



DESENVOLVIMENTO SOCIAL E SUSTENTÁVEL

DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

3

Júlio César Ribeiro
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2020



DESENVOLVIMENTO SOCIAL E SUSTENTÁVEL

DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

3

Júlio César Ribeiro
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2020

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 Cremona

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-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 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. 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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª 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
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª 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
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª 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
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª 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
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
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. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
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. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
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. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia 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 Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Júlio César Ribeiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desenvolvimento social e sustentável das ciências agrárias
3 / Organizador Júlio César Ribeiro. – Ponta Grossa -
PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-472-6

DOI 10.22533/at.ed.726201410

1. Ciências agrárias. 2. Agronomia. 3.
Desenvolvimento. 4. Sustentabilidade. I. Ribeiro, Júlio César
(Organizador). II. Título.

CDD 630

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento sustentável das Ciências Agrárias assegura um crescimento socioeconômico satisfatório reduzindo potenciais impactos ambientais, ou seja, proporciona melhores condições de vida e bem estar sem comprometer os recursos naturais.

Neste contexto, a obra “Desenvolvimento Social e Sustentável das Ciências Agrárias” em seus 3 volumes traz à luz, estudos relacionados a essa temática.

Primeiramente são apresentados trabalhos a cerca da produção agropecuária, envolvendo questões agroecológicas, qualidade do solo sob diferentes manejos, germinação de sementes, controle de doenças em plantas, desempenho de animais em distintos sistemas de criação, e funcionalidades nutricionais em animais, dentre outros assuntos.

Em seguida são contemplados estudos relacionados a questões florestais, como características físicas e químicas da madeira, processos de secagem, diferentes utilizações de resíduos madeireiros, e levantamentos florestais.

Na sequência são expostos trabalhos voltados à educação agrícola, envolvendo questões socioeconômicas e de inclusão rural.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores por compartilharem seus estudos tornando possível a elaboração deste e-book.

Esperamos que a presente obra possa contribuir para novos conhecimentos que proporcionem o desenvolvimento social e sustentável das Ciências Agrárias.

Boa leitura!

Júlio César Ribeiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AGROECOLOGIA NA PERCEPÇÃO DA AGRICULTORA DO ASSENTAMENTO SUMARÉ II

Lucilene Cruz da Silva

DOI 10.22533/at.ed.7262014101

CAPÍTULO 2..... 14

Metarhizium anisopliae: POTENCIAL DE USO NO BRASIL, MERCADO E PERSPECTIVAS

Mizael Cardoso da Silva

Diego Lemos Alves

Lucas Faro Bastos

Alessandra Jackeline Guedes de Moraes

Alice de Paula de Sousa Cavalcante

Ana Paula Magno do Amaral

Fernanda Valente Penner

Gisele Barata da Silva

Gledson Luiz Salgado de Castro

Gleiciane Rodrigues dos Santos

Josiane Pacheco Alfaia

Telma Fátima Vieira Batista

DOI 10.22533/at.ed.7262014102

CAPÍTULO 3..... 27

PERSISTÊNCIA DE *Bacillus thuringiensis* VISANDO O CONTROLE MICROBIANO DE *Phyllocnistis citrella*

David Jossue López Espinosa

Rogério Teixeira Duarte

Silvia Islas Rivera

Alejandro Gregorio Flores Ricardez

Manuel de Jesús Morales González

Luis Arturo Solis Gordillo

Isac Carlos Rivas Jacobo

DOI 10.22533/at.ed.7262014103

CAPÍTULO 4..... 35

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DAS SEMENTES DE GIRASSOL ORIUNDAS DE DIFERENTES LOCALIDADES

Aline de Oliveira Silva

Luís Paulo Firmino Romão da Silva

Moisés Sesion de Medeiros Neto

Mailson Gonçalves Gregório

Erivan de Sousa Abreu

George Martins Gomes

Larissa Monique de Sousa Rodrigues

Marizânia Sena Pereira

DOI 10.22533/at.ed.7262014104

CAPÍTULO 5..... 45

SELEÇÃO DE MANDIOCA DE MESA NAS ENCOSTAS DA SERRA CATARINENSE

Sirlei de Lima Vieira
Darlan Rodrigo Marchesi
Fabiano Alberton

DOI 10.22533/at.ed.7262014105

CAPÍTULO 6..... 53

RESPOSTAS DE GENÓTIPOS DE CANA-ENERGIA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Tamara Rocha dos Santos
Eliana Paula Fernandes Brasil
Wilson Mozena Leandro
Gislene Auxiliadora Ferreira
Vanderli Luciano da Silva
Aline Assis Cardoso
Raiane Ferreira de Miranda
Mariely Moreira Borges
Nívia Soares de Paiva Bonavigo
Randro dos Reis Faria

DOI 10.22533/at.ed.7262014106

CAPÍTULO 7..... 61

PARÂMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES MORFOLÓGICOS EM GENÓTIPOS DE *Capsicum annuum* L.

Maria Eduarda da Silva Guimarães
Ana Carolina Ribeiro de Oliveira
Ana Izabella Freire
Ariana Mota Pereira
Dreice Nascimento Gonçalves
Françoise Dalprá Dariva
Paula Cristina Carvalho Lima
Abelardo Barreto de Mendonça Neto
Renata Ranielly Pedroza Cruz
Mateus de Paula Gomes
Luciana Gomes Soares
Fernando Luiz Finger

DOI 10.22533/at.ed.7262014107

CAPÍTULO 8..... 69

TENDÊNCIAS CLIMÁTICAS NAS SÉRIES TEMPORAIS DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA-RS

Izabele Brandão Kruel
Sandro Luis Petter Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.7262014108

CAPÍTULO 9..... 81

PÓLEN E ATIVIDADE POLINIZADORA DE ABELHAS SEM FERRÃO EM ÁREAS URBANAS, PERIURBANAS E REFLORESTADAS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

Ortrud Monika Barth
Alex da Silva de Freitas
Bart Vanderborght
Cristiane dos Santos Rio Branco

DOI 10.22533/at.ed.7262014109

CAPÍTULO 10..... 93

A IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA PROPRIEDADE INTELECTUAL PARA A BIOTECNOLOGIA: UMA ANÁLISE DA PRODUÇÃO (2013 – 2018) E DA EXPORTAÇÃO AGROPECUÁRIA (2015 – 2019)

Epaminondas da Silva Dourado

DOI 10.22533/at.ed.72620141010

CAPÍTULO 11..... 108

PLANEJAMENTO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO PARA A CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO EM COOPERATIVA AGRÍCOLA

