

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável

3

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)



A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável

3

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)



Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos 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, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª 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. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

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

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

Q6 A química nas áreas natural, tecnológica e sustentável 3
 [recurso eletrônico] / Organizadora Érica de Melo
 Azevedo. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-384-2

DOI 10.22533/at.ed.842201709

1. Química – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. 3.
 Sustentabilidade. I. Azevedo, Érica de Melo.

CDD 540

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Coleção “A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável” apresenta artigos de pesquisa na área de química e que envolvem conceitos de sustentabilidade, tecnologia, ensino e ciências naturais. A obra contém 69 artigos, que estão distribuídos em 3 volumes. No volume 1 são apresentados 29 capítulos sobre aplicações e desenvolvimentos de materiais adsorventes sustentáveis e polímeros biodegradáveis; o volume 2 reúne 20 capítulos sobre o desenvolvimento de materiais alternativos para tratamento de água e efluentes e propostas didáticas para ensino das temáticas em questão. No volume 3 estão compilados 20 capítulos que incluem artigos sobre óleos essenciais, produtos naturais e diferentes tipos de combustíveis.

Os objetivos principais da presente coleção são apresentar aos leitores diferentes aspectos das aplicações e pesquisas de química e de suas áreas correlatas no desenvolvimento de tecnologias e materiais que promovam a sustentabilidade e o ensino de química de forma transversal e lúdica.

Os artigos constituintes da coleção podem ser utilizados para o desenvolvimento de projetos de pesquisa, para o ensino dos temas abordados e até mesmo para a atualização do estado da arte nas áreas de adsorventes, polímeros, análise e tratamento de água e efluentes, propostas didáticas para ensino de química, óleos essenciais, produtos naturais e combustíveis.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a coleção “A Química nas áreas natural, tecnológica e Sustentável”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AMIDO HIDROFOBICAMENTE MODIFICADO PARA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO

Laura Gabriela Gurgel de Carvalho

Bruna Luiza Batista de Lima

Nívia do Nascimento Marques

Marcos Antonio Villetti

Men de Sá Moreira de Souza Filho

Rosângela de Carvalho Balaban

DOI 10.22533/at.ed.8422017091

CAPÍTULO 2..... 12

ANÁLISE DE COMBUSTÍVEIS (GASOLINA COMUM) POR MÉTODOS ELETROANALÍTICOS EM MEIO MICROEMULSIONADO COMERCIALIZADOS NA CIDADE DE SÃO LUÍS - MA

Lorena Carvalho Martiniano de Azevedo

Leila Maria Santos da Silva

Deracilde Santana da Silva Viégas

Érico June Neves Texeira

Natália Tamires Gaspar Sousa

Aldaléa Lopes Brandes Marques

DOI 10.22533/at.ed.8422017092

CAPÍTULO 3..... 27

ANÁLISE DOS PRODUTOS DE REAÇÃO DA CONDENSAÇÃO ENTRE 2-HIDRÓXI-ACETOFENONA E P-ANISALDEÍDO EM MEIO BÁSICO

Heriberto Rodrigues Bitencourt

Carlos Alberto Beckman de Albuquerque

Antonio Pedro da Silva Souza Filho

Maricelia Lopes dos Anjos

Carla Jacqueline de Almeida Maciel

Jeferson Rodrigo Souza Pina

José Ciríaco Pinheiro

Lady Laura Pantoja Pereira de Carvalho

Andrey Moacir do Rosário Marinho

Ossalín de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.8422017093

CAPÍTULO 4..... 35

ANÁLISE TÉRMICA DO POLI (ÁCIDO LÁTICO) COM AGENTES NUCLEANTES: TALCO, PET MICRONIZADO E ARGILA MONTMORILONITA

Alex Melo da Silva

Anderson Maia

Rondes Ferreira da Silva Torin

DOI 10.22533/at.ed.8422017094

CAPÍTULO 5..... 41

APLICAÇÃO DA CFD NO ESTUDO DO EFEITO DO DIÂMETRO DE GOTAS E DO NÍVEL DE ÁGUA NA SEPARAÇÃO GRAVITACIONAL ÁGUA-ÓLEO

Vinícius Gomes Morgan
Daniel da Cunha Ribeiro
Ana Paula Meneguelo
Lucas Henrique Pagoto Deoclecio
Wenna Raissa dos Santos Cruz
Luciana Spinelli Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.8422017095

CAPÍTULO 6..... 48

AROMATERAPIA COM ÓLEO YLANG-YLANG (*Cananga odorata*) E PERCEPÇÃO DE BEM-ESTAR EM MULHERES CLIMATÉRICAS

Edna Maria Lemos e Silva Gualberto
Maria da Conceição Ferreira Baia
Claudia Chagas de Pontes
Roseane Rodrigues Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.8422017096

CAPÍTULO 7..... 58

DESCOLORAÇÃO FÚNGICA DE CORANTES TÊXTEIS

Mayara Thamela Pessoa Paiva
Fabiana Guillen Moreira Gasparin
Suely Mayumi Obara Doi

DOI 10.22533/at.ed.8422017097

CAPÍTULO 8..... 76

ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE PREPARO DO BAGAÇO DE MALTE DE CERVEJARIA NA OBTENÇÃO DE GLICOSE APÓS SUA HIDRÓLISE ÁCIDA

Fernanda Ferreira Freitas
Margarete Martins Pereira Ferreira
Araceli Aparecida Seolatto
Danielle Pires Nogueira
Rodrigo Silva Fontoura

