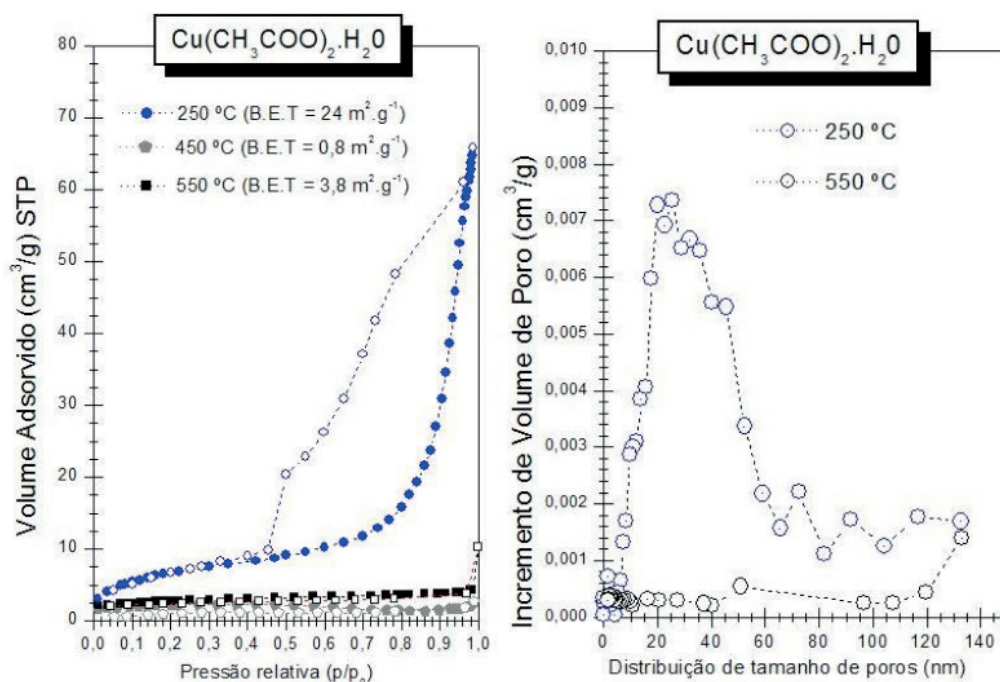


Figura 4: Análise de Adsorção e Dessorção de N₂ a 77 K para as amostras de acetato de cobre calcinadas a 250, 450 e 550°C: a) Isotermas e b) distribuição de tamanho de poros.

A formação de uma mistura de fases cuprita e tenorita parece ser caracterizada por uma região interfásica de íntimo contato, provocando a coalescência de partículas. Mas, a reincorporação de oxigênio durante a etapa de calcinação a 550°C com trituração, parece fragmentar o material a ponto de aumentar a área específica em quase 5 vezes (3,8 m²/g) e abrir uma pequena quantidade de grandes poros, com diâmetros acima de 100 nm, fazendo com que o volume total de poros fosse 12 % (0,012 cm³ g⁻¹) da amostra a 250°C.

Na Figura 5 são mostradas imagens do procedimento de transesterificação catalítica de óleo de soja refinado, com o aparato de síntese (Fig. 5.a) e as filtrações das misturas reacionais após catálise homogênea com íon cobre II e heterogênea usando óxido de cobre calcinado a 550°C. Na catálise homogênea (Fig. 5.b), parte

do acetato de cobre permanece no álcool e é removido somente por nova filtração após recuperação do álcool em rota-evaporador. Na catálise heterogênea, o óxido de cobre é facilmente filtrado das misturas de éster de alquila, metanol e óleo residuais (Fig. 5.c).