Flávio Aparecido Pontes
Cleis Meire Veiga
Luiz Egidio Costa Cunha

DOI 10.22533/at.ed.72620141011

CAPÍTULO 12..... 132

CARACTERIZAÇÃO ÓPTICAS E MORFOLÓGICAS DE FILMES BIODEGRADÁVEIS COMPOSTOS POR FÉCULA DE BATATA, GELATINA BOVINA E QUITOSANA

Francielle Cristine Pereira Gonçalves
Kristy Emanuel Silva Fontes
Mariza Cláudia Pinheiro de Assis
Anne Priscila de Castro Bezerra Barbalho
Bárbara Jéssica Pinto Costa
Dyana Alves de Oliveira
Richelly Nayhene de Lima
Ricardo Alan da Silva Vieira
Juciane Vieira de Assis
Francisco Leonardo Gomes de Menezes
Magda Jordana Fernandes
Liliane Ferreira Araújo de Almada
Diogo Silva de Aguiar Nobre

DOI 10.22533/at.ed.72620141012

CAPÍTULO 13..... 145

PRODUÇÃO DE QUEIJOS FRESCAIS ELABORADOS COM LEITE DE CABRAS CRIADAS EM SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO

Élice Brunelle Lessa dos Santos

Steyce Neves Barbosa
Carina de Castro Santos Melo
Ana Laura Alencar Miranda
Maria Tamires Silva de Sá
André Araújo Moraes
Daniel Ribeiro Menezes

DOI 10.22533/at.ed.72620141013

CAPÍTULO 14..... 152

MELANOMA PERINEAL EM UM CAPRINO

Caroline Gomes da Silva
Amanda de Carvalho Gurgel
Diego Rubens Santos Garcia
Hodias Sousa de Oliveira Filho
Roberta Azevedo Beltrão
Mariana Lumack do Monte Barretto
Natália Ingrid Souto da Silva
Francisco Jocélio Cavalcante Souza
Laynaslan Abreu Soares
Isabela Calixto Matias
Glauco José Nogueira de Galiza
Lisanka Ângelo Maia

DOI 10.22533/at.ed.72620141014

CAPÍTULO 15..... 158

RUPTURA DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL EM CÃES: SUTURA DE TÉCNICA EXTRACAPSULAR DE IMBRICAÇÃO EMPREGADA EM AVE

Luana Coleraus dos Santos
Cassiano Loesch
Ariel Gasparin Nunes
Rodrigo Crippa
Alan Eduardo Bazzan
Bárbara Thaisi Zago
Flávia Serena da Luz

DOI 10.22533/at.ed.72620141015

CAPÍTULO 16..... 172

AVALIAÇÃO DO PERFIL PEPTÍDICO DOS HIDROLISADOS PROTEICOS OBTIDOS DE *Paralonchurus brasiliensis* ORIUNDOS DA FAUNA ACOMPANHANTE

Artur Ascenso Hermani
Tavani Rocha Camargo
Gabriella Cavazzini Pavarina
Luiz Flávio José dos Santos
Wagner Cotroni Valenti
João Martins Pizauro Junior

DOI 10.22533/at.ed.72620141016

CAPÍTULO 17..... 183

ESTUDO DE CASO COM ESTATÍSTICA NÃO PARAMÉTRICA NO AGRESTE PERNAMBUCANO/BRASIL: VALORES EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO E PRODUÇÃO DE LEITE

Moacyr Cunha Filho
Andréa Renilda Silva Soares
Daniel de Souza Santos
Danielly Roberta da Silva
Luany Emanuella Araujo Marciano
Izaquiel de Queiroz Ferreira
Catiane da Silva Barros Ferreira
José Antonio Aleixo da Silva
Rômulo Simões Cezar Menezes
Ana Patrícia Siqueira Tavares Falcão
Giselly de Oliveira Silva
Ana Luíza Xavier Cunha

DOI 10.22533/at.ed.72620141017

CAPÍTULO 18..... 194

ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURA EM MADEIRA *Manilkara spp*

Ada Lorena de Lemos Bandeira
Leandro Freire Ficagna
Claudio Dornelis de Freitas Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.72620141018

CAPÍTULO 19..... 200

PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA JOVEM DE EUCALYPTUS PELLITA

Filipe Luigi Dantas Lima Santos
Rita Dione Araújo Cunha
Sandro Fábio César

DOI 10.22533/at.ed.72620141019

CAPÍTULO 20..... 208

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS MOVELEIROS ORIUNDOS DA MADEIRA DE IPÊ NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS-PA

Wilson Fernando Rodrigues Stefanelli
Gesivaldo Ribeiro Silva
Raul Negrão de Lima
Nelivelton Gomes dos Santos
João Rodrigo Coimbra Nobre

DOI 10.22533/at.ed.72620141020

CAPÍTULO 21..... 215

EXTRATIVOS X POTENCIAL ENERGÉTICO: IMPACTO DA EXTRAÇÃO DA MADEIRA DE *Pinus elliottii* NO SEU ESTOQUE ENERGÉTICO

Elias Costa de Souza
Emanuelle Cristina Barbosa

Regina Maria Gomes
Debora Klingenberg
Diego Lima Aguiar
Luana Candaten
Annie Karoline de Lima Cavalcante
Aécio Dantas de Sousa Júnior
Ananias Francisco Dias Júnior
José Otávio Brito

DOI 10.22533/at.ed.72620141021

CAPÍTULO 22..... 227

FITOQUÍMICA E FARMACOLOGIA DE MATÉRIAS PRIMAS MADEIREIRA E NÃO MADEIREIRA

Luciana Jankowsky
Ivaldo Pontes Jankowsky

DOI 10.22533/at.ed.72620141022

CAPÍTULO 23..... 240

A CONSTRUÇÃO DE DIRETRIZES CURRICULARES PARA EDUCAÇÃO INTERCULTURAL NO MUNICÍPIO DE CURAÇÁ – BA

Anne Gabrielle da Silva Martins

DOI 10.22533/at.ed.72620141023

CAPÍTULO 24..... 246

FUNDAMENTOS DE UMA METODOLOGIA PARTICIPATIVA PARA VALIDAÇÃO E ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DA EMBRAPA

Joanne Régis Costa
José Edison Carvalho Soares
Adriana Moraes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.72620141024