DOI 10.22533/at.ed.8422017098

CAPÍTULO 9..... 89

ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DO TEMPO DE RESIDÊNCIA EM UM REATOR CONTÍNUO DE TANQUE AGITADO

Thalles de Assis Cardoso Gonçalves
Mayara Mendes Costa
Mariana Oliveira Marques
Hugo Lopes Ferreira
Robson Antônio de Vasconcelos
Vitor Hugo Endlich Fernandes
Mário Luiz Pereira Souza

DOI 10.22533/at.ed.8422017099

CAPÍTULO 10..... 96

ESTUDO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA DO ÓLEO DE MARACUJÁ (*PASSIFLORA EDULIS*) UTILIZANDO O MÉTODO PETROOXY (ASTMD 7545)

Yguatyara de Luna Machado

Natalia Freitas Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.84220170910

CAPÍTULO 11 104

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA GOMA DE LINHAÇA EM MEIO AQUOSO POR ESPALHAMENTO DE LUZ DINÂMICO E REOLOGIA

Laura Gabriela Gurgel de Carvalho

Nívia do Nascimento Marques

Mariana Alves Leite Dutra

Marcos Antonio Villetti

Rosangela de Carvalho Balaban

DOI 10.22533/at.ed.84220170911

CAPÍTULO 12.....113

ESTUDO FITOQUÍMICO, MORFOLÓGICO E AVALIAÇÃO DO EXTRATO ETANÓLICO, DAS FOLHAS DO PAU MOCÓ (*Luetzelburgia auriculata*), QUANTO ÀS ATIVIDADES CONTRA AGENTES VETORIAIS E ANTIOXIDANTE

Antônio Marcelo Alves Lima

Eveline Solon Barreira Cavalcanti

André Castro Carneiro

Lara Pinheiro Xavier

Henety Nascimento Pinheiro

Brício Thiago Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.84220170912

CAPÍTULO 13..... 123

EXPRESSÃO DIFERENCIAL DA SUPERÓXIDO DISMUTASE E CATALASE DURANTE A GERMINAÇÃO DE *Lactuca sativa* L. EXPOSTA A METAIS PESADOS

Antonio Rodrigues da Cunha Neto

Marília Carvalho

Kamilla Pacheco Govêa

Giselle Márcia de Melo

Marília Mendes dos Santos Guaraldo

Heloisa Oliveira dos Santos

Sandro Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.84220170913

CAPÍTULO 14..... 134

INCORPORAÇÃO DA ETAPA DE PRÉ-HIDRÓLISE ÁCIDA NO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE NANOLÍTER

Danielle Goveia

Vinicius de Jesus Carvalho de Souza

Estefânia Vangelie Ramos Campos

Jose Claudio Caraschi

DOI 10.22533/at.ed.84220170914

CAPÍTULO 15..... 145

MICROENCAPSULAÇÃO DE ÓLEO DE PEQUI (*Caryocar coriaceum*) EM MATRIZ DE ALGINATO/QUITOSANA POR GELIFICAÇÃO IÔNICA: AVALIAÇÃO DA VISCOSIDADE NA MORFOLOGIA DAS PARTÍCULAS

Herllan Vieira de Almeida

Rachel Menezes Castelo

Luana Carvalho da Silva

Maria Leônia da Costa Gonzaga

Pablyana Leila Rodrigues da Cunha

Roselayne Ferro Furtado

DOI 10.22533/at.ed.84220170915

CAPÍTULO 16..... 155

MODELAGEM CINÉTICA DA DESCOLORAÇÃO DO CORANTE CROMOTROPE 2R POR PROCESSOS FENTON MEDIADOS POR FENÓIS DERIVADOS DE LIGNINA

Cássia Sidney Santana

Camila Cristina Vieira Velloso

André Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.84220170916

CAPÍTULO 17..... 162

ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM LIMÃO: ESTRATÉGIA PARA A PROTEÇÃO DE SEMENTES E GRÃOS VISANDO A AGRICULTURA ORGÂNICA

Marcela de Souza Alves

Elisabeth Alves Duarte Pereira

Erica Prilips Esposito

Ana Flávia Carvalho da Silva

Emerson Guedes Pontes

Marco Andre Alves de Souza

DOI 10.22533/at.ed.84220170917

CAPÍTULO 18..... 174

OPTIMIZATION SYNTHESIS OF BIODIESEL FROM MACAUBA OIL (*ACROCOMIA ACULEATA*) USING EXPERIMENTAL DESIGN TECHNIQUE

Michelle Budke Costa

Maikon Aparecido Schulz dos Santos

Eduardo Eyng

Juliana Cortez

Daniel Walker Tondo

Laercio Mantovani Frare

Melissa Budke Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.84220170918

CAPÍTULO 19.....	191
PRÉ-TRATAMENTO ÁCIDO EM RAMAS DE MANDIOCA VISANDO PRODUÇÃO DE ETANOL SEGUNDA GERAÇÃO	
Ana Luiza Alves Faria	
Raphael Sarraf Martins Torraca	
Emilia Savioli Lopes	
Jaqueline Costa Martins	
Milena Savioli Lopes	
Melina Savioli Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.84220170919	
CAPÍTULO 20.....	197
TEORIA DO ESTADO DE TRANSIÇÃO: DIHYDROAZULENE/VINYLSHEPTAFULVENE	
Andreas Erbs Hillers-Bendtsen	
Magnus Bukhave Johansen	
Kurt V. Mikkelsen	
DOI 10.22533/at.ed.84220170920	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	203
ÍNDICE REMISSIVO.....	204

ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM LIMÃO: ESTRATÉGIA PARA A PROTEÇÃO DE SEMENTES E GRÃOS VISANDO A AGRICULTURA ORGÂNICA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 02/06/2020

Marcela de Souza Alves

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/6015830328392716>

Elisabeth Alves Duarte Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/5522156198714341>

Erica Prilips Esposito

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/5672673553756913>

Ana Flávia Carvalho da Silva

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/7103622643194950>

Emerson Guedes Pontes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/1562085358907265>
<https://orcid.org/0000-0002-2679-238X>

Marco Andre Alves de Souza

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/2162032695884224>
<https://orcid.org/0000-0003-2173-3513>

impacta negativamente o meio ambiente, os animais e a saúde humana. A agricultura orgânica e/ou livre de agrotóxicos é uma alternativa aos meios de produção que se apropriam de insumos sintéticos e agrotóxicos para a produção e proteção das culturas. O presente trabalho descreve o método químico de proteção de sementes baseado em um produto natural para a proteção de sementes e grãos de feijão. O objetivo consistiu em verificar o efeito protetor do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* DC, Stapf) frente ao inseto praga caruncho do feijão-caupi (*Callosobruchus maculatus* Fab.), o efeito residual protetor ao longo do tempo e o efeito sobre a germinação de sementes de feijão (*Vigna unguiculata* L., Walp.), assim como, a atividade antifúngica *in vitro* sobre fungos de armazenamento (*Fusarium* spp., *Colletrochium* spp, *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp). Os resultados mostraram que as sementes revestidas com o óleo essencial de capim limão inibe o ciclo reprodutivo do inseto praga, principalmente até 90 dias de armazenadas as sementes. O óleo essencial não interferiu na germinação das sementes e foi observado efeito antifúngico do óleo em testes *in vitro* contra todos os fungos testados. O óleo essencial de capim limão apresenta potencial aplicação para a proteção de sementes contra o inseto pragas e fungos de armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: Capim limão, óleo essencial, atividade biológica.

RESUMO: O uso irresponsável de agrotóxicos

LEMONGRASS ESSENTIAL OIL: STRATEGY FOR PROTECTING SEEDS AND GRAINS AIMING AT ORGANIC AGRICULTURE

ABSTRACT: The irresponsible pesticides uses has a negative impact on the environment, animals and human health. The organic farming and/or free pesticide is an alternative to means of production that uses synthetic compounds and pesticides for the production and crop protection. The present work describes the chemical method of seed protection based on a natural product for the protection of bean seeds and grains. The objective was to verify the lemongrass essential oil protective effect (*Cymbopogon citratus* DC, Stapf) against the cowpea pest insect (*Callosobruchus maculatus* Fab.), the residual protective effect over time and the effect on the bean seeds germination (*Vigna unguiculata* L., Walp.), as well as the *in vitro* antifungal activity on storage fungi (*Fusarium* spp., *Colletrochium* spp, *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp). The results show that seeds coated with the lemongrass essential oil inhibits the insect pest reproductive cycle, especially up to 90 days of stored seeds. The essential oil did not interfere in the seed germination and an essential oil antifungal effect was observed in *in vitro* tests against all tested fungi. The lemongrass essential oil has a potential application for protecting seeds against insect pests and storage fungi.

KEYWORDS: Lemongrass, essential oil, biological activity.

1 | INTRODUÇÃO

Cabe ao engenheiro agrônomo desenvolver soluções aos diversos problemas relativos à agricultura e aos impactos dessa atividade econômica fundamental a sobrevivência da população. Não são poucos os impactos da atividade agrícola sobre o meio ambiente. Neste contexto, a utilização irresponsável de produtos químicos sintéticos produzidos a partir de matrizes fósseis para o controle sanitário de pragas e doenças, chamados popularmente de agrotóxicos, tem sido responsável por intoxicações e contaminações de pessoas, animais e dos recursos hídricos (AL NAGGAR *et al.*, 2015; KIM; KABIR; JAHAN, 2017; MAHMOOD *et al.*, 2016; WAGNER *et al.*, 2014). O Brasil de hoje tem sido um péssimo exemplo no que diz respeito a certificação/liberação e a fiscalização do uso dessas substâncias sintéticas na agricultura (HADDAD *et al.*, 2019; MOSMANN; ALBUQUERQUE; BARBIERI, 2019).

A revolução verde foi um movimento científico e governamental que teve início em 1940 com a finalidade de promover ações que levassem ao aumento da produtividade agricultura, baseados em melhoramento vegetal, fertilização, manejo do solo e controle de pragas e doenças, que teve a pretensão de acabar com a fome no planeta (DUTRA; SOUZA, 2017; NUNES; DIAS; SILVA, 2018; SERRA *et al.*, 2016). A agricultura orgânica tem se apresentado em antagonismo aos sistemas produtivos que se destacaram após a revolução verde, adotando no seu sistema produtivo tecnologias e práticas livres de substâncias sintéticas, para o controle de doenças e pragas (EHLERS, 2017; WEZEL *et al.*, 2014).

