

**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 Pietrobon – 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 BISSURFACTANTE 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

CINÉTICA DO RETARDAMENTO DA OXIDAÇÃO DO BIODIESEL DE ÓLEO DE PINHÃO MANSO PELA AÇÃO DA CURCUMINA COMO ANTIOXIDANTE

Data de aceite: 29/11/2019

Adriano Gomes de Castro

Universidade Federal do Piauí, Departamento de Química, Teresina- PI

Carla Verônica Rodarte de Moura

Universidade Federal do Piauí, Departamento de Química, Teresina- PI

Edmilson Miranda de Moura

Universidade Federal do Piauí, Departamento de Química, Teresina- PI

Barbara Cristina da Silva

Universidade Federal do Piauí, Departamento de Química, Teresina- PI

Leanne Silva de Sousa

Instituto Federal do Piauí, Campos Valença, Valença- PI

Juracir Francisco de Brito

Universidade Federal do Piauí, Departamento de Química, Teresina- PI

Darlisson Slag Neri Silva

Universidade Federal do Piauí, Departamento de Química, Teresina- PI

Francisco Cardoso Figueiredo

Universidade Federal do Piauí, Colégio Técnico de Teresina, Teresina- PI

RESUMO: Biodieseis são facilmente oxidados pelo oxigênio atmosférico, por temperaturas elevadas, umidade e luz, isso devido à presença de insaturações nas cadeias carbônicas dos

ésteres que o compõem, afetando diretamente em sua estabilidade oxidativa, que é uma característica que está relacionada ao seu uso e armazenamento. Com isso torna-se necessário a adição de anti-oxidantes que inibem a oxidação. É interessante melhorar a qualidade do biodiesel referente à estabilidade oxidativa, utilizando aditivos antioxidantes naturais como o a curcumina. Com isso, pretende-se avaliar o potencial antioxidante da curcumina através de análises de estabilidade oxidativa, pelo método rancimat, do biodiesel de óleo de pinhão manso. Também pretende-se avaliar a cinética de oxidação desse biodiesel, pela adição de curcumina como aditivos antioxidantes, bem como uma possível validade do biodiesel, com relação a oxidação, em temperatura ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: pinhão-manso, estabilidade oxidativa, biodiesel, rancimat.

KINESE OF DELAY OF PINHÃO OIL BIODIESEL OXIDATION BY CURCUMINE ACTION AS ANTIOXIDANT

ABSTRACT: Biodiesels are easily oxidized by atmospheric oxygen, high temperatures, humidity and light. Due to the presence of unsaturated carbon chains of the esters that compose it, directly affecting its oxidative stability, which is a feature that is related to its use and storage. Thus, it is necessary to add

antioxidants that inhibit oxidation. It is interesting to improve the quality of biodiesel regarding oxidative stability using natural antioxidant additives such as curcumin. Thus, it is intended to evaluate the antioxidant potential of curcumin through rancimat oxidation stability analysis of jatropha oil biodiesel. It is also intended to evaluate the oxidation kinetics of this biodiesel by the addition of curcumin as antioxidant additives, as well as a possible validity of biodiesel with respect to oxidation at room temperature. **KEYWORDS:** *Jatropha curcas*, oxidative stability, biodiesel, rancimat.

1 | INTRODUÇÃO

É grande a busca por fontes renováveis de energia para a produção de combustíveis, onde se destacam o etanol, o biogás (metano), e os ésteres metílicos de ácidos graxos, o biodiesel, oriundo de óleos vegetais ou gorduras animais (MOURA et al., 2010). No entanto devido à sua baixa estabilidade oxidativa é necessária muitas vezes a adição de antioxidantes (ISSARIYAKUL; DACAI, 2014).

Um aspecto importante, com relação à qualidade do biodiesel, está relacionado à estabilidade durante o armazenamento. O biodiesel é relativamente instável durante o armazenamento, uma vez que ele é lentamente oxidado pelo oxigênio atmosférico, sendo também afetado por elevadas temperaturas, umidade e luz (JAKERIA et al., 2014). A velocidade da oxidação dos ácidos graxos é relativa não somente ao número de duplas ligações na cadeia carbônica dos ácidos graxos, mas também à localização das insaturações. Em particular, os sítios bis-alílicos são mais reativos para formação de radicais livres, eles reagem diretamente com o oxigênio para formar peróxidos que ocasionam instabilidade do biodiesel (MACHADO et al., 2013).

No Brasil, cerca de 80% da produção de biodiesel é realizada utilizando óleo de soja que é composto em sua maioria por ácidos graxos que contêm duplas e triplas ligações, os ácidos linoleico e linolênico (PARENTE, 2003). Embora o biodiesel de soja seja uma alternativa bastante atrativa, ele tem a desvantagem de ser susceptível à oxidação quando estocado por longos períodos.

