

# Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

4

Francisco Odécio Sales  
(Organizador)

  
Atena  
Editora  
Ano 2021

# Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

4

Francisco Odécio Sales  
(Organizador)

  
Atena  
Editora  
Ano 2021

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**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

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**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  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – 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 Internazionale 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

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  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
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. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
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  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
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 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
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. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
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  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
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  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Francisco Odécio Sales

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C569 Ciências exatas e da terra: exploração e qualificação de diferentes tecnologias 4 / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-713-0

DOI 10.22533/at.ed.130211301

1. Terra. 2. Ciências Exatas. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 551.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

A coleção “Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 4” é uma obra que objetiva uma profunda discussão técnico-científica fomentada por diversos trabalhos dispostos em meio aos seus 21 capítulos. Esse 4º volume, bem como o volume 3, abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos das Ciências exatas e da Terra, bem como suas reverberações e impactos econômicos e sociais.

Tal obra objetiva publicitar de forma objetiva e categorizada estudos e pesquisas realizadas em diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais. Em todos os capítulos aqui expostos a linha condutora é o aspecto relacionado às Ciências Naturais, tecnologia da informação, ensino de ciências e áreas afins.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam por inovação, tecnologia, ensino de ciências e demais temas. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes campos da engenharia, ciência e ensino de forma temporal com dados geográficos, físicos, econômicos e sociais de regiões específicas do país é de suma importância, bem como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 4 apresenta uma profunda e sólida fundamentação teórica bem com resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolvem seu trabalho de forma séria e comprometida, apresentados aqui de maneira didática e articulada com as demandas atuais. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Francisco Odécio Sales

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

**A AGRICULTURA URBANA COMO PROPOSTA DE USO E OCUPAÇÃO PARA AS ÁREAS DE RISCO: EXPERIÊNCIAS POTENCIAIS QUE SUBSIDIAM AÇÕES ESTRATÉGICAS PARA A CIDADE DE FORTALEZA-CE**

Ana Carla Alves Gomes

Maria Lúcia Brito da Cruz

**DOI 10.22533/at.ed.1302113011**

### **CAPÍTULO 2..... 15**

**ANÁLISE DE ESPECTROS UTILIZANDO ESPECTROSCÓPIO CASEIRO**

Marcelo Antonio Amorim

Denes Alves de Farias

Edite Maria dos Anjos

Eryka Christine Viana Nascimento

Wellington Francisco da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.1302113012**

### **CAPÍTULO 3..... 26**

**ANÁLISE GEOESTATÍSTICA DOS ROUBOS NA CIDADE DE SÃO PAULO – SP PARA OS ANOS DE 2016 E 2017**

Ícaro Viterbre Debique Sousa

Alexandre Alves Oliveira

Heron Viterbre Debique Sousa

Antonio Mendes Magalhães Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.1302113013**

### **CAPÍTULO 4..... 36**

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NA PRODUÇÃO DE CLONES DE *SWIETENIA MACROPHYLLA KING***

Ingrid Loraine Rocha Ribeiro

Rogério Oliveira Souza

**DOI 10.22533/at.ed.1302113014**

### **CAPÍTULO 5..... 47**

**BAGAÇO DE MALTE: ALTERNATIVAS DE REAPROVEITAMENTO**

Jean Lucas Ribeiro de Farias

Jonas Cardoso de Oliveira

Kamila Paula Machado Rech

Vanessa Zorzan

Claudia Eugênia Castro Bravo

Ellen Porto Pinto

**DOI 10.22533/at.ed.1302113015**

### **CAPÍTULO 6..... 52**

**COLORIMETRIA E ABSORBÂNCIA DE FIBRAS DE TiO<sub>2</sub> OU DE TiO<sub>2</sub> CONTENDO**

## PERCURSORES DE TUNGSTÊNIO APLICANDO O SISTEMA CIELa\*b\*

Luana Góes Soares da Silva

Annelise Kopp Alves

**DOI 10.22533/at.ed.1302113016**

## **CAPÍTULO 7..... 64**

### CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM COULOMBOSCÓPIO DE BAIXO CUSTO

José Antônio Pinto

Luciano Soares Pedroso

Maria Lúcia Soares Pedroso

Giovanni Armando da Costa

Guilherme Almeida de Souza Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.1302113017**