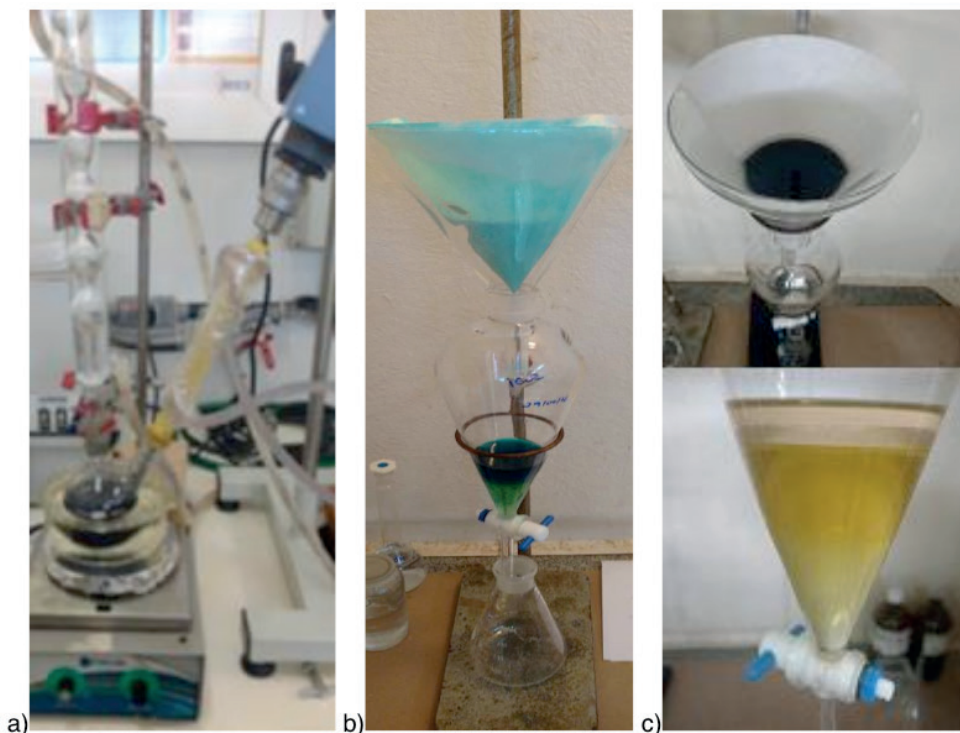


Figura 5: (a) Aparato de transesterificação catalítica de óleo vegetal a 80°C por 4 horas mediante agitação mecânica de 1250 RPM e imagens da filtração da mistura reacional catalisada homogeneamente com (b) acetato de cobre II monohidratado e (c) óxido de cobre II obtido a 550°C.

O aparato para os testes catalíticos, composto por um balão de fundo redondo de duas saídas em banho aquecido de glicerina. Na saída superior foi acoplado um condensador para refluxo do álcool e na saída lateral foi acoplada a haste de agitação, que também possui um condensador de plástico adaptado em torno da haste do agitador para o refluxo de álcool perdido na saída lateral.

A fração superiora foi então rotaevaporada e o produto isolado analisado por Cromatografia em Camada Delgada, de modo a se obter os fatores de retenção RF, mostrados na Tabela 1. Conclusivamente, o íon cobre II é capaz de catalisar a transesterificação do óleo de soja por rota metílica, mas o rendimento e a qualidade do éster de alquila formado precisarão ser mais bem estudados promovendo alterações das condições experimentais e comparando com catalisadores básicos convencionais. Por outro lado, a catálise heterogênea com óxido de cobre em qualquer das temperaturas de obtenção não resulta em formação de éster alquila em quantidades apreciáveis.

Amostra	RF do alquíéster	RF do óleo
Cu(Ac) ₂ .H ₂ O (homogênea)	0,72	0,65
C ₂ O + CuO a 450°C (heterogênea)	0,66	0,67
CuO a 550°C (heterogênea)	0,67	0,67

Tabela 1: Valores de RF para óleo e alquíéster para os dois testes catalíticos

RF = E1/E2, onde E1 é a eluição do soluto E2 é a eluição do solvente.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos resultados insatisfatórios para os testes de catálise heterogênea com os materiais estudados, este tipo de investigação não pode ser descartado de imediato. Isto porque é reconhecido que os catalisadores heterogêneos possuem sua eficiência fortemente dependente do grau de agitação e da temperatura e tempo reacional. Estes parâmetros podem ser estudados futuramente para maiores conclusões, pois a redução de custos e etapas e pureza dos subprodutos compensarão a maior temperatura ou tempo reacionais, principalmente quando considerada a escala industrial e a redução de várias operações unitárias no processo de obtenção.