Como alternativa ao biodiesel de soja, pode ser utilizado o biodiesel de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) que é uma planta pertencente à família das Euforbiáceas, a mesma família a qual pertence a mandioca e a mamona, sendo a mesma nativa do Brasil. As pesquisas envolvendo o pinhão-mansão ainda são bastante restritas, pois existem poucos resultados na área de pesquisa científica que estão relacionados a essa espécie (OLIVEIRA, 2010).

O óleo do pinhão-mansão possui elevado teor de ácido oleico, que possui apenas uma dupla ligação presente na cadeia, com isso, não há a elevada disponibilidade de sítios ativos para a ocorrência da oxidação. O processo oxidativo pode ser

retardado quando se minimiza as condições que favorecem a iniciação das reações de oxidação ou pela adição de antioxidantes (KREIVAITIS et al, 2013).

Antioxidantes sintéticos podem ser utilizados para a prevenção das reações de oxidação no biodiesel e em outros combustíveis. Alguns antioxidantes naturais como os tocoferóis, ácido ascórbico, carotenoides e flavonóides têm sido usados também para esse fim e esses são antioxidantes naturais e não tóxicos (DAS et al, 2009). Observando as desvantagens do uso de antioxidantes sintéticos, pesquisas têm sido feitas no intuito de se encontrar cada vez mais antioxidantes naturais que desempenhem o mesmo papel dos sintéticos.

A origem da planta *Curcuma longa* L., que pertence à família Zingiberaceae é a Índia. A planta é distribuída pelas regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo amplamente cultivado em países do sudeste asiático. Quimicamente, a curcumina é denominada de acordo com a IUPAC de (1E,6E)-1,7-bis (4-hydroxy-3-methoxyphenyl) -1,6-heptadiene-3,5-dione. Ela foi isolada pela primeira vez em 1815 do rizoma da planta *Curcuma longa* L., e obtida em forma cristalina em 1870. A curcumina é um pó amarelo alaranjado, solúvel em óleo, pouquíssimo solúvel em água em pH ácido e neutro, e solúvel em solução aquosa alcalina, etanol e acetona. A solubilidade em água é muito baixa em pH<7,5 obtendo-se soluções de cor amarela. Em pH> 7,5, a cor muda para vermelho (GOEL et al., 2008).

Vários estudos demonstraram seus efeitos benéficos no tratamento de várias patologias, tais como: doenças biliares (NIEDERAU e GOPFERT, 1999), diabetes (SRIVIVASAN et al., 2003), câncer (AGGARWAL et al., 2003; YOUSSEF et al., 2004), mal de Alzheimer (RINGMAN et al., 2005). Apresenta ainda propriedades: antiinflamatória (BALASUBBRANYAM et al., 2003), antiparasitária (PEREZ-ARRIAGA et al., 2006) e antioxidante (SCARTEZZINI; SPERONI, 2000).

Quanto à ação antioxidante, a curcumina impede a peroxidação lipídica, atuando, portanto, na proteção de biomoléculas, incluindo também o DNA, em relação a danos oxidativos. Alguns estudos revelaram que a tetrahidrocurcumina é tão eficiente quanto à curcumina em relação à sua capacidade antioxidante e na prevenção do câncer (SOMPARN et al., 2007). Estudos mostraram que a curcumina apresenta um efeito antioxidante muito eficaz. O seu efeito antioxidante foi oito vezes maior que a vitamina E e foi significativamente mais eficaz na prevenção da formação de peróxido lipídicos do que o antioxidante sintético BHT (MAJEED et al., 2000).

Tendo em vista a problemática relativa a baixa estabilidade do biodiesel, esse trabalho tem como objetivo estudar a ação da curcumina como aditivo antioxidante em biodiesel de óleo de pinhão manso, bem como a cinética de retardamento da oxidação do biodiesel de óleo de pinhão manso pela presença de curcumina como antioxidante.

2 | PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Reagentes e solventes

Todos os reagentes e solventes usados nesse trabalho foram de grau analítico. O hidróxido de sódio, sulfato de sódio anidro, ácido fosfórico, álcool metílico e hexano foram adquiridos da Vetec. A curcumina foi adquirida da sigma-aldrich. A água utilizada foi água ultrapura com condutividade de 18,2 MΩ de um sistema de purificação de água da millpore Co., USA.

