

**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 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 COMPARATIVO DO CARDANOL E SEU ANÁLOGO NO TRATAMENTO DO FITOPATÓGENO LASIODIPLODIA THEOBRAMAE

Data de aceite: 29/11/2019

Stéphany Swellen Vasconcelos Maia

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia
Fortaleza – Ceará

Katiany do Vale Abreu

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia
Fortaleza – Ceará

Danielle Maria Almeida Matos

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia
Fortaleza – Ceará

Maria Roniele Felix Oliveira

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia
Fortaleza – Ceará

Ana Luiza Beserra da Silva

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia
Fortaleza – Ceará

Sara Natasha Luna de Lima

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia
Fortaleza – Ceará

Carlucio Roberto Alves

Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia
Fortaleza – Ceará

RESUMO: O líquido da casca da castanha de caju (LCC) é um líquido escuro encontrado entre a casca e o mesocarpo da castanha de caju, uma amêndoa do cajueiro. O LCC possui caráter anfipático, assim como seus constituintes, quatro lipídeos fenólicos principais, sendo eles, o cardanol, o ácido anarcádico, o metil cardol e o cardol. Os constituintes do LCC vêm sendo isolados e utilizados para a produção de sintéticos com intuito de testar fungicidas mais eficientes com base ecológica, entre outras características. Contudo, o cajueiro sofre de uma praga do fungo, o *Lasiodiplodia theobramae*, que possui natureza oportunista, sobrevivendo na atmosfera e nos tecidos, vivos ou mortos, de vegetais. Ele atua causando várias lesões no tronco, galhos, folhas e no fruto, podendo ocasionar a morte da planta. Deste modo, o objetivo desse trabalho foi testar o potencial fungicida do cardanol insaturado e seu análogo frente ao fitopatógeno *Lasiodiplodia theobramae*. Além disso, o trabalho visa agregar valor a um subproduto de beneficiamento da cajucultura, pouco usado pela indústria para combater um problema fitossanitário de relevada importância para o beneficiamento do caju. Desta maneira o cardanol e o produto sintetizado, foram caracterizados pelas técnicas espectroscópicas infravermelho, sendo possível confirmar sua formação e purificação. Os mesmos foram pertinentes para a aplicação como antifúngicos,

e os resultados foram demonstrados através da técnica de ANOVA 2 fatores, onde apresentou melhores desempenhos em 24 horas na concentração de 200 g/l para o cardanol e para o produto em 24 horas na concentração de 1100 g/l.

PALAVRAS-CHAVE: LCC. Azo-composto. Fungicida.

COMPARATIVE STUDY OF CARDANOL AND ITS ANALOG IN THE TREATMENT OF THE LASIODIPLODIA THEOBRAEAE PHYTOPATHOGEN

ABSTRACT: The cashew tree produces a fruit called cashews, an almond, which has in its shell and mesocarp a dark liquid called cashew nut (LCC) liquid. The CCL has an amphipathic character, as well as its constituents, four main phenolic lipids, namely, cardanol, anarctic acid, methyl cardol and cardol. LCC constituents have been isolated and used to produce synthetics in order to produce more efficient ecologically based fungicides, among other characteristics. However, the cashew tree suffers from a fungal pest, *Lasiodiplodia theobramae*, which has an opportunistic nature, surviving in the atmosphere and in the living or dead plant tissues. It acts causing various injuries to the trunk, branches, leaves and fruit, which can cause the death of the plant. Thus, the objective of this work was to test the fungicidal potential of unsaturated cardanol and its analogous to the phytopathogen *Lasiodiplodia theobramae*. In addition, the work aims to add value to a cashew industry processing byproduct little used by the industry to combat a plant health problem of major importance to cashew. In this way the cardanol and the synthesized product were characterized by infrared spectroscopic techniques, being possible to confirm its formation and purification. They were pertinent to the application as antifungals, and the results were demonstrated by the 2-way ANOVA technique, where it presented better performances at 24 hours at the concentration of 200 g / l for cardanol and for the product at 24 hours at the concentration of 1100 g / l.