A aplicação de substâncias naturais, incluindo os óleos essenciais, tem sido amplamente estudada e os resultados, de modo geral, fundamentaram um crescente número de artigos científicos e de patentes para o controle de insetos em ambiente doméstico e de pragas agrícolas (REGNAULT-ROGER; VINCENT; ARNASON, 2012). O óleo essencial é um produto natural, uma mistura complexa de substâncias, obtido das plantas por técnicas específicas que envolvem a destilação com vapor de água ou a expressão de epicarpo de frutos cítricos (ISO-9235, 2013).

Diferentes grupos de pesquisa vêm trabalhando intensamente para compreender como os óleos essenciais afetam o metabolismo e a fisiologia dos insetos (ADORJAN; BUCHBAUER, 2010; ALVES *et al.*, 2019). Os trabalhos têm início com a observação do efeito do óleo essencial sobre o ciclo e o comportamento sexual dos insetos, depois avalia-se como isso afeta o metabolismo e se os resultados são coerentes com aqueles observados durante o ciclo de vida do inseto. Com base nos resultados experimentais surgem as propostas de aplicações tecnológicas, as quais necessitam de validação experimental em escala laboratorial e de campo (Figura 1).



Figura 1. A avaliação do efeito do óleo essencial de capim limão é baseada em alguns aspectos do ciclo reprodutivo do caruncho do feijão-caupi, como a mortalidade de insetos adultos, postura de ovos e surgimento de novos adultos após os estágios larvais no interior do grão, assim com, sobre o metabolismo. Quando os resultados são promissores as propostas de novas tecnologias são implementadas e testadas em escalas laboratoriais e de campo.

No presente trabalho, propomos a proteção de sementes de feijão revestidos com óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) que se mostrou eficiente em controlar o ciclo reprodutivo do caruncho do feijão-caupi (*Callosobruchus maculatus*). O capim-limão é uma espécie cosmopolita originária do sudeste asiático e de fácil cultivo, portanto, é uma matéria prima vegetal de fácil obtenção para a extração de óleo essencial. O óleo essencial, por sua vez, é obtido facilmente por hidrodestilação, pode ser realizada em qualquer propriedade agrícola e se apresenta como um produto rico em citral, que é a principal substância que confere propriedades biológicas ao óleo essencial. O citral é uma mistura de dois isômeros, neral e geranial, monoterpênos oxigenados, que normalmente constituem 70% do óleo essencial de capim-limão.

A metodologia proposta neste trabalho não envolve o uso de solventes derivados do petróleo, nem produtos sintéticos. O modelo metodológico aplicado em escala laboratorial tem como premissa o efeito biológico do óleo essencial de capim limão sobre doenças e pragas, e tem início no revestimento de sementes de feijão-caupi com o óleo essencial de capim-limão, em seguida, a avaliação do efeito residual protetor ao longo de 180 dias frente a infestação com o inseto praga do feijão-caupi, *C. maculatus*, e a análise química do resíduo de óleo essencial sobre a superfície das sementes ao longo de 180 dias (Figura 2).

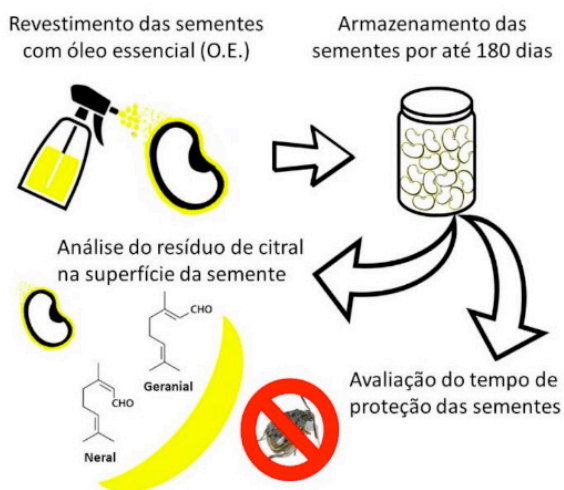


Figura 2. A verificação do efeito residual protetor do óleo essencial de capim limão em escala laboratorial. As sementes são revestidas e armazenadas e o efeito residual protetor avaliado em diferentes tempos de armazenamento, com base no ciclo reprodutivo do inseto. Também, verifica-se a presença de resíduos químicos do óleo essencial na superfície das sementes após diferentes tempos de armazenamento.

Também, verificou-se o efeito inibitório *in vitro* do óleo essencial de capim-limão sobre os fungos *Fusarium* spp., *Colletrochium* spp., *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. Estes fungos são comumente encontrados em sementes e grãos armazenados e em condições inadequadas de armazenamento podem se disseminar, provocar mofo ou bolores e no caso de sementes, prejudicar a formação de plântulas saudáveis. Também foi avaliado se o óleo essencial apresenta qualquer efeito sobre a emergência (germinação em areia) e o desenvolvimento de plântulas de feijão (*Vigna unguiculata*), previamente revestidas com o óleo essencial de capim limão.

2 | METODOLOGIA

2.1 Obtenção do óleo essencial

O óleo essencial da espécie *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. (Poaceae) foi extraído a partir de folhas secas por hidrodestilação em processo contínuo com aparelho de Clevenger. O óleo essencial foi separado por diferença de fase e seco com sulfato de sódio anidro. Foram realizadas sucessivas extrações, nas mesmas condições, até a obtenção de aproximadamente 20 mL de óleo essencial. Para conservação do óleo essencial ele foi acondicionado em frasco âmbar, protegido da luz e umidade, hermeticamente fechado, conservados em freezer -20°C até o momento de seu uso.