2.2 Extração do óleo de pinhão manso

A extração do óleo de pinhão-manso foi realizada utilizando o método Soxhlet de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (LUTZ, 2008). O óleo extraído foi degomado usando-se H_3PO_4 . Para isso o óleo foi aquecidos a uma temperatura em torno de 60°C, adicionando-se após o aquecimento 0,1% de H_3PO_4 (ácido fosfórico), de acordo com a massa de óleo utilizada, e solução de NaOH (hidróxido de sódio) a 8%, quantidade necessária para neutralizar 70 a 90% do ácido que foi adicionado. Foi acrescentado 2% de água aquecida a 70 °C, para a formação das primeiras gomas, sendo posteriormente o sistema agitado por 30 minutos. Centrifugou-se os óleos, retirando a goma restante. Agitou-se por mais 30 minutos após o acréscimo de sulfato de sódio anidro para uma posterior filtração.

2.3 Síntese do biodiesel

O biodiesel foi produzido a partir do óleo vegetal de pinhão-manso. A reação de transesterificação foi realizada em duas etapas: I - Na primeira adicionou-se 16% de metanol e 0,56% de NaOH (catalizador). A reação foi realizada à temperatura de aproximadamente 60 °C por 1 hora, sob refluxo. Após a reação os produtos obtidos foram colocados em um funil de separação até que as duas fases se definissem. Descartou-se a fase inferior (óleo não transesterificado e glicerina) e como a fase superior foi iniciada a segunda etapa da síntese. II – A fase superior foi colocada para reagir com mais 4,0% m/m de metanol (em relação ao óleo) e 0,14% m/m do NaOH (em relação ao óleo) na temperatura de aproximadamente 60 °C por mais 1 hora, sob refluxo. Após a segunda etapa, os produtos foram colocados num funil de decantação até que as duas fases se separassem. A fase inferior (glicerina) foi descartada e a fase superior foi lavada com cinco porções de 100 mL de água destilada aquecida a 60 °C para a retirada das impurezas (metanol e catalisador). Em seguida, aqueceu-se o biodiesel a 100 °C por uma hora para a retirada da umidade e secou-se o mesmo em sulfato de sódio anidro.

2.4 Estudo da estabilidade oxidativa

O estudo da estabilidade oxidativa do biodiesel foi conduzido em aparelho Rancimat 873 da Metrohm de acordo com o método EN 14112. Esse método consiste em utilizar 3 gramas de amostra de biodiesel que são aquecidos nas temperaturas de 100, 110, 120 e 130 °C sob um fluxo de ar de 10 L h⁻¹.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ação antioxidante da curcumina

A fim de verificar a ação antioxidante da curcumina fez-se a análise da estabilidade oxidativa do biodiesel de óleo de pinhão manso utilizando o método Rancimat. Os resultados foram obtidos da média da duplicata das análises e são apresentados na Tabela 01. Para esse estudo foram usadas três concentrações de curcumina 0,012, 0,050 e 0,100% em massa de curcumina em relação a massa de biodiesel.

Concentração de curcumina (% em massa)	Período de indução (hora)
0,000	4,34 ± 0,34
0,012	6,89 ± 0,04
0,050	9,10 ± 0,06
0,100	11,38 ± 0,03

Tabela 01: Resultados da estabilidade oxidativa do biodiesel de óleo de pinhão manso em diferentes concentrações de curcumina

Como mostra a tabela 01 a curcumina apresenta ação antioxidante. O biodiesel de óleo de pinhão manso apresenta estabilidade oxidativa abaixo da estabelecida pela ANP, 4,34 horas, que é de no mínimo 8 horas. A adição de 0,012% em massa de curcumina a estabilidade oxidativa desse biodiesel sobe para 6,98; a adição de concentrações maiores o aumento da estabilidade torna-se maior com quase 5 horas a mais com adição de 0,050% em massa e 7 horas a mais com adição de 0,100% em massa.

3.2 Determinação das Constantes de Velocidade da Reação

Uma reação de primeira ordem, Equação 1, é aquela em que a velocidade da reação química é diretamente proporcional à concentração de um reagente (LEVINE, 2002). Ou seja, apresenta uma relação linear entre $\ln[\text{Concentração}]$ versus o tempo, isso porque, a $[\text{Concentração}]_{\text{crit}}$ é uma constante. A inclinação da reta será a constante da velocidade de primeira ordem, k , expressa em unidades de tempo⁻¹.

$$\ln[\text{Concentração}] = -kt + \ln[\text{Concentração}]_{\text{crit}} \quad (\text{Equação 1}).$$

Onde: [Concentração] é a concentração de aditivo; k é a constante de velocidade; [Concentração]_{crit} é a concentração crítica, à concentração de aditivo abaixo da qual não se observa nenhum efeito sobre a oxidação do biodiesel. Neste caso, em particular, trabalha-se com a concentração de curcumina que indica a diminuição da concentração da substância que é oxidada, biodiesel.