5 | AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

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.

BARBOSA, G. V.; STROPA, J. M.; OLIVEIRA, L. C. S.; AMORES, R. A. C.; ZAGHETE, M. A.; LIMA, S. M.; CAVALHEIRO, A. A.; SILVA, R. C. L. Synthesis of Lamellar Structures of Magnesium (II), Aluminum (III) and Iron (III) Hydroxides Interchanged with Carbonate Ion through Precipitation in pH 11. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**. v. 10, p. 54-59, 2018.

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.

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.

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.
- GIL, H.; LEYGRAF, C.; Quantitative In Situ Analysis of Initial Atmospheric Corrosion of Copper Induced by Acetic Acid. **Journal of the Electrochemical Society**. V. 154, p. 272-278, 2007.
- HASEEB, A.; MASJUKI, H.; ANN, L.; FAZAL, M. Corrosion characteristics of copper and leaded bronze in palm biodiesel. **Fuel Processing Technology**. V. 91, p. 329-334, 2010.
- IONASHIRO, M. **Giolito Fundamentos de Termogravimetria a Análise Térmica Diferencial/ Calorimetria Exploratória Diferencial**. São Paulo-SP: Giz Ed., 2004.
- JCPDS - **Joint Committee on Powder Diffraction**. Standards/International Center for Diffraction Data. Powder Diffraction File, Pennsylvania, 2003.
- 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.
- 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.
- LANDERS, J.; GOR, G.Y.; NEIMARK, A.V. Density functional theory methods for characterization of porous materials. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, V. 437, p. 3-32, 2013.
- LIDE, D. R. **Handbook of Chemistry and Physics, 87th Edition**, Taylor and Francis, Boca Raton, FL, 2007.
- MA, F.; HANNA, M. A. Biodiesel production: a review. **Bioresource Technology**, V.70, p.1-15, 1999.
- MANKOWSKI, G.; DUTHIL, J.; GIUSTI, A. The pit morphology on copper in chloride- and sulphate-containing solutions. **Corrosion Science**. V. 39, n. 1, p. 27-42, 1997.
- MARSH, H.; RAND, B. Adverse criticism of the use of the t-plot to characterize microporosity, **Journal of Colloid and Interface Science**. V. 33, p. 478-479, 1970.
- MARTINS, J. **Motores de Combustão Interna**. Portugal: Publindustria, 2011.
- PERSSON, D.; LEYGRAF, C. Metal Carboxylate Formation during Indoor Atmospheric Corrosion of Cu, Zn, and Ni. **Journal of the Electrochemical Society**, V. 142, p. 1468-1477, 1985.
- 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.
- 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.
- SA, I. S.; KAWAHARA, C. K. C.; BARBOSA, G. V.; SOUZA, E. F.; RAMOS, T. C. P. M.; AMORESI, R. A. C.; SILVA, M. S.; CAVALHEIRO, A. A. The Effect of Iron (III) Co-Insertion in Magnesium-Aluminum Hydrotalcites Obtained by Precipitation Method at pH 11. **Materials Science Forum**. V. 930, p.32-36,

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.

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, n. 61, 2018b.

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, 2018a.

SREEPRASANTH, P. S.; SRIVASTAVA, R.; SRINIVAS, D.; RATNASAMY, P. Hydrophobic, solid acid catalysts for production of biofuels and lubricants. **Applied Catalysis A: General**, V. 314, n. 2, p.148-159, 2006.

TSUCHIYA, T.; SHIOTANI, H.; GOTO, S.; SUGIYAMA, G.; MAEDA, A.; Japanese Standards for Diesel Fuel Containing 5% FAME: Investigation of Acid Generation in FAME Blended Diesel Fuels and Its Impact on Corrosion. **SAE Technical Paper**, n. 2006-01-3303, 2016.

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

WANG, B.; LI, S.; TIAN, S.; FENG, R.; MENG, Y. A new solid base catalyst for the transesterification of rapeseed oil to biodiesel with methanol. **Fuel**, V. 104, p. 698-703, 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