## **CAPÍTULO 8..... 77**

### CYTOTOXICITY OF ESSENTIAL OILS FROM *Murraya paniculata* (L.) JACK. AND THEIR BIOLOGICAL POTENTIAL AGAINST FUNGI OF AGRONOMIC INTEREST

Flávia Fernanda Alves da Silva

Cassia Cristina Fernandes

Aline Soares Diniz

Mayker Lazaro Dantas Miranda

**DOI 10.22533/at.ed.1302113018**

## **CAPÍTULO 9..... 86**

### DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE MÁXIMA DE ADSORÇÃO DE COBRE (II) EM CASCA DE OVO E REUSO NA PRODUÇÃO DE ALFACE AMERICANA (LACTUCA SATIVA L.)

José Antonio Rodrigues de Souza

Débora Astoni Moreira

Ellen Lemes Silva

Diego César Veloso Rezende

Matheus Rocha Mendes

João Gabriel Felismino

Wesley Anderson Siqueira Ribeiro

Walisson Marques de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.1302113019**

## **CAPÍTULO 10..... 100**

### ESTUDO COMPARATIVO DE CATALISADORES $La_{(1-x)}Ca_xMnO_3$ (X=0,3) VIA MÉTODOS ÚMIDOS PARA APLICABILIDADE ECONÔMICA INDUSTRIAL AUTOMOBILÍSTICA

Symone Leandro de Castro

Davidson Nunes de Oliveira

Julia Alanne Silvino dos Santos

Filipe Martel de Magalhães Borges

**DOI 10.22533/at.ed.13021130110**

## **CAPÍTULO 11..... 111**

### IMPLEMENTAÇÃO DE UM DETECTOR DE CONTAS BOTS EM REDES SOCIAIS

Mateus da Silveira Colissi

Guilherme Chagas Kurtz  
Sylvio André Garcia Vieira  
Alexandre de Oliveira Zamberlan  
**DOI 10.22533/at.ed.13021130111**

**CAPÍTULO 12..... 132**

LA MICROFÍSICA DEL PODER Y LA TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA: ELEMENTOS FUNDAMENTALES EN LA EMERGENCIA DEL SABER ESCOLAR MATEMÁTICO

Ana Mercedes Pérez Martínez

**DOI 10.22533/at.ed.13021130112**

**CAPÍTULO 13..... 143**

AVANÇOS METODOLÓGICOS NA DATAÇÃO POR TRAÇOS DE FISSÃO E U-Pb EM ZIRCÃO

Carlos Alberto Tello Sáenz  
Luiz Augusto Stuani Pereira  
Murilo Candido de Azevedo  
Rosana Silveira Resende

**DOI 10.22533/at.ed.13021130113**

**CAPÍTULO 14..... 155**

O USO DE FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS EM AUXÍLIO À EDUCAÇÃO EM TEMPO DE DISTANCIAMENTO SOCIAL

Gabriel Kenji Furtado Mitome  
Alexandre M. Melo Silva Pessoa

**DOI 10.22533/at.ed.13021130114**

**CAPÍTULO 15..... 166**

OXIDAÇÃO CATALÍTICA DE AZO-CORANTES SOBRE ÓXIDO DE FERRO SUPORTADO EM CARVÃO OBTIDO DA *Pachira aquatica Aubl*

Juraci Santos do Nascimento  
Erlan Aragão Pacheco  
Márcio Souza Santos  
Tereza Simonne Mascarenhas Santos  
Alexilda Oliveira de Souza  
Cesário Francisco das Virgens