A Tabela 02 mostra os resultados obtidos da média da duplica dos períodos de indução para o biodiesel de pinhão manso sem adição de curcumina com antioxidante, e nas concentrações de 0,012, 0,050 e 0,100% em massa de curcumina, nas temperaturas de 100, 110, 120 e 130 °C.

Concentração (% em massa)	Temperatura			
	100°C	110°C	120°C	130°C
	Período de Indução (hora)			
0,000	7,87 ± 0,05	4,34 ± 0,34	1,91 ± 0,11	1,14 ± 0,06
0,012	13,82 ± 0,02	6,89 ± 0,04	3,37 ± 0,23	1,66 ± 0,12
0,050	19,62 ± 0,03	9,10 ± 0,06	4,31 ± 0,04	2,10 ± 0,10
0,100	25,68 ± 0,18	11,38 ± 0,03	5,31 ± 0,01	2,31 ± 0,04

Tabela 02: Resultados da estabilidade oxidativa do biodiesel de óleo de pinhão manso

A fim de observar se a reação de retardamento da oxidação dos biodieseis pela adição de curcumina obedece a lei de velocidade de primeira ordem, segundo os experimentos realizados, foi construído um gráfico do logaritmo natural da concentração de aditivo versus o período de indução, PI, como mostra a Figura 01 para o biodiesel de óleo de pinhão manso, nas temperaturas de 100, 110, 120 e 130 °C .

Dessa forma, como observado, a lei de velocidade, do retardamento da oxidação desse biodiesel, pode ser compreendida de uma maneira geral como de primeira ordem, pois todas as curvas apresentam relação linear devido aos bons coeficientes de correlação linear, como mostra a Tabela 03.

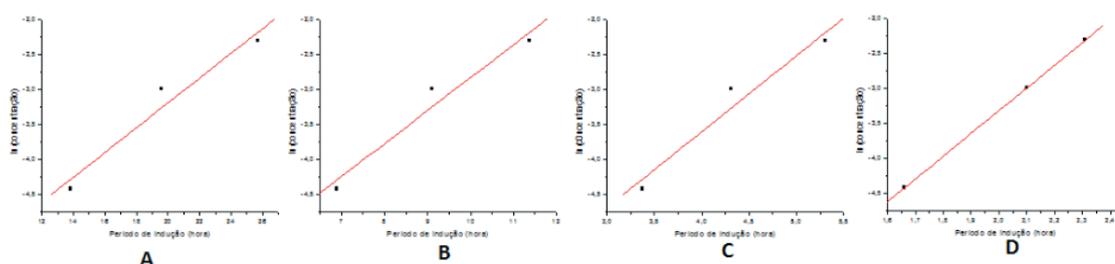


Figura 01: Gráfico da lei de velocidade de primeira ordem para o biodiesel de óleo de pinhão manso: (A) $Y=0,18X-6,75$, (B) $Y=0,47X-7,54$, (C) $Y=1,09X-7,95$ e (D) $Y=3,26X-9,83$, a 100, 110, 120 e 130°C respectivamente.

Quanto maior a constante de velocidade maior a taxa de consumo do antioxidante, e menor o período de indução do biodiesel, isso é observado em temperaturas mais

elevadas onde a taxa de oxidação é aumentada devido à elevação da temperatura como mostra a Tabela 03. Os baixos valores da concentração crítica mostram que a curcumina proporciona ação antioxidante em pequenas concentrações, onde o maior valor encontrado foi de 0,001%

		Parâmetros Cinéticos											
		k	k	k	k	[M] _{cri}	[M] _{cri}	[M] _{cri}	[M] _{cri}	R ^b	R ^b	R ^b	R ^b
		100°	110°	120°	130°	t ^a	t ^a	t ^a	t ^a				
		C (h ⁻¹)	100°	110°	120°	130°	100°	110°	120°	130°			
		1)	1)	1)	1)	C	C	C	C	C	C	C	C
						(%)	(%)	(%)	(%)				
Biodiesel	Pinhã					1,17	5,31	3,53	5,38				
	o	0,18	0,47	1,09	3,26	x	x	x	x	0,97	0,97	0,97	0,99
manso						10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	8	9	7	9

Tabela 03: Resultados dos parâmetros cinéticos do biodiesel de pinhão manso

^a [M]_{crit} é a concentração crítica. ^b R é o coeficiente de correlação das curvas.