SOBRE O ORGANIZADOR..... 255

ÍNDICE REMISSIVO..... 256

FITOQUÍMICA E FARMACOLOGIA DE MATÉRIAS PRIMAS MADEIREIRA E NÃO MADEIREIRA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 14/07/2020

Luciana Jankowsky

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
ESALQ/USP
Piracicaba – SP
<http://lattes.cnpq.br/6379478722516335>

Ivaldo Pontes Jankowsky

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
ESALQ/USP
Piracicaba – SP
<http://lattes.cnpq.br/4825302784201406>

RESUMO: Pesquisas e desenvolvimento de compostos químicos com matérias primas madeireiras e não madeireiras, através de estudos fitoquímicos e perfil de atividade farmacológica, coincidem com as tendências de mercado das indústrias farmacêutica e química. Estudos realizados com protocolos “*in vitro*” (cultura celular humana e bactérias) e “*in vivo*” (pré-clínico) representam os trabalhos iniciais na área de P&D, e as inovações tecnológicas residem no emprego de técnicas multidisciplinares com o propósito de inovar nas estratégias de identificação e aplicação dos compostos químicos encontrados. Resultados obtidos com resíduos madeireiros provenientes da indústria de pisos comprovaram perfil farmacológico antitumoral, anti-inflamatório

e sobre o sistema nervoso central. O licor pirolenhoso, obtido de material não madeireiro, foi testado quanto a atividade antibacteriana. Os resultados evidenciam que novos elos, decorrentes da pesquisa fitoquímica, podem ser incluídos na cadeia produtiva de produtos madeireiros e não madeireiros, cuja abordagem agrega valores econômico, ambiental e sociais aos produtos florestais.

PALAVRAS-CHAVE: *Myroxylon peruiferum*, *Dendrocalamus asper*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, atividade antinociceptiva.

PHYTOCHEMISTRY AND PHARMACOLOGY OF WOOD E NON-WOOD RAW MATERIAL

ABSTRACT: Research and development related to phytochemistry and pharmacology in pharmaceutical industry achieved a new trend in sources of chemical components, considering that the raw material is from wood and non-wood origin. Assays performed in “*in vitro*” (human cell culture and bacteria’s cultures) and in “*in vivo*” (pre-clinical) for advances in research from unusual phytochemistry source represents studies in pharmacological area, allowed technological innovations in the employment of multidisciplinary techniques with the propose of new strategies for the formulation of the chemical material found. Results obtain with residues from wood flooring mills demonstrate antitumoral, anti-inflammatory and sedative on central nervous system. Considering the market for non-wood material, the use of the pyrolytic liquor provide inhibition of bacteria’s growth. All

results showed evidences that a new step in productive chain of wood and non-wood material can be approached as sources of R&D, whit the propose of aggregate economic, environmental and social values to forest products.

KEYWORDS: *Myroxylon peruiferum*, *Dendrocalamus asper*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, antinociceptive activity.

1 | INTRODUÇÃO

A renda mundial, entre os períodos de 2013 a 2018 foi exponencialmente crescente. Ao final do ano de 2019 a estimativa da indústria farmacêutica foi de \$1,25 trilhões de dólares americanos (MIKULIC, 2020). O crescimento do consumo está relacionado com doenças, idade, estilo de vida, entre outros. Para que esta renda aumente nos próximos anos as indústrias farmacêuticas e químicas intensificam estudos nas áreas de pesquisa e desenvolvimento, investindo uma estimativa de 20%, ou mais, da renda anual, para a descoberta de novas moléculas ativas (MIKULIC, 2019).

Contudo, as fontes de origem natural, que inicialmente inspiram pesquisa de síntese e semi-síntese química, alcançaram tal ápice que a pesquisa necessita ser expandida para produtos ainda pouco visados, como os de origem florestal, tanto madeireiros e como não madeireiros (CALIXTO, 2005; CHITRA et al., 2019).

A Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015, conhecida como a Lei da biodiversidade (BRASIL, 2015), cujo propósito visa proteger o patrimônio genético nacional e conhecimento tradicional associado, por vezes, gera obstáculos às pesquisas de base, onde estudos fitoquímicos e farmacológicos “*in vitro*” e “*in vivo*” alavancam estudos clínicos.

Considerando a cadeia produtiva no setor madeireiro e não madeireiro, matérias primas consideradas como resíduos e não utilizados como produtos manufaturados, representam uma fonte a ser estudada para fins de pesquisa e desenvolvimento na indústria farmacêutica e química.

Desde 2003 pesquisa com resíduos madeireiros realizadas com extratos brutos obtidos, através de protocolos fitoquímicos, de espécies madeireiras da indústria de pisos, corroboram perfis de diversas atividades farmacológicas, observadas “*in vitro*” e “*in vivo*” (JANKOWSKY, 2005; JANKOWSKY et al., 2017).

Em 2015, estudos com licor pirolenhoso obtido de matéria prima não madeireira, da indústria de carvoaria, demonstrou resultados promissores em protocolos de “bioharzard” 1 e 2, com bactérias patogênicas *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

As espécies vegetais estudadas são comumente empregadas na indústria madeireira e não madeireira, tal como o *Myroxylon peruiferum*. Conhecida pelo nome popular de Cabreúva, é uma árvore encontrada em diversos países, como Bolívia,

Colômbia e Brasil, sendo que neste último a abrangência inclui estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, entre outros. Devido suas propriedades mecânicas e coloração castanho-amarelado a marrom claro, seu emprego na indústria de pisos de madeira e construção civil são conhecidas. Estudos etnofarmacológicos e pré-clínicos demonstram que o óleo-resina e o óleo essencial obtido desta espécie apresentam atividades farmacológicas diversas (PEREIRA et al., 2019; REYES, 2020; SARTORI, [s.d.]); nem como atividade antifúngica e antioxidante (TEIXEIRA DA SILVA et al., 2017).

A cadeia produtiva da indústria madeireira gera uma quantidade enorme de resíduos, dos quais a empregabilidade é baixa e com pouco retorno financeiro. Outro setor cujos resíduos são explorados de forma restrita e com pouco estudo de composição química, ação farmacológica, eficácia e segurança é o setor de pirólise de fontes lignocelulósicas.