**DOI 10.22533/at.ed.13021130115**

**CAPÍTULO 16..... 178**

QUANTITATIVE ANALYSIS OF LIGHT ELEMENTS USING COMPACT XRF SPECTROMETERS

Cibele Bugno Zamboni  
Dalton Giovanni Nogueira da Silva  
Orion Giovane Tasso  
Jose Agostinho Gonçalves de Medeiros  
Maria Regina Andrade de Azevedo

**DOI 10.22533/at.ed.13021130116**



<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>187</b>
REVISÃO QUANTO A UTILIZAÇÃO DO FÍLER CALCÁRIO COMO MATERIAL CIMENTÍCIO SUPLEMENTAR	
Jayne Carlos Piovesan	
Raduan Krause Lopes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.13021130117</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>200</b>
SINCRONIZAÇÃO DO TEMPO DE SÍMBOLO EM SISTEMAS OFDM	
Rubem Vasconcelos Pacelli	
Antônio Macílio Pereira de Lucena	
Daniel Costa Araújo	
Jonas Almeida Mourão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.13021130118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>208</b>
SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA COMUNICADO DE ACIDENTE DE TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Gustavo Batista Castagna	
Ana Paula Canal	
<b>DOI 10.22533/at.ed.13021130119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>228</b>
“ <i>WEEPING ANGEL</i> ”: BIBLIOTECA <i>CROSS PLATAFORM</i> DE BAIXO CUSTO PARA DETECÇÃO DE ATENÇÃO EM DISPOSITIVOS MÓVEIS	
Alano Martins Pinto	
Yuri Lenon Barbosa Nogueira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.13021130120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>235</b>
APLICANDO O DESIGN THINKING NOS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES	
Jonnathan Alves Teixeira	
Fellipe Henrique Alves de Paula	
Reane Franco Goulart	
<b>DOI 10.22533/at.ed.13021130121</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>241</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>242</b>

## CYTOTOXICITY OF ESSENTIAL OILS FROM *Murraya paniculata* (L.) JACK. AND THEIR BIOLOGICAL POTENTIAL AGAINST FUNGI OF AGRONOMIC INTEREST

Data de aceite: 04/01/2021

### Flávia Fernanda Alves da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil.

ORCID: 0000-0003-1645-5029

### Cassia Cristina Fernandes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil.

ORCID: 0000-0003-2004-3166

### Aline Soares Diniz

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil.

ORCID: 0000-0003-2038-6089

### Mayker Lazaro Dantas Miranda

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Campus Uberlândia Centro, Uberlândia, MG, Brasil.

ORCID: 0000-0003-4689-572X

**ABSTRACT:** Phytopathogenic fungi cause significant economic losses in the agroindustry. The brine shrimp (*Artemia salina*) assay is a convenient preliminary toxicity test, because brine shrimps are highly sensitive to several chemical compounds. Therefore, this study described cytotoxic and antifungal activities of essential oils (OEs) from *Murraya paniculata* leaves (ML-EO) and fruit (MF-EO) extracted by hydrodistillation. EOs were analyzed by GC-FID and GC-MS, while cytotoxic and antifungal activities were