3.3 Determinação da Energia de Ativação da Reação

A equação de Arrhenius, Equação 2, correlaciona a constante de velocidade de uma reação química com a temperatura, permitindo o cálculo da energia de ativação (Levine, 5^a ed.).

$$k = Ae^{\left(-\frac{E_a}{RT}\right)} \quad \text{(Equação 1)}$$

ou:

$$\ln K = \ln A - \left(\frac{E_a}{R}\right)\left(\frac{1}{T}\right) \quad \text{(Equação 2).}$$

Onde, k é a constante da velocidade da reação; A é o valor pré-exponencial ou fator frequência; E_a é a energia de ativação; R é a constante geral dos gases (8,314 J mol⁻¹ K⁻¹); e T é a temperatura absoluta em Kelvin. Uma relação de ln k em função de 1/T resulta em uma reta cuja inclinação é o valor de E_a/R e o intercepto é ln A.

Com os resultados das constantes de velocidade da Tabela 6 foi construído o gráfico de ln de k versus 1/T (K⁻¹), Figura 02 para o biodiesel de óleo de pinhão manso.

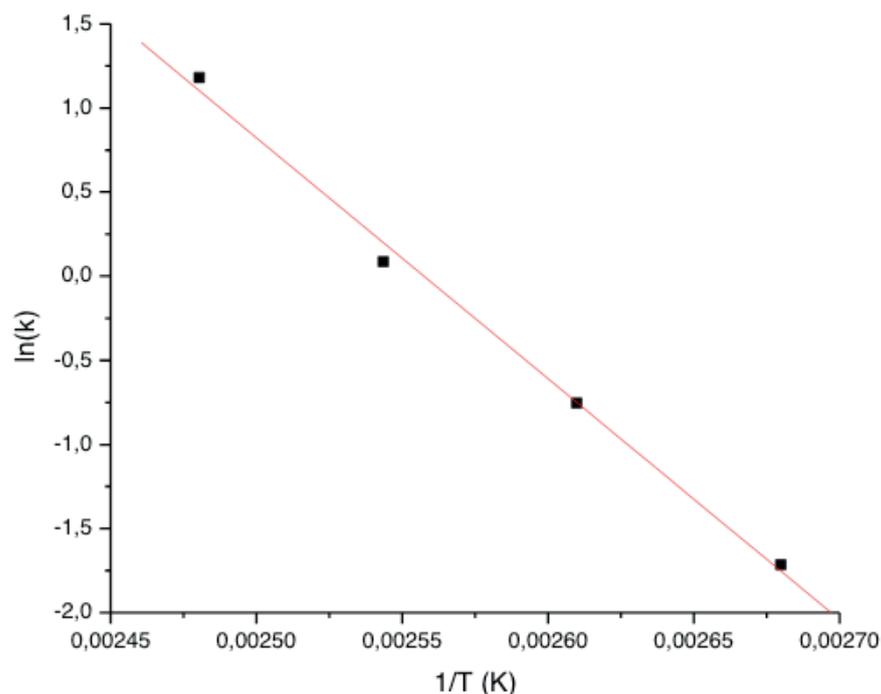


Figura 02: Gráfico de Arrhenius do biodiesel de óleo de girassol: $Y=36,63-1,43 \times 10^4 X$.

O valor da energia de ativação, mostrado na Tabela 04, foi obtido do coeficiente angular do gráfico de Arrhenius para o biodiesel estudado. A energias de ativação da maioria das reações encontram-se entre $40-400 \text{ kJ mol}^{-1}$ (Levenspiel, 3ªed.). Então a energias de ativação encontrada para a reação de retardamento da oxidação do biodiesel de óleo de pinhão manso pela adição de curcumina está coerente com a literatura.

Biodiesel	E_a (kJ mol^{-1})	R^a
Pinhão manso	118,89	0,998

Tabela 04: Valores da energia de ativação (E_a) do biodiesel de pinhão manso

^a R é o coeficiente de correlação da reta.

3.4 Determinação da Entalpia, Entropia e Energia Livre de Ativação da Reação

Outra maneira de descrever a dependência da constante de velocidade de uma reação química com a temperatura é através da equação de Eyring, Equação 3. A equação de Arrhenius é aplicada para o estado gasoso, e a equação de Eyring é utilizada para reações entre gases, em estados condensados da matéria e para mistura de fases, ou seja, em situações em que o modelo das colisões não é muito útil (LEVINE, 2002).