KEYWORDS: LCC. Azo-Compound. Fungicide.

1 | INTRODUÇÃO

A cajucultura é um agronegócio que possui uma grande importância na economia das regiões onde há seu cultivo. O cajueiro é pertencente à família Anacardiaceae, e ela é composta por 76 gêneros e 600 espécies, a mesma é dividida em cinco tribos: Dobineae, Rhoeeae, Semecarpeae, Spondiadae e Anacardieae. Essa família é procurada por suas substâncias ter promessa bioativa (MAZZETTO e LOMONACO, 2009; BALGUDE, 2013).

O cultivo é visto em todo o país, porém é perceptível que seu maior cultivo ocorre no norte e nordeste do Brasil, principalmente em todo o território nordestino, onde se encontram os principais produtores de castanha de caju. A cajucultura vem ocasionando muito interesse, devido a sua grande geração de renda e de empregos, além da sua diversificada aplicação na indústria alimentícia (HUO, 2015; LIMA, 2017).

O caju, muito embora seja confundido como fruto do cajueiro, ele é na verdade

um pseudofruto, o pedúnculo floral, no qual é suculento e superdesenvolvido, possui coloração variante entre amarela e vermelha. O caju também é bastante conhecido devido ao seu valor nutritivo e ao seu sabor, gerando assim diversas aplicações na indústria, como sucos, doces e refrigerantes (CORREIA, DAVID e DAVID, 2006; CARIOCA, 2016)

A castanha de caju, verdadeiro fruto do cajueiro, é uma amêndoa, composta por aquênio de comprimento e largura variável, casca coriácea lisa e mesocarpo alveolado. Entre o mesocarpo e a amêndoa possui um óleo, de coloração escura, inflamável, com características corrosivas, capaz de corroer tecidos orgânicos. Esse óleo é denominado líquido da casca da castanha de caju (LCC) (OLIVEIRA, 2015; LIMA, 2017).

O LCC é um produto natural não-isopropênico constituído por uma mistura de lipídios alquilfenóis substituídos, sendo eles cardanol, cardol, metil-cardol e ácido anacárdico. Eles são uma rica fonte de fenóis, produzidos devido aos estresses sofridos pela planta. Os fenóis, presentes nessa mistura são considerados metabólitos secundários, que atuam na proteção da planta. (ABREU, 2007; SOARES, 2014)

A estrutura é composta por um fenol e são ligados a uma cadeia alquílica com número ímpar de carbonos. Essa cadeia é formada por 15 a 29 carbonos, onde as mais comuns possuem 15 ou 17 carbonos. Também é característica dessas cadeias de hidrocarbonetos serem saturadas ou insaturadas, isso permite que tenham equilíbrio na flexibilidade e na dureza dos revestimentos que o utilizam (MAZZETTO e LOMONACO, 2009; SOARES, 2014).

Além disso, esses constituintes possuem uma grande acessibilidade, propriedades reativas e é anfipático. O caráter anfipático, deve-se à presença de regiões hidrofílicas e lipofílicas, e é responsável pela fácil capacidade de incorporação dos fenóis alquílicos e as membranas biológicas. Essas características dão a eles utilidade na fabricação de materiais de forro de freio, tintas e revestimento de resinas (DIEGOLOMONACO *et al.* 2012).

Devido a camada exterior ser rígida ocorre à dificuldade de extração do LCC da castanha. Existem dois tipos de LCC, o bruto e o técnico, a diferença entre eles se dá na sua obtenção, modificando assim a quantidade de constituintes presentes em sua constituição. O LCC natural possui uma maior quantidade de ácido anacárdico em sua composição, já o LCC técnico possui uma maior quantidade de cardanol (MOHAPATRA e NANDO, 2014).