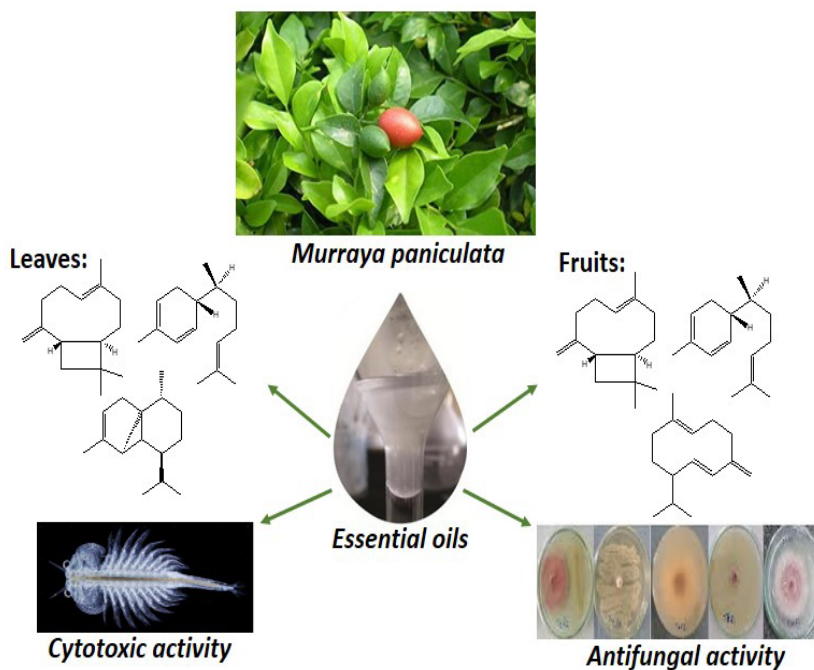
evaluated by the brine shrimp lethality test and the disc-diffusion method, respectively. Major compounds of ML-EO were  $\beta$ -caryophyllene (20.8%),  $\alpha$ -zingiberene (20.0%) and  $\beta$ -cubebene (13.2%) and the ones of MF-EO were  $\beta$ -caryophyllene (20.1%), germacrene D (18.0%) and  $\alpha$ -zingiberene (15.2%). In the cytotoxic assay,  $LC_{50}$  values of ML-EO and MF-EO were 1785.3 and 1549.2  $\mu\text{g/mL}$ , respectively. ML-EO and MF-EO were evaluated against *Cladosporium cladosporioides*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium solani* and *Rhizopus stolonifer*. ML-EO and MF-EO showed satisfactory results between 54-83% inhibition of mycelial growth at 300  $\mu\text{L}$  and revealed weak activity against *F. solani*. EOs from *M. paniculata* had  $LC_{50} > 1000 \mu\text{g/mL}$ , which is not cytotoxic. The novelty is that both ML-EO and MF-EO represent a natural alternative to control post-harvest fungi and to extend shelf-life of agricultural products.

**KEYWORDS:** *Artemia salina*, post-harvest fungi,  $\beta$ -caryophyllene, biocontrol.

**RESUMO:** Fungos fitopatogênicos causam perdas significativas na agroindústria. O ensaio de toxicidade em que se utiliza *Artemia salina* é preliminar e altamente sensível a diversos tipos de compostos químicos. Portanto, este estudo descreveu as atividades citotóxica e antifúngica dos óleos essenciais (OEs) das folhas de *Murraya paniculata* (ML-EO) e de seus frutos (MF-EO), extraídos por hidrodestilação. Os óleos essenciais foram analisados por CG-EM e CG-DIC, enquanto as atividades citotóxica e antifúngica foram avaliadas pelo teste da *Artemia salina* e pelo método de difusão em disco,

respectivamente. Os compostos majoritários foram  $\beta$ -cariofileno (20,8%),  $\alpha$ -zingibereno (20,0%) e  $\beta$ -cubebeno (13,2%) e para MF-EO foram identificados  $\beta$ -cariofileno (20,1%), germacreno D (18,0%) e  $\alpha$ -zingibereno (15,2%). No ensaio de citotoxicidade, os valores de  $LC_{50}$  para ML-EO e MF-EO foram 1785,3 e 1549,2  $\mu\text{g/mL}$ , respectivamente. ML-EO e MF-EO foram avaliados contra *Cladosporium cladosporioides*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium solani* e *Rhizopus stolonifer*. ML-EO e MF-EO mostraram satisfatórios resultados de inibição do crescimento micelial na dose de 300  $\mu\text{L}$  com valores entre 54-83% e revelou fraca atividade contra *F. solani*. Os óleos essenciais de *M. paniculata* apresentou  $LC_{50} > 1000$   $\mu\text{g/mL}$ , não sendo citotóxicos. A novidade e que os dois óleos estudados representam uma alternativa natural para o controle de fungos pós-colheita e para estender a vida de prateleira de produtos agrícolas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Artemia salina*, fungo pós-colheita,  $\beta$ -cariofileno, biocontrole.