A espécie *Dendrocalamus asper* (Schult & Schult) Backer foi provavelmente trazida ao Brasil do sudoeste da Ásia pelos colonizadores portugueses. Em solo brasileiro apresenta touceiras de grande porte, com até 30 m de altura, sendo que os colmos da base podem chegar a 30 cm de diâmetro. Sua coloração marrom, em colmos jovens, ocorre devido a presença de tricomas (BRITO, 2018; TOMBOLATO; GRECO e PINTO, 2012). No Brasil, o bambu vem sendo cada vez mais empregado na indústria moveleira e na produção de painéis, uma vez que é considerado resistente e ecologicamente correto, atingindo patamares de sustentabilidade necessários à sociedade e ao ambiente (PEREIRA e BERALDO, 2016).

Com o propósito de contribuir com a pesquisa e desenvolvimento de base nas indústrias farmacêuticas e químicas, este trabalho avalia novas fontes de matérias primas madeireiras e não madeireiras, etapas na cadeia produtiva das indústrias madeireiras e de carvoaria, como potenciais fontes de composto fitoquímicos com atividade farmacológica, cuja abordagem agrega valores econômicos, ambientais e sociais.

2 I MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Resíduos madeireiros

A pesquisa com resíduos focou a indústria de pisos, sendo avaliados os materiais obtidos das espécies *Tabebuia* sp (Ipê), *Bowdichia nitida* (Sucupira), *Dipteryx odorata* (Cumarú) e *Myroxylon peruiferum* (Cabreúva) (JANKOWSKY, 2005).

2.1.1 Fitoquímica

Os resíduos madeireiros foram submetidos a extrações químicas com

solventes orgânicos (Merck, Sigma-Aldrich), segundo método descrito por Jankowsky (2005). De acordo com a afinidade dos compostos químicos foram gerados dois diferentes tipos de extratos brutos, o diclorometânico (EBD) e o metanólico (EBM). Os solventes de cada extrato bruto foram rotaevaporados a vácuo, em temperatura constante de 40°C, e o extrato obtido armazenado em geladeira a 4°C.

2.1.2 Atividade farmacológica

Após testes preliminares em cultura de células tumorais humanas, o EBD da espécie *Myroxylon peruiferum* foi avaliado em modelo farmacológico de atividade antinociceptiva, seguindo a metodologia descrita por Jankowsky (2005).

2.2 Licor pirolenhoso

O bambu *Dendrocalamus asper*, previamente moído e seco, foi submetido a um processo de pirólise em três diferentes temperaturas, 250°C; 350°C e 550°C. A cada temperatura o licor pirolenhoso integral foi obtido por condensação dos gases voláteis, por um período de 4 horas após atingir a temperatura de pirólise desejada. Os licores pirolenhosos integrais obtidos foram submetidos a um fracionamento líquido-líquido, utilizando metanol e hexano [40:100 mL (3 vezes)] como solventes orgânicos (Merck, Sigma-Aldrich). Os solventes foram evaporados a 40°C em um evaporador rotativo e as frações extraídas foram armazenadas a 4°C, codificadas de acordo com a temperatura de obtenção do licor pirolenhoso e o solvente orgânico extrator (JANKOWSKY, 2019).

O licores pirolenhosos integrais e suas respectivas frações foram denominados de acordo com a temperatura da pirólise e separação química por solvente orgânico. Os licores pirolenhosos integrais foram denominados LPI250, LPI350 e LPI550; as frações metanólicas foram designadas como FMeOH250, FMeOH350 e FmeOH550; as frações hexânicas como FHex250, FHex350 e FHex550.

2.2.1 Atividade antimicrobiana

A atividade antimicrobiana dos extratos brutos pirolenhosos foi avaliada através do teste de difusão em disco, descrito em Jankowsky (2019). Esta metodologia é reconhecida e aceita pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), pelo Food and Drug Administration (FDA) e pelo Clinical Laboratory Standards Instituted (CLSI) (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA), 2003; COLYE et al., 2005; OSTROSKY et al., 2008; WEINSTEIN et al., 2018) quando é impossível prever a sensibilidade desse organismo, mesmo conhecendo a sua identificação. Os testes de sensibilidade são indicados, com maior frequência, quando se acredita que o organismo causador pertence a uma espécie

capaz de apresentar resistência aos agentes antimicrobianos normalmente usados. Diversos métodos laboratoriais podem ser utilizados para medir a sensibilidade *in vitro* das bactérias aos agentes antimicrobianos. Em muitos laboratórios de microbiologia clínica, utiliza-se rotineiramente o método de disco-difusão em ágar para testar os patógenos mais comuns, de crescimento rápido e determinadas bactérias fastidiosas. O presente documento inclui uma série de procedimentos para padronizar a execução dos testes de disco-difusão. Descrevem-se também o desempenho, as aplicações e as limitações dos métodos atualmente recomendados pelo NCCLS. As informações suplementares (tabelas M100 patogênica *Escherichia coli* (ATCC 23282) e *Staphylococcus aureus* (ATCC 35696)

2.3 Análise estatística

Todos os resultados dos testes "*in vivo*" foram submetidos à análise de variância de uma única via (ANOVA), considerando-se como nível crítico $p < 0,05$ para que fosse considerada diferença significativa entre os grupos controle e tratados, seguidos do Teste de Duncan, considerando-se o mesmo nível crítico.

Os resultados da atividade antimicrobiana dos licores pirolenhosos e das suas respectivas frações metanólicas e hexânicas foram analisados individualmente para a bactéria *E. coli* e *S. aureus*, seguindo um delineamento fatorial 3 x 3 (produto x temperatura), com 4 repetições. Em cada ensaio foi aplicada a ANOVA aos resultados totais e o teste de Tukey foi usado para comparar as médias.

3 | RESULTADOS

3.1 Atividade antinociceptiva

As reações dos animais ao estímulo nociceptivo calor são mensuradas neste protocolo. Os animais tratados com solução salina (10 mL.Kg⁻¹), morfina (20 mL.Kg⁻¹), e com o EBD de *M. peruiiferum* nas doses de 100, 300 e 1000 mg.Kg⁻¹ apresentaram diferenças no tempo de reação ao estímulo álgico térmico após 30, 60, 90 e 120 minutos decorridos do tratamento via intraperitoneal, conforme demonstrado na Figura 1.

Na concentração de 1000 mg.kg⁻¹ do EBD de *M. peruiiferum* ocorreu aumento no tempo de reação de 123,4%; 130,8%; 214% e 8,4% após 30, 60, 90 e 120 minutos, respectivamente. A morfina, utilizada como controle positivo, produziu um aumento no tempo de reação dos animais, de 198,3%; 239,5%; 317% e 79% decorridos os mesmos períodos de tempo.