O cajueiro sofre com uma praga, que o deixa com exsudação, ao passar pelos poros da planta adquirindo consistência viscosa, de coloração amarronzada com aspecto gelatinoso no caule necrosado, matando a espécie quando se espalha, essa praga é chamada de *L. theobromae*. Essa praga é um fungo característico de regiões tropicais e subtropicais e é favorecido por temperaturas com média de 28 °C,

umidade próxima a 60% e precipitações chuvosas médias de 15 milímetros. Assim como o fungo, o cajueiro, necessita dessas condições ambientais para obter ótimo desenvolvimento (BATISTA *et al.* 2011; FREIRE *et al.*, 2011; OLIVEIRA, 2013; MAIA, 2018).

O *L. theobromae* tem como principal característica ser oportunista, sobrevivendo na atmosfera e nos tecidos, vivos ou mortos nos vegetais. O mesmo infecta mais de 500 espécies de plantas, causando assim seca de ramos, podridão peduncular em frutos e morte de plantas (OLIVEIRA, 2013; ABREU, 2017). Ele se dissemina através de insetos, ventos e materiais de poda, ataca a planta por injúrias ocasionadas por pássaros, insetos e pelo próprio homem, e também em aberturas naturais da própria planta (FREIRE *et al.*, 2011). Em condições climáticas úmidas liberam os esporos, que possuem formato de cirros, que se disseminam facilmente através de respingos de chuvas ou de irrigação (BATISTA *et al.* 2011; MAIA, 2018).

Com base na problemática, objetivamos isolar o constituinte majoritário do LCC técnico, o cardanol, e utilizá-lo como material de partida para produção de um novo sintético e avaliar sua capacidade de inibição frente ao fungo fitopatógeno *L. theobromae*, e compará-lo com o produto obtido. Além disso, agregar valor a um produto do processamento da indústria da castanha de caju que possui características nocivas ao meio ambiente.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A obtenção do cardanol foi feita a partir de 10 mL de LCC técnico foi submetido ao processo de cromatografia clássica, onde os solventes eluentes usados foram hexano e metanol. Obtendo-se assim 20 frações de 200 mL cada, as mesmas foram analisadas por CCD e separadas de acordo com o grau de pureza. Após a junção de todas as frações que continham cardanol insaturado puro, a fração total foi rotaevaporada, em evaporador rotativo QUIMIS, para ser retirado o solvente presente. O cardanol obtido foi adaptado para a reação com o ácido sulfanílico diazotizado (ALLINGER, 1976).

O análogo foi purificado em coluna cromatográfica, utilizando-se os seguintes eluentes: acetato de etila e uma mistura de solventes, acetato de etila e álcool etílico na proporção respectiva de 8:2. Um segundo método alternativo de purificação foi adotado utilizando a técnica de lavagem de solventes, onde o produto foi lavado inicialmente com hexano, para retirada do cardanol. E em seguida, foi lavado com acetato de etila e álcool etílico na proporção respectiva de 8:2 para extração do análogo. A etapa seguinte foi feita através de rotoevaporação dos solventes, para concentrar o cardanol e seu análogo.

A purificação do cardanol e do produto foram confirmadas através de espectros

de infravermelho. Os espectros de infravermelho foram obtidos no Departamento de Química e Física Molecular do Instituto de Química de São Carlos, utilizando-se um espectrômetro PERKIM ELMER, modelo FT-IR SPECTRUM 1000. Pastilhas de KBr foram utilizadas para análise das substâncias sólidas e filme sobre disco para as amostras líquidas e oleosas.