Graphical Abstract

## 1 | PLANT SOURCE

*Murraya paniculata* (L.) Jack. leaves and fruit (17°48'08.1"S and 50°54'22.2"W) were collected in December 2018 in Rio Verde, GO, Brazil. The plant was identified by the botanist Luzia Francisca de Souza, M. Sc., and a voucher specimen (HJ 28760/MP) was deposited in the herbarium in Rio Verde, at the Instituto Federal Goiano (IFGOIANO).

## 2 | PREVIOUS STUDIES

The genus *Murraya* (Rutaceae) is made up of about 14 species. *Murraya paniculata* (L.) Jack is a small tropical evergreen shrub, native to tropical and subtropical parts of the world, such as southern China, southeastern Asia and northern Australia [1]. In Brazil, this species has been widely used for forestation in many city parks. The phytochemical study of its leaves resulted in the isolation of one triterpenoid (24-methylene-cycloartan-3 $\beta$ -ol), one phenylpropanoid (methyl caffeate) and seven coumarins (isomeranzine, murranganone acetate, murrayatine, murrangatine, meranzine hydrate, phebalosine and murranganone) [2]. Four coumarins were also isolated from this species in Japan (Auraptene, *trans*-gleinadiene, 5,7-dimethoxy-8-(3-methyl-2-oxo-butyl) coumarin and toddalenone) [3]. In folk medicine, *M. paniculata* has been commonly used to treat diarrhea, abdominal pain, stomachache, dysentery, headache, edema, thrombosis and blood stasis [1]. Other promising biological properties, such as stimulant, astringent, antinociceptive, anti-inflammatory, antidiarrheal, antitrypanocidal, antidiabetic, antimalarial, antibacterial, antifungal and antioxidant activities, have been described for its extracts [1]. It should be highlighted that its essential oil has already found to exhibit anti-amebic activity [4].

Considering the remarkable biological potential of *M. paniculata* – which has already described in the literature [1] – and the continuation of studies of this species [5] that have been carried out by this research group, the study reported by this paper aimed at evaluating, for the first time, the antifungal activity of EOs from *M. paniculata* against four types of fungi that are involved in a large number of harvest and post-harvest diseases. Besides, cytotoxic activity of EOs was also determined.

## 3 | PRESENT STUDY

*Murraya paniculata* (L.) Jack. leaves and fruit were subjected to hydrodistillation for 2 hours by a Clevenger-type apparatus. In order to carry out the analysis, 300 g plant material was divided into three 100-g samples and 500 mL distilled water was added to each sample. After manual collection of essential oil samples, traces of remaining water in the oils were removed with anhydrous sodium sulfate, which was followed by filtration. The extraction procedure was done in triplicate. The isolated oils were stored under refrigeration up to the analysis and test.

GC–MS and GC-FID conditions and the identification of chemical constituents of ML-EO and MF-EO were carried out in agreement with the methodology proposed by Cabral et al. (2019) [6]. Sixteen components were identified in oils from *M. paniculata* leaves, which exhibited about 97.7% of the total composition of the oil, whereas twenty-eight components were identified in oils from its fruit, which showed about 95.4% of the total composition of the oil. Major constituents of essential oil from its leaves were  $\beta$ -caryophyllene (20.8%),  $\alpha$ -zingiberene (20.0%) and  $\beta$ -cubebene (13.2%). Major constituents of essential oil from

its fruit were b-caryophyllene (20.1%), germacrene D (18.0%) and  $\alpha$ -zingiberene (15.2%) - Table 1. Chemical compositions of ML-EO and MF-EO are different in terms of relative abundance (%RA), when they are compared to the ones that were previously published by our research group [5]. The main difference is related to the fruit oil, which was not separated in two maturation stages (ripe and unripe). Its major constituent is  $\beta$ -caryophyllene, rather than sesquithujene. Differences may be explained by several factors, such as local climate and environmental conditions, soil variation, collection time, season, geographical location, geology, stages of vegetative cycles and parts of plants [7].