A morfina é reconhecida como potente analgésico, e sua ação foi superior a todos os demais tratamentos; entretanto, o tratamento com o EDB de *M. peruiiferum* na dose de 1000 mg.Kg⁻¹ demonstrou capacidade similar à da morfina para inibir a

percepção de dor.

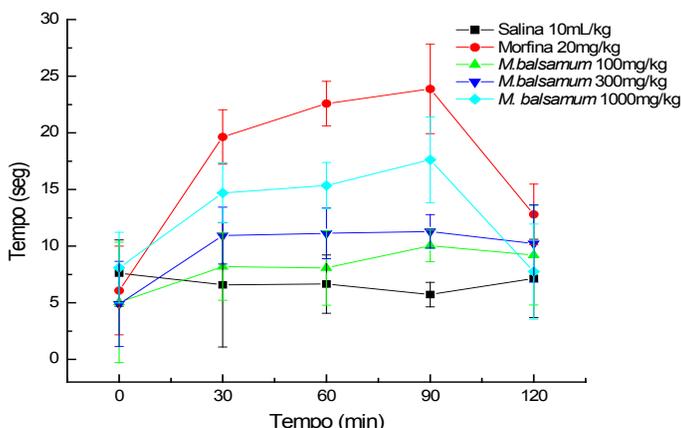


Figura 1. Reatividade ao estímulo térmico em camundongos. Os resultados são expressos em média (\pm erro padrão) de 6 animais por grupo experimental. ANOVA: $F_{(4,25)}$: Basal: 1,4 $p < 0,01$; 30 min: 7,1 $p < 0,001$; 60 min: 4,8 $p < 0,001$; 90 min: 7,15 $p < 0,001$; 120 min: 2,3 $p < 0,001$.

3.2 Atividade antimicrobiana dos licores pirolenhosos e das respectivas frações metabólicas e hexânicas

Os valores médios da inibição de halos mensurados nos ensaios de difusão em disco, para os licores pirolenhosos integrais (LPIs) e suas respectivas frações metanólica (FMeOH) e hexânica (FHex), constam da Tabela 1 para a *E. coli*, e na Tabela 2 para *S. aureus*.

PRODUTOS	TEMPERATURA (°C)		
	250	350	550
LPI	6,8 A ^a	13,01 A ^b	13,67 A ^b
FMeOH	8,88 A ^a	14,68 A ^b	14,66 A ^b
FHex	4,73 A ^a	12,01 A ^b	0,33 B ^a

Médias com a mesma letra maiúscula no sentido vertical não diferem entre si, Teste Tukey, $p < 0.05$
Médias com a mesma letra minúscula no sentido horizontal não diferem entre si, Teste Tukey, $p < 0.01$
ANOVA Produtos (2, 31); $F = 21,84$, $p < 0.01$
ANOVA Temperaturas (2, 31); $F = 16,62$, $p < 0.01$

Tabela 1. Médias dos diâmetros do halo de inibição, em mm, obtidos no ensaio de difusão em disco com *E. coli*, para os licores pirolenhosos integrais (LPIs) e suas respectivas frações metanólica (FMeOH) e hexânica (FHex).

PRODUTOS	TEMPERATURA (°C)		
	250	350	550
LP	0,34 ^{A a}	6,9 ^{A b}	4,12 ^{A ab}
FMeOH	8,16 ^{B a}	11,37 ^{B ab}	14,83 ^{B b}
FHex	9,90 ^{B a}	9,21 ^{AB a}	4,41 ^{A b}

Médias com a mesma letra maiúscula no sentido vertical não diferem entre si, Teste Tukey, $p < 0.05$
Médias com a mesma letra minúscula no sentido horizontal não diferem entre si, Teste Tukey, $p < 0.05$
ANOVA Produtos (2, 31); $F = 28,38$, $p < 0.01$
ANOVA Temperaturas (2, 31); $F = 4,46$, $p < 0.05$

Tabela 2. Médias dos diâmetros do halo de inibição, em mm, obtidos no ensaio de difusão em disco com *S. aureus*, para os licores pirolenhosos integrais (LPIs) e suas respectivas frações metanólica (FMeOH) e hexânica (FHex).

Analisando os resultados da Tabela 1 observa-se que os licores pirolenhosos integrais, e suas frações, apresentam comportamento similar, em relação a bactéria *E. coli*, quando obtidos nas temperaturas de 250°C e 350°C; porém, a fração hexânica perde sua eficiência antimicrobiana quando proveniente da pirólise a 550°C. Resultado similar (perda da eficiência antimicrobiana) também é observado em relação à bactéria *S. aureus* (Tabela 2).

Esse comportamento é facilmente visualizado na Figura 2. Para os licores pirolenhosos avaliados, assim como suas respectivas frações, com exceção da fração metanólica em relação a *S. aureus*, tem-se uma tendência de redução na atividade microbiana quando a temperatura da pirólise passa de 350°C para 550°C.

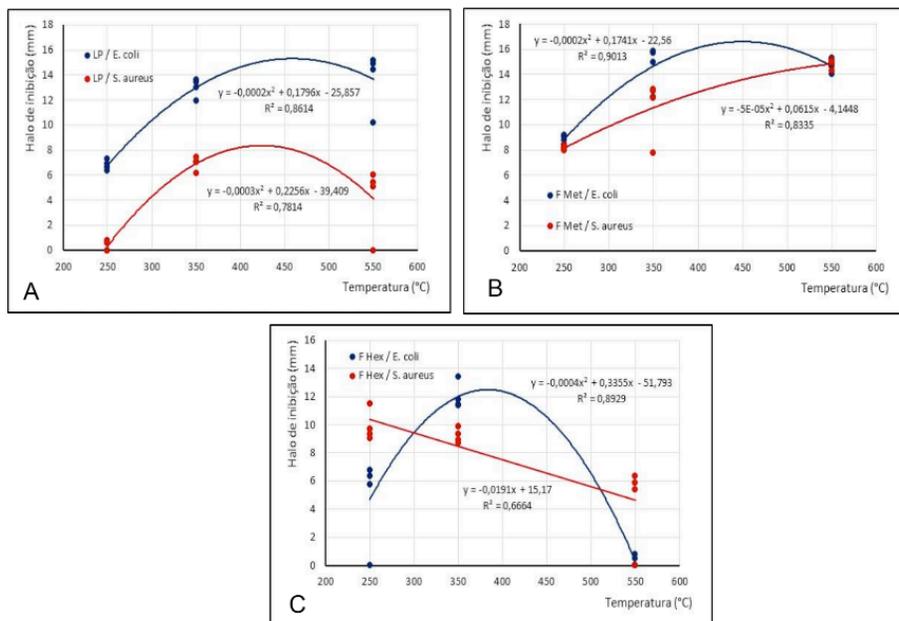


Figura 2. **A.** Relação da atividade antimicrobiana (halo de inibição) dos licores pirolenhos integrais (LPI) em relação as bactérias *E. coli* e *S. aureus* e em função da temperatura da pirólise. **B.** Relação da atividade antimicrobiana (halo de inibição) da fração metanólica dos licores pirolenhos (FMeOH) em relação às bactérias *E. coli* e *S. aureus* e em função da temperatura da pirólise. **C.** Relação da atividade antimicrobiana (halo de inibição) da fração hexânica dos licores pirolenhos (FHex) em relação às bactérias *E. coli* e *S. aureus* e em função da temperatura da pirólise.