2.2 Análise química do óleo essencial

A análise foi realizada em um CG Hewlett-Packard 5890 II (Palo Alto, EUA) equipado com um detector de ionização de chama (DIC), e um injetor split/splitless com relação de separação de 1:20 com o objetivo de separar as substâncias do óleo essencial e quantificá-las. As substâncias foram separadas numa coluna capilar de sílica fundida com 5% difenil e 95% dimetilpolisiloxano (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm). As temperaturas do forno, injetor e detector foram programadas conforme relatado por ADAMS (2007). O gás transportador utilizado foi He (1 mL / min). O volume injetado foi de 1 μl a uma razão de divisão de 1:20. A percentagem de compostos de óleo essencial foi calculada a partir da área relativa de cada pico analisado pelo FID. A caracterização química foi realizada em um CG acoplado a um espectrômetro de massas, modelo QP-2010 Plus (Shimadzu, Japão). O fluxo de gás de arraste, a coluna capilar e as condições de temperatura para a análise de CG/EM foram os mesmos descritos para CG/DIC e relatados por ADAMS (2007). As condições operacionais do espectrômetro de massa foram: tensão de ionização de 70 eV, faixa de massa de 40-400 m/z e 0,5 de varredura/s. Os índices de retenção dos compostos foram calculados com base na co-injeção de amostras com uma mistura de hidrocarbonetos C8-C20, conforme relatado por VAN DEN DOOL; DEC. KRATZ

(1963). Constituintes foram identificados por comparação de seus espectros de massa com a biblioteca (NIST, 2008) e com aqueles relatados por ADAMS (2007).

2.3 Revestimento da semente com óleo essencial

Foi preparado 25 mL de solução de óleo essencial diluídos em etanol a 0,1%. A solução foi utilizada para revestir 30 g de sementes de feijão-caupi (aproximadamente 150 sementes). O modo operacional para o revestimento foi de batelada, sob pressão negativa até o esgotamento do solvente. O mesmo procedimento foi realizado para o controle, que não recebeu o óleo essencial de capim-limão. As sementes revestidas foram armazenadas em frascos de vidro com tampa em câmara a 7° C ($\pm 1^\circ$ C) protegido da luz e umidade, e o efeito residual protetor do óleo essencial foi observado em quatro tempos diferentes, por: 7, 30, 90 e 180 dias de armazenamento.

2.4 Ensaio Biológico contra o inseto *C. maculatus*

Tubos de 50 mL contendo 30 grãos de feijão-caupi revestidos com óleo essencial ou não (controle) e 10 insetos saudáveis com dois dias de idade (1:1 fêmea/macho) foram utilizados como unidade experimental, com cinco repetições para cada tratamento. Os tubos foram então fechados e armazenados em uma câmara a 27° C ($\pm 1^\circ$ C) e umidade relativa de 65% ($\pm 5\%$). A mortalidade e a postura de ovos foram registradas 48h após a iniciado o teste, em seguida, as tampas foram removidas e substituídas por uma tela fina e a emergência de novos adultos foi avaliada após 27 dias. O teste foi realizado duas vezes sob as mesmas condições.

2.5 Análise química do revestimento na semente

As amostras de sementes previamente revestidas e estocadas por 30, 90 e 180 dias foram lavadas com 5 mL de diclorometano, em duplicata, em seguida, a solução foi reduzida a 1 mL sob fluxo constante de N₂ gasoso. Por fim, uma alíquota de 1,0 μ L da solução foi injetada em um CG Hewlett-Packard 5890 II (Palo Alto, EUA) equipado com um detector de ionização de chama (DIC) e em um CG acoplado a um espectrômetro de massas, modelo QP-2010 Plus (Shimadzu, Japão). O fluxo de gás de arraste, a coluna capilar e as condições de temperatura para a análise de CG/EM e CG/DIC, assim como a identificação das substâncias, foram as mesmas descritas na Análise química do óleo essencial. Foi injetado, nas mesmas condições descritas anteriormente, 1 μ l de solução de neral e geranial nas concentrações de 4,0; 0,4 e 0,04 e 6,0; 0,6 e 0,06 μ L/mL, respectivamente como padrão externo para aferição da concentração de neral e geranial no resíduo.

2.6 Inibição do crescimento fúngico – teste de diluição em meio BDA

O óleo essencial de capim-limão foi diluído em Dimetilsulfóxido (DMSO) e

misturado ao meio de cultura Batata-dextrose-agar (BDA), produzindo concentração de 2,0 $\mu\text{L/mL}$ de BDA. Como controle (+) utilizou-se o fungicida Folicur (0,08 $\mu\text{L/ml}$) e como controle (-) somente Dimetilsulfóxido (DMSO, 12 $\mu\text{L/ml}$) e somente BDA (testemunha). Em seguida, os meios de culturas foram vertidos para as placas de Petri, no centro delas inoculados os fungos *Fusarium* spp., *Colletrochium* spp, *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp, por fim, incubados por 48 horas à 26° C. Após 48 horas, as placas foram digitalizadas, e o halo fúngico transformado em área com auxílio do Software ImageJ 1.49v (RUEDEN, C.; DIETZ, C.; HORN, M.; SCHINDELIN, J.; NORTHAN, B.; BERTHOLD, M.; ELICEIRI, 2016) e convertido para (%) inibição do crescimento.