Para teste de potencial fungicida utilizou-se o meio dextrose potato agar (HIMEDIA – M096-500G) com o produto nas concentrações de 200, 500, 1100 e 1400 $\mu\text{g/ml}$. Além disso, foi feito o teste apenas com ágar. O ensaio foi realizado em triplicatas em placas de petri e as medidas dos diâmetros do halo foram realizadas nos períodos de 24, 48 e 72 horas. O percentual de inibição de crescimento do fungo (PIC) foi calculado através da fórmula $\text{PIC} = \frac{\text{CRTE} - \text{CRT}}{\text{CRTE}} \times 100$, onde CRTE é o crescimento radial da testemunha em centímetros e CRT é o crescimento radial de tratamento em cm.

3 | RESULTADOS

O espectro de infravermelho do cardanol insaturado, apresentou picos importantes para sua caracterização (Figura 1). Observou-se picos entre 3000- 3100 que representam a deformação axial de C-H e o pico 1680 – 1620 representa a deformação axial C=C, característica de anéis aromáticos. A ligação entre carbono e oxigênio é representada pela deformação angular que está entre 1300 – 1000. A deformação axial da ligação oxigênio e hidrogênio, indicando a presença da hidroxila que está presente na estrutura do composto é apresentada pela presença o pico entre 3650 – 3100 (SILVERSTEIN, WEBSTER e KIEMLE, 2000).

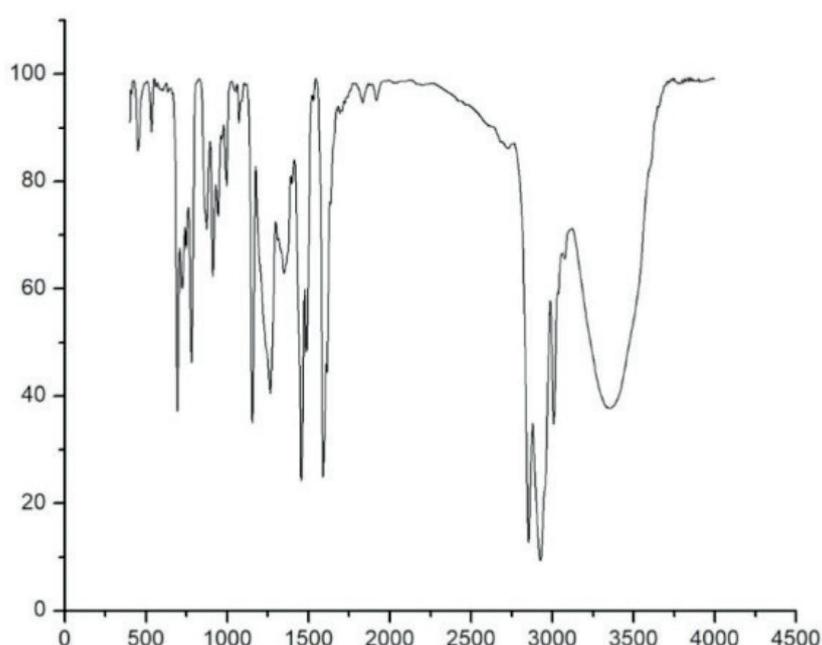


Figura 1 - Espectro de infravermelho do cardanol

A espectroscopia de infravermelho para o análogo, representada na Figura 2, demonstrou picos importantes para a caracterização. Assim sendo, apresentou os mesmos picos da caracterização do cardanol. Porém, além de disso, apresentou o estiramento axial no pico na região entre 2.160 - 2.120, que representa a presença da ligação do N=N, proveniente de azo-compostos (SILVERSTEIN, WEBSTER e KIEMLE, 2000).