4 I DISCUSSÃO

A estrutura de um vegetal arbóreo ou não, tem uma constituição lignocelulósica, devido à similaridade na composição básica de suas fibras: celulose (35-50%), hemicelulose (20-30%) e lignina (10-25%), além de minerais inorgânicos e extrativos orgânicos, como lipídios, proteínas, açúcares simples, amidos, glicosídeos, alcaloides, resinas, fenólicos e óleos essenciais (BALAT et al., 2009; CAI et al., 2017; SILVA NETO et al., 2015). Esta constituição química confere rigidez estrutural ao vegetal, seja este arbóreo ou não (SILVA NETO et al., 2015).

A função fisiológica dos metabólitos primários é essencial para os vegetais, contudo esses compostos não são explorados pelos métodos tradicionais de extração, isolamento e identificação quando são abordados os vegetais de grande porte; em função dos possíveis impactos ambientais relacionados à exploração da floresta e dificuldades na industrialização. Focando os resíduos industriais de processos já estabelecidos, tanto os descartes da indústria madeireira como a recuperação de subprodutos da pirólise, tem-se uma fonte pouco explorada e de

alto potencial para a pesquisa de compostos com atividade biológica (ALMEIDA, 2012; GALVÃO e JANKOWSKY, 1985; ITÔ e HINO, 2007; JANKOWSKY et al., 2017; MATHEW e ZAKARIA, 2014).

O principal fator que diferenciou as extrações dos compostos químicos nestes estudos com as espécies madeireira e não madeireira foi a temperatura.

No estudo do *M. periferum* a metodologia foi mais tradicional em estudos de plantas medicinais, onde outras partes da planta são utilizadas (folhas, flores, frutos, entre outros) são submetidas a temperaturas inferiores a 60°C, visando a não degradação química dos potenciais compostos com perfil de atividade farmacológica. Entretanto, no estudo com bambu, as temperaturas foram acima de 150°C, o que supostamente teria degradado os compostos de interesse farmacológico, o que não foi observado nos resultados encontrados.

Os processos ou tratamentos térmicos conhecidos, que visam a transformação do material lignocelulósico, utilizam temperaturas sempre superiores a 150°C; e nos processos de carbonização a temperatura é ainda mais elevada, acima de 350°C. A complexidade química dessa matéria prima (celulose, hemiceluloses e lignina) favorece a formação de compostos secundários, originados pela decomposição térmica, os quais podem ser recuperados como subprodutos da pirólise. A temperatura utilizada na pirólise afetará a composição química específica desses subprodutos, ou seja, licores pirolenhosos obtidos a diferentes temperaturas terão composição química similar, porém diferentes entre si. Considera-se que a presença de compostos fenólicos e seus derivados seja o principal fator conferindo atividades antifúngica, antimicrobiana e antioxidante (BRAGE e SJÖSTRÖM, 1991; JANKOWSKY e LEPAGE, 1986; LOO; JAIN e DARA, 2008; SOUZA et al., 2018; THEAPPARAT; PONGLIMANONT e CHANDUMPAI, 2018; ZHAO et al., 2017).

Os processos fitoquímicos empregados para separar os compostos químicos presentes em vegetais madeireiros e não-madeireiros segue o princípio de afinidade por solventes orgânicos (NELSON e COX, 2002). A polaridade influencia diretamente na solubilidade dos compostos orgânicos. É correto associar que compostos polares são solúveis em água e compostos apolares são solúveis em óleo. Num processo de extração química a solubilidade define que compostos serão removidos de uma matriz, devido a uma maior afinidade pelo solvente orgânico do que pela matriz, originando extratos ou frações com separação química dos compostos presentes dessa matriz.

O trabalho avaliou o emprego das técnicas de separação fitoquímicas em dois diferentes materiais. O primeiro, proveniente de um resíduo madeireiro, o *M. periferum*, e o segundo proveniente de um processo de aquecimento por pirólise da gramínea *D. asper*. Em particular, neste segundo caso, as elevadas temperaturas de pirólise promoveram degradação dos compostos químicos presentes no *D. asper*,

contudo os compostos secundários recuperados no licor pirolenhoso mantiveram sua atividade farmacológica.

Na avaliação da atividade antinociceptiva do EBD de *M. peruiiferum* o teste aferiu o tempo de reação do animal a um estímulo térmico, proporcionando uma detecção de analgésicos de ação central, como os opioide (RATES e BARROS, 1994). O EBD de *M. peruiiferum*, na dose de 1000 mg.kg⁻¹, apresentou uma resposta similar à da morfina (agente opioide utilizado como controle positivo na realização do teste). A ação antinociceptiva pode ser promovida através da depressão do SNC, a níveis do córtex e do hipocampo no SNC e não de atividade específica das vias nociceptivas.

Na pirólise a 550°C ocorre uma degradação maior da lignina presente no material lignocelulósico, ocorrendo também a liberação de alcatrão; o qual será recuperado junto com o licor pirolenhoso, podendo ser comprovado pelas alterações nas características organolépticas do licor. O alcatrão em si possui compostos orgânicos mais complexos, muitos dos quais possuem atividade antifúngica (LEPAGE et al., 1986), mas cujos efeitos em relação a outros microrganismos e ao ser humano ainda não são conhecidos.

Adicionalmente deve-se considerar que compostos presentes no licor pirolenhoso obtido a 350°C também podem sofrer alterações em suas moléculas quando expostos a temperatura de 550°C, alterando a composição química do licor recuperado e, conseqüentemente, a sua eficiência antimicrobiana.