2.7 Germinação de feijão-caupi – teste de emergência em areia

Sementes orgânicas de feijão-caupi da variedade Guariba foram adquiridas na PESAGRO, Seropédica-RJ e revestidas com óleo essencial de capim limão, conforme descrito anteriormente. O mesmo procedimento foi realizado para o controle, que não recebeu o óleo essencial de capim-limão. Depois, as sementes foram transferidas para substrato areia e condicionadas em ambiente controlado \pm 25 °C e a germinação avaliada conforme descrito na literatura (BRASIL, 2009).

2.8 Estatística

Os dados para mortalidade foram corrigidos segundo (ABBOTT, 1925) com base no controle da mortalidade. As porcentagens para postura de ovos (oviposição) e emergência de novos adultos foram calculadas pela seguinte fórmula: $P = T \times 100 / C$, onde P, T e C são a porcentagem, a média registrada no grupo tratamento e média registrada no grupo controle, respectivamente. Os demais dados apresentados foram expressos como médias aritméticas \pm erro padrão, submetidos à ANOVA, as diferenças entre as médias determinadas utilizando o teste de Tukey (5%).

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

Apenas para efeito de relato o rendimento do óleo essencial foi de 1,2% (m/m). As características organolépticas do óleo são descritas como: cor amarelo ouro, odor forte e cítrico, densidade entorno de 0,89 g/cm^3 . A análise química do óleo essencial revelou um perfil rico nos isômeros neral (34%) e geranial (47%), muito semelhante a outras descrições na literatura (ANDRADE; ZOGHBI; LIMA, 2009; PINTO *et al.*, 2015). As substâncias mirceno (12%), (*Z*)-isocitral (1%) e (*E*)-isocitral (2%) também foram encontradas no óleo essencial (Figura 3). Diferenças no perfil químico dos óleos essenciais dentro das espécies podem ser explicadas com base no polimorfismo químico, fatores ambientais, nutricionais e interações ecológicas (CHENG *et al.*, 2007; MAFFEI; GERTSCH; APPENDINO, 2011; SANGWAN *et al.*, 2001).

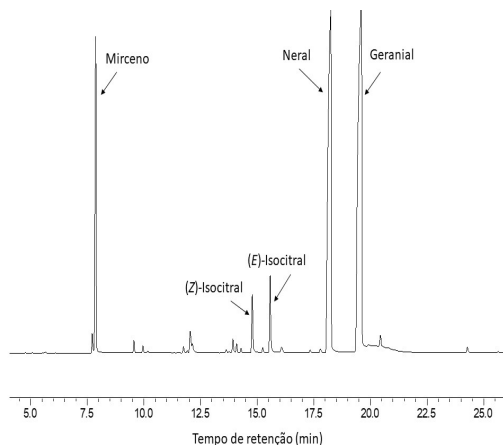


Figura 3. Cromatograma de íons totais (TIC) do óleo essencial de *Cymbopogon citratus*. As substâncias foram separadas em coluna capilar de sílica fundida com 5% difenil e 95% dimetilpolisiloxano (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm).

A avaliação do efeito protetor do revestimento de óleo essencial de capim limão permitiu observar diminuição na mortalidade dos insetos em função do tempo de armazenamento das sementes revestidas, sendo que aos 180 dias o revestimento provocou uma baixa mortalidade aos insetos praga. Também, verificou-se redução na postura de ovos aos 7 dias de armazenamento, e com menor efeito ao 30 e 90 dias de armazenamento, assim como, redução no surgimento de novos adultos até os 90 dias de armazenamento das sementes revestidas com óleo essencial de capim limão (Figura 4). A avaliação do tempo de proteção das sementes após o revestimento tem sido verificada por outros autores como essencial para validar a eficácia da técnica, e os tempos de proteção tem sido diferente, de acordo com o produto natural e os insetos testados (ILBOUDO *et al.*, 2010; KETOH *et al.*, 2005).

A análise química do resíduo obtido após lavagem das sementes revestidas com de óleo essencial de capim-limão revelaram a presença de neral e geranial (citral), exceto nas sementes estocadas por 180 dias. Foi possível verificar a diminuição do resíduo de neral e geranial nas sementes com o aumento do tempo de armazenamento (Figura 5a). Provavelmente a diminuição destas substâncias revestindo as sementes de feijão está relacionado à diminuição da atividade tóxica do revestimento sobre o ciclo reprodutivo do caruncho.

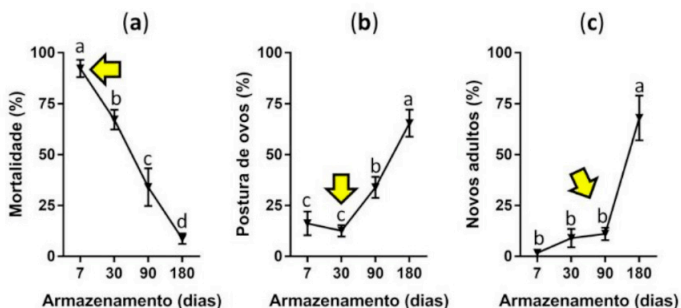


Figura 4. Avaliação do ciclo reprodutivo do caruncho incubado com sementes previamente revestidas com óleo essencial de capim limão e armazenadas por 7, 30, 90 e 180 dias. As setas indicam os melhores resultados em função do tempo de estocagem das sementes. As barras representam o erro padrão entorno das médias. Letras diferentes representam diferença significativa pelo teste Tukey (5%).