A equação de Eyring é dada por:

$$k = (k_B/h)T e^{\Delta S^*/R} e^{-(\Delta H^*/RT)}$$

OU:

$$\ln(k/T) = (-\Delta H^*/R)(1/T) + \{\ln(k_B/h) + (\Delta S^*/R)\} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde, k_B é a constante de Boltzmann's ($1.381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$); h é a constante de Plank ($1,841 \times 10^{-37} \text{ J h}$); T é a temperatura absoluta (K); ΔH^* é a entropia de ativação; ΔS^* é a Entropia de ativação. A equação de Eyring fornece uma relação linear entre o $\ln(k/T)$ versus $(1/T)$. O intercepto fornece o valor de $\{\ln(k_B/h) + (\Delta S^*/R)\}$ podendo assim encontrar a entropia de ativação da reação. E a inclinação fornece $(-\Delta H^*/R)$, obtendo-se a entalpia de ativação da reação. A energia livre de ativação pode ser obtida da equação de van't Hoff, Equação 4.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (\text{Equação 4}).$$

Com os resultados das constantes de velocidade da Tabela 03 foram feitos gráficos de $\ln(k/T)$ versus $(1/T)$, Figura 03 para o biodiesel de óleo de pinhão manso.

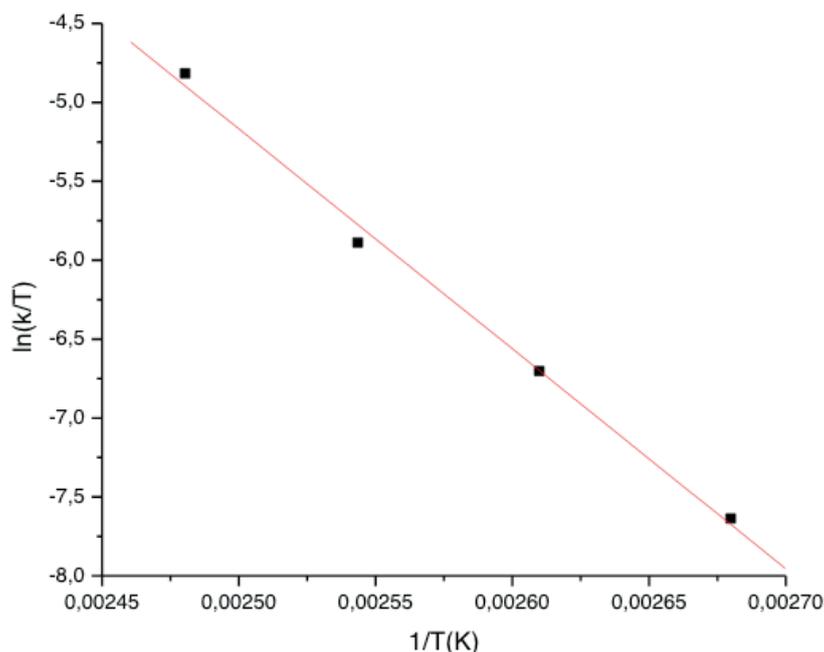


Figura 03: Gráfico de Eyring para o biodiesel de óleo de pinhão manso: $Y=29,67-1,39 \times 10^4 X$.

Os parâmetros termodinâmicos obtidos do gráfico de Eyring do biodiesel de pinhão manso e da equação de Van'Hoff são mostrados na Tabela 05.

Biodiesel	ΔH^* / (kJ mol ⁻¹)	ΔS^* / (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	R	ΔG^* à 25°C / (kJ mol ⁻¹)
Pinhão manso	115,56	-18,95	0,998	121,19

Tabela 05: Valores de entalpia (ΔH^*), entropia (ΔS^*) e energia livre (ΔG^*) de ativação dos biodieseis

Os resultados obtidos apresentam boa correlação linear com coeficiente de regressão linear superior a 0,99. Os valores negativos da entropia de ativação mostram que a oxidação do biodiesel, na presença de curcumina, passa pela formação de complexo ativado que, em relação aos reagentes, é mais ordenado. Ou seja, a curcumina proporciona uma organização no sistema.

Os valores positivos de energia livre de ativação, a 25°C, mostram que a oxidação do biodiesel, na presença de curcumina, não é espontânea, ou seja, a reação está ocorrendo inversamente, inibição da oxidação, comprovando o caráter antioxidante da curcumina.

3.5 Determinação da Estabilidade Oxidativa dos Biodieseis à Temperatura de 25°C

Hasenhuetl (Hasenhuteel et al, 1992) observou uma relação linear entre o ln do valor da estabilidade oxidativa versus temperatura de trigliceróides sem o uso de antioxidantes. E se o mecanismo de consumo de antioxidantes em biodiesel não muda, a extrapolação dessa reta fornece a o período de indução do biodiesel em qualquer temperatura. Com isso, foram construídos gráficos do ln do período de indução versus a temperatura em °C. de acordo com a figura 4, pode-se observar as o período de indução dos óleos com a adição do antioxidante.