A utilização de solventes orgânicos, seja na obtenção de extratos brutos ou fracionamentos, permitiu a separação fitoquímica básica dos materiais ensaiados; e pode-se considerar que o desenvolvimento desta linha de ação deverá envolver novas tecnologias para identificação das substâncias potencialmente ativas, passíveis de serem direcionadas para o desenvolvimento de medicamentos e cosméticos. Exemplo de tais tecnologias são cromatografia de alta performance, cromatografia gasosa, espectrometria de massas, microscopia eletrônica de varredura e transmissão, e nanotecnologia.

5 | CONCLUSÕES

Os resultados aqui apresentados permitem concluir que o extrato diclorometânico bruto, obtido de resíduos da madeira de *M. peruiiferum*, na dosagem de 1.000 mg.kg⁻¹, apresentou atividade antinociceptiva; tanto o licor pirolenhoso bruto de *D. asper*, obtido a 350°C, como suas respectivas frações metanólica e hexânica, inibiram o crescimento no teste de difusão de disco da bactéria *E. coli*, comprovando potencial ação antimicrobiana.

Com base nesses resultados pode-se inferir que a continuidade de P&D,

buscando isolar e identificar as substâncias presentes nos extratos, trará resultados promissores para aplicação nas indústrias química e farmacêutica; agregando benefícios, não só econômicos como também sociais e ambientais, ao uso sustentável dos recursos florestais e ao segmento da indústria de base florestal.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi conduzido com um suporte financeiro do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF), e suporte financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), concedido no processo número 2014/15760-3. A assistência técnica da Profa. Dra. Simone Possedente de Lira e do Prof. Dr. Luis Humberto Gomes, assim como do Felipe Gabriel Andrino e Alex Canale. Todo material madeireiro (cabreúva) e não madeireiro (bamboo) foram doados para pesquisa pela indústria Indusparquet Ltda e pela Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), respectivamente.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Padronização dos Testes de Sensibilidade a Antimicrobianos por Disco-difusão: Norma Aprovada – Oitava Edição.** Clinical and Laboratory Standards Institute - CLSI, v. 23, n. 1, p. 1–58, 2003.

ALMEIDA, R. **Potencial do licor pirolenhoso da madeira de eucalipto como agente conservante de cosméticos e saneantes.** [s.l.] Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, 2012.

BALAT, M. et al. **Main routes for the thermo-conversion of biomass into fuels and chemicals. Part 1: Pyrolysis systems.** Energy Conversion and Management, v. 50, n. 12, p. 3147–3157, 2009.

BRAGE, C.; SJÖSTRÖM, K. **Separation of phenols and aromatic hydrocarbons from biomass tar using aminopropylsilane normal-phase liquid chromatography.** Journal of Chromatography A, v. 538, n. 2, p. 303–310, 1991.

BRASIL. **Lei da biodiversidade.** Brasil, 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13123.htm>

BRITO, F. M. S. **Produção e avaliação da qualidade de painéis aglomerados constituídos por partículas de bagaço de cana-de-açúcar e bambu Piracicaba 2018.** [s.l.] Universidade de São Paulo - Usp, 2018.

CAI, J. et al. **Review of Physicochemical Properties and Analytical Characterization of Lignocellulosic Biomass.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 76, p. 309–322, 2017.

CALIXTO, J. B. **Twenty-five years of research on medicinal plants in Latin America: A personal view.** Journal of Ethnopharmacology, v. 100, n. 1–2, p. 131–134, 2005.

CHITRA JAIN; SHIVANI KHATANA; REKHA VIJAYVERGIA. **Bioactivity of secondary metabolites of various plants: A review.** International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, v. 10, n. 2, p. 494–504, 2019.

COLYE, M. S. et al. **Manual of antimicrobial Susceptibility Testing.** (M. B. Coyle, Ed.) Journal of Experimental Psychology: General. **Anais...** American Society for Microbiology, 2005.

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem Racional de Madeira.** 1 ed ed. São Paulo: Nobel, 1985.

ITÔ, H.; HINO, T. **Dwarf bamboo as an ecological filter for forest regeneration.** Ecological Research, v. 22, n. 4, p. 706–711, 2007.

JANKOWSKY, I. P.; LEPAGE, E. S. **O creosoto de Eucalyptus spp como preservativo para madeiras.** IPEF, n. 33, p. 47–58, 1986.

JANKOWSKY, L. **Atividade farmacologica de extratos obtidos a partir de residuos madeiros.** [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 2005.

JANKOWSKY, L. et al. **Use of Solid Timber Waste as Potential Raw Material for Novel Herbal Drugs: Multidisciplinary Research, Development, and Innovation. Modern applications in Pharmacy & Pharmacology,** v. 1, n. 1, p. 1–5, 2017.

JANKOWSKY, L. **Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “ Luiz de Queiroz ” Avaliação do potencial antimicrobiano do licor pirolenhoso de Dendrocalamus Piracicaba 2019.** [s.l.] Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo - ESALQ/USP, 2019.

LEPAGE, E. S. et al. **Manual de Preservação de Madeiras.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 1986.

LOO, A. Y.; JAIN, K.; DARAH, I. **Antioxidant activity of compounds isolated from the pyrolygneous acid, Rhizophora apiculata.** Food Chemistry, v. 107, n. 3, p. 1151–1160, 2008.

MATHEW, S.; ZAKARIA, Z. A. **Pyrolygneous acid—the smoky acidic liquid from plant biomass.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 99, n. 2, p. 611–622, 2014.

MIKULIC, M. **Global Pharmaceutical Industry - Statistics & Facts.** Disponível em: <<https://www.statista.com/topics/1764/global-pharmaceutical-industry/>>. Acesso em: 9 jul. 2020.

MIKULIC, M. **Revenue of the worldwide pharmaceutical market from 2001 to 2019.** Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/263102/pharmaceutical-market-worldwide-revenue-since-2001/>>. Acesso em: 9 jul. 2020.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios da bioquímica.** 3 ed. ed. São Paulo: Servier, 2002.

OSTROSKY, E. A. et al. **Métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração mínima inibitória (CMI) de plantas medicinais.** Brazilian Journal of Pharmacognosy, v. 18, n. 2, p. 301–307, 2008.

PEREIRA, M. A. DOS R.; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. 2. ed. Bauru, São Paulo: Canal6, 2016.

PEREIRA, R. et al. **Evaluation of the antimicrobial and antioxidant activity of 7-hydroxy-4', 6-dimethoxy-isoflavone and essential oil from Myroxylon peruiferum L.f.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 91, n. 2, p. e20180204, 2019.