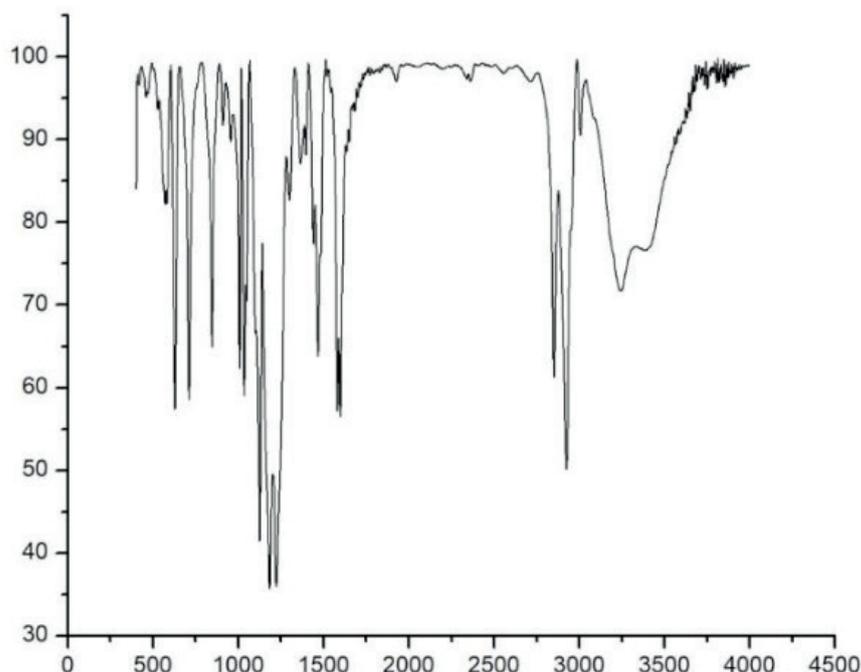


Figura 2 - Espectro de infravermelho do análogo

As amostras do teste antifúngico, feitas apenas com ágar, chamadas de branco, possuem PIC de 100%. A partir dessas amostras, que foram usadas como base, obtivemos os dados de inibição, tabelas 1 e 2, onde foram tratados com ANOVA 2 fatores, apresentados nos gráficos 1 e 2. Os resultados apresentados, tanto o cardanol, quanto seu análogo, obtiveram potencial como antifúngicos.

Concentração/ Tempo	24 Horas	48 Horas	72 Horas
200 mg/L	17,24%	18,96%	18,96%
500 mg/L	31,25%	19,89%	12,9%
1100 mg/L	13,36%	0,83%	0,28%
1400 mg/L	17,24%	8,96%	18,96%

Tabela 1 - Resultados em percentual do cardanol frente ao *L. Theobramae*

Concentração/ Tempo	24 Horas	48 Horas	72 Horas
200 mg/L	38,59%	35,71%	8,20%
500 mg/L	40,57%	32,20%	8,71%

1100 mg/L	48,66%	41,68%	19,38%
1400 mg/L	37,26%	43,89%	39,28%

Tabela 2 - Resultados em percentual do análogo frente ao *L. Theobramae*.