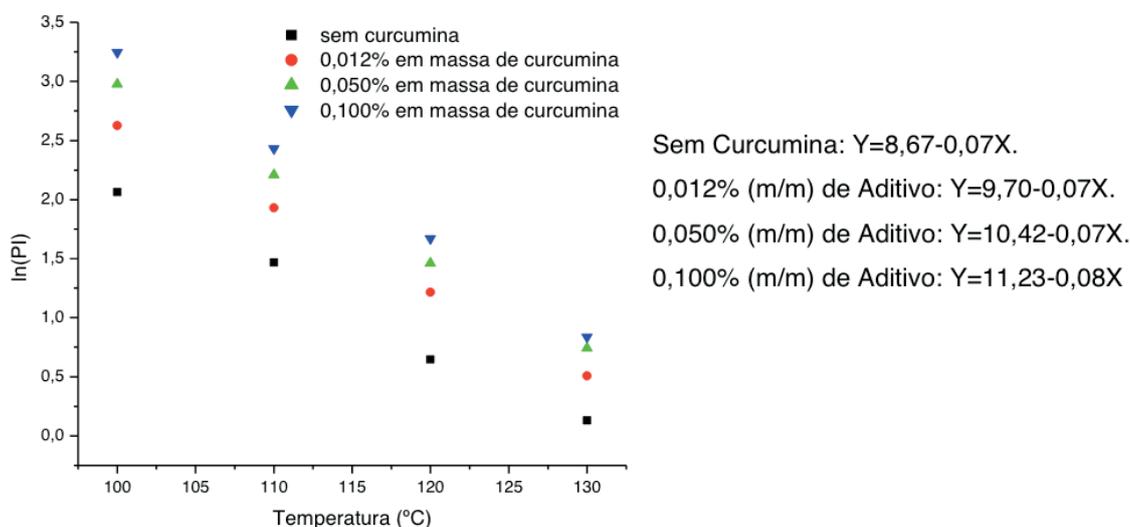


Figura 04: logaritmo natural do período de indução, do biodiesel de óleo de pinhão manso, versus temperatura da reação em °C.

Os resultados obtidos apresentam boa correlação linear com coeficientes de regressão lineares superiores a 0,99, como apresentado na Tabela 06. Essa tabela também mostra o período de indução, em meses, a 25°C, para o biodiesel de pinhão manso em todas as concentrações de aditivo estudadas.

Biodiesel	Sem Aditivo / mês	R	0,012% (m/m) de Aditivo / mês	R	0,050% (m/m) de Aditivo / mês	R	0,100% (m/m) de Aditivo / mês	R
Pinhão manso	1,57	0,996	3,88	0,999	7,20	0,999	14,23	0,999

Tabela 06: Período de Indução do Biodiesel de pinhão manso, em meses, na temperatura de 25°C em várias concentrações de curcumina.

O biodiesel de pinhão manso apresenta um período de indução de 1,57 meses a 25°C. A 25°C, a adição de 0,100% em massa de curcumina proporciona o maior aumento no período de indução desse biodiesel, passando para 14,23 meses, tendo um aumento de 12,66 meses. Com isso, esse biodiesel quando acrescido de 0,100% em massa de curcumina, aumenta a estabilidade a oxidação a 25°C por mais de um ano, de forma que esse biodiesel pode ser utilizado sem que o mesmo sofra oxidação durante esse tempo.

4 | CONCLUSÃO

A adição de antioxidantes em biodieseis é necessária, uma vez que desta forma aumenta-se a estabilidade e, portanto, o prazo de validade desses produtos. A curcumina pode ser usada como aditivo antioxidante em biodiesel de óleo de pinhão-manso, pois houve aumento da estabilidade oxidativa em todas as quantidades de curcumina adicionadas. Através da equação de Arrhenius, obteve-se as energias de ativação. Os parâmetros termodinâmicos, ΔH^* e ΔS^* foram obtidos da equação de Eyring e ΔG^* da equação de Van't Hoff. Foi observado que há relação linear entre o ln do período de indução versus temperatura. O biodiesel de óleo de pinhão manso apresentou aumento do seu período de indução a 25°C de 2,31 meses, devido a adição de 0,012% em massa de curcumina. Já para a dição de 0,100% o um aumento foi de quase um ano em seu período de indução a 25°C.

REFERÊNCIAS

Aggarwal., B.B. et al.. Anticancer potencial of curcumin: Preclinical and clinical studies. **Anticancer Research**, 23, p. 363-398, 2003.