O óleo essencial de capim-limão inibiu o crescimento do halo dos fungos *Fusarium* spp., *Colletrochium* spp, *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp (Figura 5b). Este resultado contribui para a ampliação do efeito protetor do óleo essencial de capim limão, como já observados por outros autores. Além disso, óleo essencial de capim-limão não promoveu inibição significativa da germinação das sementes de feijão-caupi, que é uma excelente informação quando se busca o tratamento de sementes comerciais.

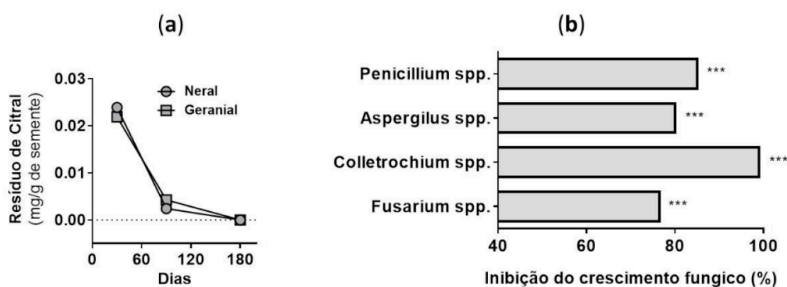


Figura 5. Resíduo de neral e geranial (mg/g) encontrados revestindo as sementes de feijão-caupi após 30, 90 e 180 dias de armazenamento (a). Inibição (%) do crescimento dos fungos *Fusarium* spp., *Colletrochium* spp, *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. (b). *** significativo segundo o teste Tukey (5%, $p < 0,001$) em comparação ao controle com DMSO. Todos os fungos submetidos ao controle positivo (Folicur) apresentaram 100% de inibição.

4 | CONCLUSÕES

Somando os resultados do efeito inibitório sobre o ciclo reprodutivo do *C. maculatus*, o crescimento dos fungos e a constatação que o método para aplicação do revestimento com óleo essencial de capim limão não apresentaram efeito negativo sobre a germinação, conclui-se que o óleo essencial de capim-limão apresenta enorme potencial para o uso como produto natural destinado a proteção de grãos e sementes de feijão contra insetos praga e fungos de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. **Journal of Economic Entomology**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 265–267, 1925. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. 4. ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2007. *E-book*.
- ADORJAN, B.; BUCHBAUER, G. Biological properties of essential oils: an updated review. **Flavour and Fragrance Journal**, [S. l.], v. 25, n. 6, p. 407–426, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ffj.2024>
- AL NAGGAR, Y. *et al.* Organophosphorus insecticides in honey, pollen and bees (*Apis mellifera* L.) and their potential hazard to bee colonies in Egypt. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, [S. l.], v. 114, p. 1–8, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.12.039>
- ALVES, M. de S. *et al.* Efficacy of lemongrass essential oil and citral in controlling *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae), a post-harvest cowpea insect pest. **Crop Protection**, [S. l.], v. 119, p. 191–196, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.02.007>. Acesso em: 30 abr. 2019.
- ANDRADE, E. H. A.; ZOGHBI, M. das G. B.; LIMA, M. da P. Chemical Composition of the Essential Oils of *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf Cultivated in North of Brazil. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 41–45, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0972060X.2009.10643689>. Acesso em: 18 out. 2014.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. *E-book*. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 10 maio. 2019.
- CHENG, A.-X. *et al.* Plant Terpenoids: Biosynthesis and Ecological Functions. **Journal of Integrative Plant Biology**, [S. l.], v. 49, n. 2, p. 179–186, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2007.00395.x>
- DUTRA, R. M. S.; SOUZA, M. M. O. de. CERRADO, REVOLUÇÃO VERDE E EVOLUÇÃO DO CONSUMO DE AGROTÓXICOS. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 29, n. 3, p. 473–488, 2017.
- EHLERS, E. **O que é agricultura sustentável**. [S. l.]: Brasiliense, 2017. *E-book*.

HADDAD, C. *et al.* AGROTÓXICOS NO BRASIL: uma violação aos direitos fundamentais. **Jornal Eletrônico das Faculdades Integradas Vianna Júnior**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 1–19, 2019.

ILBOUDO, Z. *et al.* Biological activity and persistence of four essential oils towards the main pest of stored cowpeas, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, [S. l.], v. 46, n. 2, p. 124–128, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2009.12.002>

ISO-9235. **ISO, International Standard 9235: 2013 Aromatic natural raw materials—vocabulary**. [S. l.], 2013. Disponível em: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=51017. Acesso em: 31 mar. 2015.

KETOH, G. K. *et al.* Essential oils residual effects on *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) survival and female reproduction and cowpea seed germination. **International Journal of Tropical Insect Science**, [S. l.], v. 25, n. 02, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1079/IJT200565>

KIM, K.-H.; KABIR, E.; JAHAN, S. A. Exposure to pesticides and the associated human health effects. **Science of The Total Environment**, [S. l.], v. 575, p. 525–535, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.009>

MAFFEI, M. E.; GERTSCH, J.; APPENDINO, G. Plant volatiles: Production, function and pharmacology. **Natural Product Reports**, [S. l.], v. 28, n. 8, p. 1359, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/c1np00021g>

MAHMOOD, I. *et al.* Effects of Pesticides on Environment. In: **Plant, Soil and Microbes**. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 253–269. *E-book*. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-27455-3_13

MOSMANN, M. P.; ALBUQUERQUE, L.; BARBIERI, I. B. Agrotóxicos e direito humanos no contexto global: o Brasil em risco de retrocesso? **Revista de Direito Internacional**, [S. l.], v. 16, n. 2, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5102/rdi.v16i2.6107>

NIST. **National Institute of Standards and Technology. Mass Spectral Library (NIST/EPA/NIH)**. [S. l.]: [NIST 08] National Institute of Standards and Technology. “Mass Spectral Library (NIST/EPA/NIH).” (2008)., 2008.