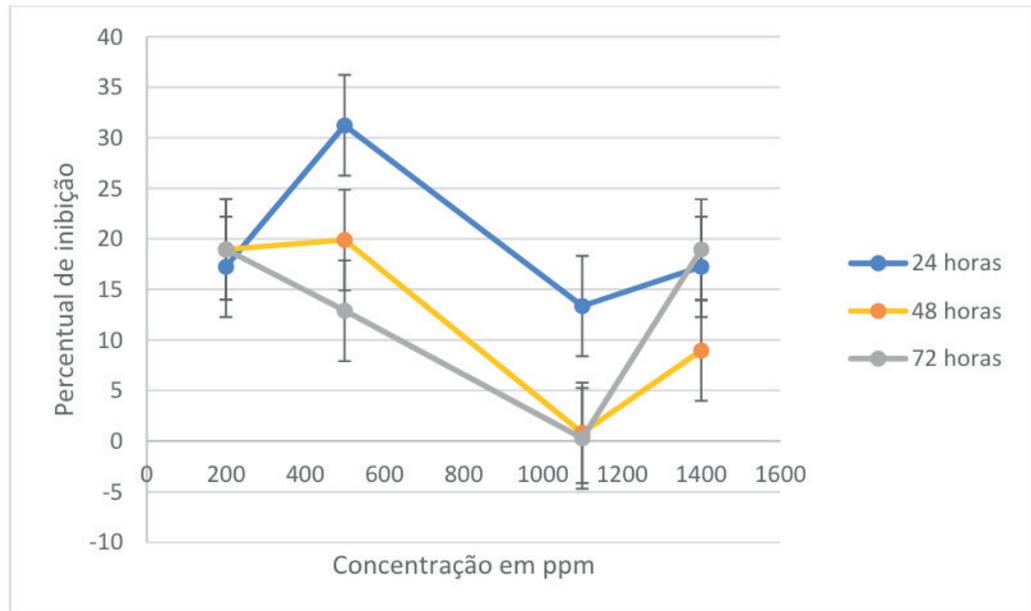


Gráfico 1- Percentual de inibição de crescimento do *L. Theobramae* frente ao cardanol.

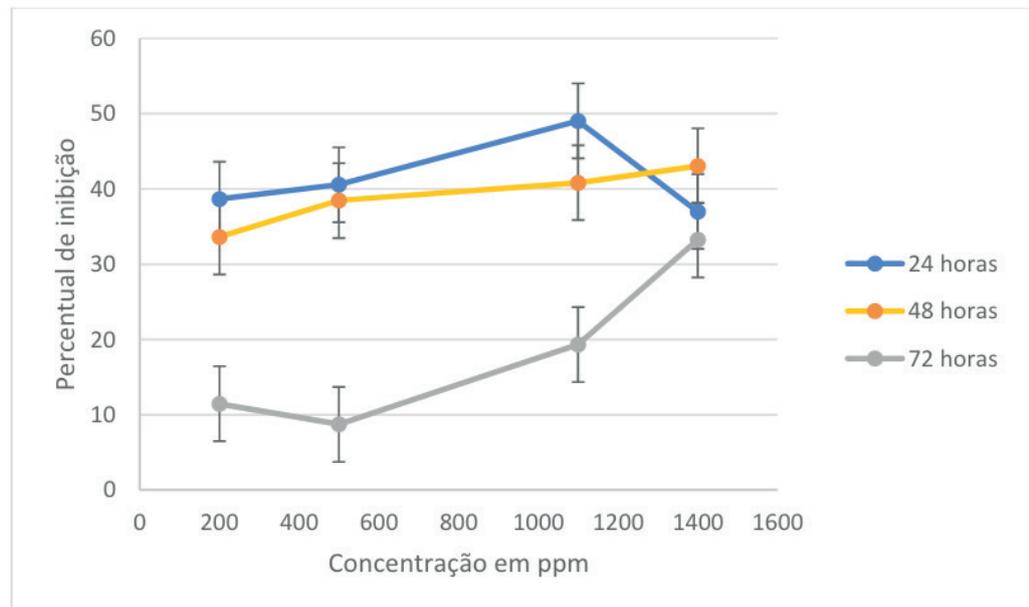


Gráfico 2 - Percentual de inibição de crescimento do *L. Theobramae* frente ao análogo do cardanol.

Ao analisar a inibição do cardanol, de acordo com a comparação múltipla de médias, feitas por ANOVA 2 fatores, foi possível perceber que o mesmo demonstrou diferença significativa entre as concentrações de 500 e 1400 g/l, ou seja, as concentrações de 200, 500 e 1100, nas primeiras 24 horas, obtiveram resultados iguais estatisticamente. Porém, são diferentes, estatisticamente, da concentração

mais alta, na qual obteve o menor percentual das 4 concentrações. Também foi observado que não houve diferença significativa nos tempos de 24 e 48 horas, obtendo resultados semelhantes. Entretanto, no tempo de 72 horas houve um decaimento no potencial de inibição do cardanol frente ao fungo.