ANAND, P. et al. Bioavailability of Curcumin: Problems and Promises. **Molecular Pharmaceutics**, 4, p. 807-818, 2007.

- BALASUBRAMANYAM, M. et al.. Curcumin-induced inhibition of cellular reactive oxygen species generation: Novel therapeutic implications. **J. Biosci**, 28, p. 715-721, 2003.
- DAS L. M, BORA D.K, PRADHAN S., NAIK M.K, NAIK S.N. Long-term storage stability of biodiesel produced from Karanja oil. **Fuel**, 88, p. 2315–2318, 2009.
- GAVETT, E. E.et al. **American Society of Agricultural Engineers**: St.Joseph, MI, p. 197–206, 1996
- GLAUDE, P.A. et al. **Fuel Processing Technology**, 91, 229-235, 2010.
- GOEL, A. et al. Curcumin as “curecumin”. From kitchen to clinic. **Biochemistry Pharmacology**, 75, p. 787-809, 2008.
- HASENHUTEEL, G.L.; WAN, P.J. Temperature effects on the determination of oxidative stability with the Metrohm Rancimat. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 69, p. 525-527, 1992.
- ISSARIYAKUL, T.; DALAI, A. K. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2014, v. 31, 446–471.
- JAKERIA, M.R.; FAZAL, M.A.; HASEEB, A.S.M.A. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 30, 154–163, 2014.
- Kreivaitis R. et al. comparison of pure and natural antioxidant modified rapeseed oil storage properties. **Industrial Crops and Products**, v. 43, 2013.
- LEVINE, N.I. **Physiochemical**. 5.ed. New York: Mc graw Hill, 2002.
- LUTZ, I. A. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos, 4. ed. São Paulo, 2008.
- MACHADO Y.L et al. Determination of antioxidant depletion kinetics using ASTM D 7545 as the accelerated oxidation method. **Fuel**, v. 112, p.172–177, 2013.
- MAJEED, M. et al. **Relatório de Pesquisa de Sabinsa Corporation nos Curcuminóides**: fitonutrientes antioxidantes, edição on-line.<www.curcuminoids.com / antioxidant.htm>. Acesso em mar. de 2018.
- MOURA, C.V.R. et al. **Energy Fuel**, n. 24, 6527-6532, 2010.
- NAZ, S. et al. Antibacterial activity of Curcuma longa varieties against different strains of bactéria. **Pak. J. Bot**, v.42, p. 455-462, 2010.
- NIEDERAU, C.; GOPFERT, E. The effect of chelidonium-and turmeric root extract on upper abdominal pain due to functional disorders of the biliary system. Results from a placebo-controlled double-blind study. **Medizinische Klinik**, v. 94, p. 425-430, 1999.
- OLIVEIRA, S.J.C.; BELTRÃO, N.E.M.; Crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas*) em função da poda e da adubação química. **Rev. bras. ol. fibros.**, v.14, n.1, p.9-17, 2010.
- OLSNECKI, R. et al. Effect of curcumin on atherosclerosis in apoE/ LDL-R double knockout mice. **Journal of Physiology and Pharmacology**, 56, p. 627-635, 2005.
- PARENTE E.J.S. **Biodiesel**: Uma Aventura Tecnológica Num País Engraçado, Fortaleza: Unigráfica, 2003.
- PERZ-ARRIAGA, L. et al. Cytotoxic effect of curcumin on Giardia lamblia trphozoites. **Acta Tropica**, 98, p. 152-161, 2006.

RINGMAN, J.M. et al. A potential role of the curry spice curcumin in alzheimer's disease. **Current Alzheimer Research**, n. 2, 2005.

SCARTEZZINI, P.; SPERONI, E. Reviem on some plants of Indian traditional medicine with antioxidant activity. **Journal Ethnopharmacology**, v. 71, p. 23-43, 2000.

SOMPARN, P. et al.. Comparative antioxidant activities of curcumin and its demethoxy and hydrogenated derivatives. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, v. 30, p. 74-78, 2007.

SRIVIVASAN, A. et al. Protection of pancreatic beta-cell by the potential antioxidant bis-o-hydroxycinnamoyl methane, analogue of natural curcuminoid in experimental diabetes. **Journal Pharmaceutical Science**, n. 6, p. 327-333, 2003.

VERRBEEK, R. et al. Oral flavonoids delay recovery from experimental autoimmune encephalomyelitis in SJL mice. **Biochemical Pharmacology**, v. 70, p. 220-228, 2005.

YOUSSEF, K.M. et al. Synthesis of curcumin analogues as potencial antioxidant, cancer chemopreventive agents. **Arch Pharmazine**, v. 337, p. 42-54, 2004.

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