NUNES, F. J.; DIAS, F. P. M.; SILVA, R. F. da. A REVOLUÇÃO VERDE E SEUS IMPACTOS NA SAÚDE HUMANA COM A MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA. **Revista Revise**, [S. l.], v. 3, p. 1–3, 2018.

PINTO, Z. T. *et al.* Chemical composition and insecticidal activity of *Cymbopogon citratus* essential oil from Cuba and Brazil against housefly. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 36–44, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612015006>

REGNAULT-ROGER, C.; VINCENT, C.; ARNASON, J. T. Essential Oils in Insect Control: Low-Risk Products in a High-Stakes World. **Annual Review of Entomology**, [S. l.], v. 57, n. 1, p. 405–424, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100554>. Acesso em: 4 dez. 2014.

RUEDEN, C.; DIETZ, C.; HORN, M.; SCHINDELIN, J.; NORTHAN, B.; BERTHOLD, M.; ELICEIRI, K. **ImageJ Ops**. [S. l.], 2016. Disponível em: <http://imagej.net/Ops>. Acesso em: 10 maio. 2019.

SANGWAN, N. S. *et al.* Regulation of essential oil production in plants. **Plant Growth Regulation**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 3–21, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1013386921596>. Acesso em: 16 set. 2014.

SERRA, L. S. *et al.* Revolução Verde: reflexões acerca da questão dos agrotóxicos. **Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB**, [S. l.], v. 1, n. 4, p. 1–25, 2016.

VAN DEN DOOL, H.; DEC. KRATZ, P. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas—liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography A**, [S. l.], v. 11, p. 463–471, 1963. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)80947-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)80947-X)

WAGNER, N. *et al.* Evaluating the risk of pesticide exposure for amphibian species listed in Annex II of the European Union Habitats Directive. **Biological Conservation**, [S. l.], v. 176, p. 64–70, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.05.014>. Acesso em: 21 jan. 2015.

WEZEL, A. *et al.* Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 1–20, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0180-7>

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Agentes nucleantes 35, 39
- Alface 124, 126, 127, 131
- Alginato de sódio 145, 147, 152
- Amido de manga 1, 8, 10
- Análise de combustíveis 12, 13
- Armazenamento de energia térmica solar 197
- Aromaterapia 48, 50, 51, 56, 57
- Atividade antioxidante 28, 113, 115, 116, 118, 119, 121, 122, 146
- Atividade biológica 28, 162

B

- Bagaço de malte de cervejaria 76, 78
- Biofuel 174, 175

C

- Capim limão 162, 164, 165, 166, 168, 169, 170, 171
- Caracterização fitoquímica 113
- Chalcona 27, 29, 30, 32, 33
- Conversão 78, 89, 90, 156, 192
- Corante 58, 59, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 91, 155, 156, 157, 158, 160, 161
- Corantes têxteis 58, 60, 71

D

- Descoloração fúngica 58
- Dispersão água-óleo 41, 46

E

- Enzimas antioxidantes 123, 125, 126, 127, 130, 132
- Estabilidade oxidativa 96, 102
- Etanol de segunda geração 78, 191, 192, 193

G

- Gelificação iônica 145, 146, 147, 152

Goma de linhaça 104, 105, 106, 108, 109, 110, 111

H

Hidrólise ácida 76, 78, 80, 81, 82, 86, 134, 136, 138, 139, 140, 142

L

Laurato de vinila 1, 3, 5, 6, 7, 8, 10

M

Mathematical model 174, 183, 184, 185, 186, 188

Metais pesados 13, 14, 123, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132

Métodos eletroanalíticos 12

Métodos Eletroanalíticos 12, 16

Microencapsulação 145, 152, 153

Modelagem cinética 155, 156, 160

Modificador reológico 1, 3, 5, 9, 10

Montmorilonita 35, 36

N

Nanocelulose 134, 135, 136, 137, 138, 142, 143, 144

O

Óleo de maracujá 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102

Óleo de pequi 145, 147, 152

Óleo essencial 50, 51, 52, 53, 54, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171

Óleo ylang-ylang 48, 56

P

Pau-mocó 113, 114

Pet micronizado 35

Poli(ácido láctico) 35

Pré-hidrólise 134, 136, 138, 139, 140, 142

Pré-tratamento ácido 191, 192, 193, 195

Propriedades pro-oxidantes 155, 156, 160

R

Raio hidrodinâmico 104, 107, 109, 110, 111

Rama de mandioca 191

Reator CSTR 90

Reologia 104, 154

S

Separação gravitacional 41, 42, 43

Sistemas moleculares 197


T

Tempo de residência 89, 90, 91, 93, 94

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável **3**

-  www.arenaeditora.com.br
-  contato@arenaeditora.com.br
-  [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)
-  www.facebook.com/arenaeditora.com.br

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável **3**

-  www.arenaeditora.com.br
-  contato@arenaeditora.com.br
-  [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)
-  www.facebook.com/arenaeditora.com.br