Em conformidade com a comparação múltipla de médias, foi notável que o análogo do cardanol apresentou diferença significativa entre as concentrações de 200 e 1400 g/l, e 500 e 1400 g/l, contudo as concentrações de 200, 500 e 1100 g/l apresentam resultados estatísticos iguais. Outra observação foi que não houve diferença significativa nos tempos de 24 e 48 horas, obtendo resultados correspondentes. Entretanto, no tempo de 72 horas houve um decaimento no potencial de inibição do análogo, nas concentrações de 200, 500 e 1100 g/l frente ao fungo. Porém, manteve-se constante na concentração de 1400 g/l.

Quando comparados, o análogo apresenta maior capacidade antifúngica que o cardanol, em todos os períodos de tempo. Em razão disso, percebemos que a modificação feita na estrutura do cardanol potencializou seu efeito de inibição.

4 | CONCLUSÃO

Nesse trabalho foi possível perceber que tanto o cardanol quanto seu análogo são promissores como antifúngicos. Porém, o análogo mostrou-se superior em relação ao constituinte natural devido ao maior potencial de inibição frente ao fungo *Lasiodiplodia theobromae*, em decorrência da modificação química sofrida na estrutura do cardanol. Desta forma, podemos concluir que a aplicabilidade, de ambos, como antifúngico foi boa. Porém, são necessários testes *in vivo* para confirmar a eficácia do produto obtido como antifúngico e suas toxicidades.

REFERÊNCIAS

ABREU, KATIANY DO VALE. **Síntese e caracterização de um antioxidante organofosforado derivado do líquido da casca da castanha de caju (lcc)**. 2007. 48 f. Monografia - curso de química licenciatura, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2007.

ABREU, KATIANY DO VALE et al. **REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO INDUSTRIAL DA CASTANHA DE CAJU PARA O BENEFICIAMENTO DA CAJUCULTURA CONTRA AÇÃO DO FITOPATÓGENO LASIODIPLODIA THEOBROMAE**. Higiene Alimentar, Fortaleza, v. 31, n. 1, p.4589-4594, mar. 2017. Bimestral.

ALLINGER, NORMAN L. et al. **QUÍMICA ORGÂNICA**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.a, 1978. 961 p. TRADUÇÃO: RICARDO BICCA DE ALENCASTRO, JOSSYL DE SOUZA PEIXOTO E LUIZ RENAN NEVES DE PINHO.

BALGUDE, DINESH; SABNIS, ANAGHA S.. **CNSL: an environment friendly alternative for the modern coating industry**. Journal Of Coatings Technology And Research. Online, p. 169-183. 04 mar. 2013. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11998-013-9521-3>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

BATISTA, DIOGENES DA CRUZ et al. **Manejo integrado de Lasiodiplodia theobromae em videira no Submédio do Vale do São Francisco**. Embrapa Semiárido; Embrapa Solos; Embrapa Solos / Uep-recife. Petrolina, 01 mar. 2011. p. 1-6. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/879547/manejo-integrado-de-lasiodiplodia-theobromae-em-videira-no-submedio-do-vale-do-sao-francisco>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

CARIOCA, JOSÉ OSVALDO B. et al. **PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DO LIQUIDO DA CASTANHA DO CAJU (LCC) PARA ISOLAMENTO DO CARDANOL**. Universidade Federal do Ceará - Centro de Tecnologia-departamento de Eng. Química. Fortaleza, p. 1-5. jun. 2016. Disponível em: <http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0670_05.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2019.

CORREIA, SUZIMONE DE J.; DAVID, JUCENI P.; DAVID, JORGE M.. **Metabólitos secundários de espécies de Anacardiaceae: Secondary metabolites from species of Anacardiaceae**. Química Nova, Salvador, v. 29, n. 6, p.1-8, nov. 2006. Mensal. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422006000600026>. Acesso em: 15 mar. 2019.