RATES, S. M. K.; BARROS, H. M. T. **Modelos animais para a avaliação da dor : metodos para triagem de novos analgesicos**. Revista Brasileira Farmacia, v. 75, p. 31–34, 1994.

REYES, A. E. L. **Madeira de lei: cabreúva -Myroxylon peruiferum L.f.** Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/trilhas/lei/lei22.php>>. Acesso em: 9 jul. 2020.

SARTORI, Â. L. . **Myroxylon in Flora do Brasil 2020 under construction**. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/FichaPublica/TaxonUC/FichaPublica/TaxonUC.do?id=FB29797>>. Acesso em: 9 jul. 2020.

SILVA NETO, J. M. et al. **Potencial de Fibras Lignocelulósicas para a Produção de Etanol de Segunda Geração**. 5. Encontro Regional de Química e 4. Encontro Nacional de Química, v. 3, n. 1, p. 1038–1047, nov. 2015.

SOUZA, J. L. S. DE et al. **Antimicrobial potential of pyroligneous extracts – a systematic review and technological prospecting**. Brazilian Journal of Microbiology, v. 49, p. 128–139, 2018.

THEAPPARAT, Y.; PONGLIMANONT, C.; CHANDUMPAL, A. **In vitro Antioxidant Evaluation of Wood Vinegars from Carbonization of Wood and Bamboo**. v. 45, n. 2, p. 868–880, 2018.

TOMBOLATO, A. F. C.; GRECO, T. M.; PINTO, M. M. **Dez espécies de bambus exóticos mais comuns no paisagismo no Brasil**. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, v. 18, n. 2, p. 105–114, 2012.

WEINSTEIN, M. P. et al. **Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing - ED28/2018**.

ZHAO, D. et al. **Intracellular antioxidant effect of vanillin, 4-methylguaiacol and 4-ethylguaiacol: Three components in Chinese Baijiu**. RSC Advances, v. 7, n. 73, p. 46395–46405, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adubação orgânica 53, 54, 55, 56, 59

Agricultura 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 19, 21, 22, 23, 25, 43, 46, 55, 78, 80, 82, 97, 106, 107, 108, 110, 119, 120, 121, 130, 131, 149, 150, 185, 191, 193, 227, 237, 238, 246, 248, 249, 251, 253, 255

Agricultura familiar 1, 2, 3, 6, 7, 11, 12, 13, 46, 108, 110, 119, 120, 121, 130, 131, 248, 249, 251, 253

Agroecologia 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 60

Agropecuária 1, 5, 24, 25, 34, 45, 60, 68, 79, 93, 96, 97, 100, 101, 102, 104, 105, 120, 143, 149, 150, 252, 254

Alimentação 6, 46, 52, 62, 96, 173, 174, 189, 246

Aves 9, 10, 42, 158, 168, 169, 170

B

Bacia leiteira 184, 185, 189

Biodegradável 134

Biomassa 54, 55, 57, 58, 59, 211, 213, 216, 221, 224

Biotecnologia 23, 24, 93, 94, 96, 97, 98, 102, 105, 106

C

Cabras 145, 146, 149, 150

Caprinocultura 145, 146

Caracterização química 208

Citricultura 27, 28

Cobertura 48, 55, 83, 85, 194, 195, 198, 250, 253

Controle biológico 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 28, 33

Controle microbiano 23, 27

Cooperativa 5, 108, 109, 110, 121, 122, 125, 126, 127, 129

D

Defeitos 200, 201, 204, 205

Dimensionamento de equipamentos 35, 36

E

Eficiência 18, 22, 26, 28, 32, 33, 66, 81, 83, 108, 115, 118, 119, 128, 129, 216, 217, 224, 233, 236, 246, 249, 252

Embalagem 142

Energia 12, 43, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 134, 185, 208, 216, 217, 222, 224, 225, 255

Esterco bovino 54, 56, 57, 59, 60

Eventos extremos 71, 184

Exportação 19, 93, 94, 95, 100, 101, 102, 104, 105

F

Fauna acompanhante 172, 174, 175

Floresta 9, 10, 86, 91, 207, 211, 212, 213, 224, 225, 226, 234, 246, 250

Florestas 13, 68, 83, 92, 201, 224, 225

Fungos entomopatogênicos 15, 20, 23, 24

G

Genótipos 53, 54, 55, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66

Grãos 18, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 85, 87, 147

H

Hidrolisados 172, 174, 175, 179

I

Inseticida biológico 15, 23, 32

L

Legislação 19, 93, 96, 119, 145, 149, 240, 241, 245, 251

Leite 23, 134, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 183, 184, 187, 189, 191, 192

Lignina 208, 210, 211, 212, 213, 217, 234, 235, 236

M

Madeira 39, 194, 195, 196, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 225, 226, 229, 236, 237, 238, 239

Microbiologia 145, 231

Mudanças climáticas 185, 192, 193

P

Parâmetros genéticos 61, 63, 65, 66, 67, 68

Pólen 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90

Polinização 81, 82, 83, 87, 88

Precipitação 56, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 89, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193

Propriedade intelectual 93, 94, 95, 96, 104, 106

Propriedades físicas 37, 39, 40, 41, 194, 200, 201, 203, 204, 206, 207

Q

Queijo 145, 146, 147, 148, 149, 150

R

Raízes 17, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51

Rendimento 45, 46, 47, 49, 50, 51, 145, 147, 148, 211

Resíduos 15, 19, 22, 65, 133, 172, 174, 179, 208, 209, 211, 212, 213, 214, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 234, 236, 255

Retratibilidade 200

S

Sementes 3, 4, 10, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 83, 102, 103, 120

Séries temporais 69, 77, 188, 192

Sistema intensivo 145

Solubilidade 133, 137, 139, 140, 141, 235

Sustentabilidade 1, 8, 9, 55, 134, 194, 229, 246, 249, 251, 252, 253, 254

T

Tecnologia 2, 3, 4, 35, 42, 43, 94, 95, 106, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 117, 118, 121, 122, 123, 128, 129, 130, 131, 147, 152, 153, 154, 157, 175, 184, 189, 192, 193, 213, 215, 246, 252, 253, 254, 255

Tendências climáticas 69, 71, 72

V

Variáveis agronômicas 54

Variedades 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 59, 61, 62, 96, 103

DESENVOLVIMENTO SOCIAL E SUSTENTÁVEL

DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](#) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020

DESENVOLVIMENTO SOCIAL E SUSTENTÁVEL

DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020