DIEGOLOMONACO et al. **Thermal studies of new biodiesel antioxidants synthesized from a natural occurring phenolic lipid**. Fuel. Fortaleza, p. 552-559. jul. 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236112001019>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

FREIRE, FRANCISCO DAS CHAGAS OLIVEIRA et al. **Desenvolvimento e Eficiência de um Fungicida Triazol a partir do Líquido da Casca da Castanha (LCC) do Cajueiro**. Embrapa Agroindústria Tropic, Fortaleza, v. 1, n. 1, p.1-4, dez. 2011. Semanal. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/down/index.php?pub/Cot_178.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2019.

HUO, SHUPING et al. **Constructing polyurethane foams of strong mechanical property and thermostability by two novel environment friendly bio-based polyols**. Korean J. Chem. Eng. Beijing, p. 1088-1089. 19 out. 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11814-015-0223-7>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

LIMA, DANIELE RODRIGUES DE; LIMA NETO, PEDRO DE; ARADJO, WALNEY SILVA. **Avaliação do desempenho anticorrosivo do revestimento de polibenzoxazina sintetizada a partir do líquido da castanha de caju**. Repositório Institucional Ufc Ct - Centro de Tecnologia Demm - Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Fortaleza, v. 1, n. 1, p.1-6, 21 jul. 2017. Semanal. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/26079>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

MAZZETTO, SELMA ELAINE; LOMONACO, DIEGO. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. Química Nova, Fortaleza, v. 32, n. 3, p.732-741, 07 abr. 2009. Mensal. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol32No3_732_16-QN09041.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2019.

MOHAPATRA, SUNITA; NANDO, GOLOK B.. **Cardanol: a green substitute for aromatic oil as a plasticizer in natural rubber**. Rsc Advances. Kharagpur, p. 15406-15418. 20 mar. 2014. Disponível em: <<http://pubs.rsc.org/-/content/articlelanding/2014/ra/c3ra46061d/unauth#!divAbstract>>. Acesso em: 01 fev. 2019.

OLIVEIRA, MARIA RONIELE FELIX. **ATIVIDADE INSETICIDA DE DERIVADOS DO CARDANOL SOBRE LIRIOMYZA SP. (DIPTERA: AGROMYZIDAE) E BEMISIA TABACI BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)**. 2015. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Acadêmico em Recursos Naturais, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2015 (PG 14-20).

OLIVEIRA, M. Z. A. de et al. **FUNGO LASIODIPLODIA THEOBROMAE UM PROBLEMA PARA A AGRICULTURA BAIANA**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Salvador, v. 9, n. 2, p.24-29, 16 jul. 2013. Mensal. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/busca-de-publicacoes/-/publicacao/962191/fungo-lasiodiplodia-theobromae-um-problema-para-agricultura-baiana>>. Acesso em: 01 fev. 2019.

SILVERSTEIN, ROBERT M; WEBSTER, FRANCIS X.; KIEMLE, DAVID J.. **Identificação**

Espectrométrica de Compostos Orgânicos. 6. ed. São Paulo: Nova Guanabara, 2000. 460 p.

SOARES, RENATO DE OLIVEIRA. **REAÇÕES DE SUBSTITUIÇÃO ELETROFÍLICA NO CARDANOL E DERIVADOS HIDROGENADOS. EFEITO DE IMPUREZAS NA REATIVIDADE DE MATÉRIAS-PRIMAS RENOVÁVEIS BRASILEIRAS.** 2014. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://epqb.eq.ufrj.br/download/substituicao-eletrofilica-no-cardanol-e-derivados-hidrogenados.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

MAIA, STÉPHANY SWELLEN VASCONCELOS. **SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE UM AZO-COMPOSTO DERIVADO DO CARDANOL COMO ANTIFÚNGICO FRENTE AO FUNGO LASIODIPLODIA THEOBROMAE.** 2018. 56 f. Monografia - curso de química licenciatura, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2018.

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