Brine shrimp (*A. salina*) [San Francisco Bay Brand, Inc.] lethality test was performed with ML-EO and MF-EO in triplicate, in agreement with Meyer et al. (1982) [8]. Quinidine sulphate (Merck) was the positive control. LD<sub>50</sub> values in  $\mu\text{g/mL}$  were determined by the probit analysis. In the brine shrimp cytotoxic assay, LC<sub>50</sub> values of ML-EO and MF-EO were 1785.3 and 1549.2  $\mu\text{g/mL}$ , respectively. The positive control quinidine sulfate exhibited LC<sub>50</sub> = 72.5  $\mu\text{g/mL}$ . These LC<sub>50</sub> values show that EOs from *M. paniculata* are non-toxic, since the literature reports that samples whose LC<sub>50</sub> values > 1000  $\mu\text{g/mL}$  are considered non-toxic [9]. Cytotoxic activity of ML-EO had already been evaluated against hepatoma cells and exhibited IC<sub>50</sub> = 63.7  $\mu\text{g/mL}$ , with prominent selectivity by comparison with normal cells [10]. It should be highlighted that this is the first report of cytotoxic activity of MF-EO.

The isolate of fungi was provided by the Embrapa Arroz e Feijão, whose headquarters is in Santo Antônio de Goiás, GO, Brazil. Assays were carried out in the agricultural microbiology lab at IF Goiano – Campus Rio Verde, in agreement with the methodology described by Silva et al. (2018) [11]. *In vitro* antifungal activity of ML-EO and MF-EO was evaluated against *Cladosporium cladosporioides*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium solani* and *Rhizopus stolonifer*. Percentages of inhibition of mycelial growth (IMG) of ML-EO and MF-EO are shown in Figure 1. Graphs in Figure 1 show that MF-EO exhibited high inhibition of fungal growth at the highest dose under investigation (300  $\mu\text{L}$ ) against *R. stolonifer* (83.28%), followed by *C. cladosporioides* (79.89%) and *C. gloeosporioides* (64.10%). ML-EO was more active against *C. cladosporioides* (79.67%), followed by *R. stolonifer* (77.55%) and *C. gloeosporioides* (65.84%). These values were considered satisfactory, since more than 50% fungal growth was inhibited. It should also be emphasized that both EOs under study were slightly active against *Fusarium solani*, whose inhibition potential is below 42%.

Brazil is globally important to both food security and environmental sustainability; thus, several types of phytopathogens must be controlled. Therefore, low risk for resistance development to pathogenic fungi is the main characteristic of EOs that have already shown that they are promising in biological control of different phytopathogenic fungi and natural products [12-13]. Thus, plant extracts and essential oils (EOs) are promising due to their capacity to penetrate cell membranes and cause the destruction of their structures and, then, cell death as the result of apoptosis [13].

Antifungal activity of ML-EO and MF-EO may be justified by their major constituent, i. e.,  $\beta$ -caryophyllene [14], whose activity has already been described in the literature against several kinds of fungi, such as *Candida glabrata*, *C. albicans* and *Aspergillus niger* [15]. However, synergistic effects of minor compounds of EOs may also be taken into consideration [16]. In addition, it should be mentioned that a previous study carried out by our research group showed that ML-EO has anti-*Sclerotinia sclerotiorum* activity; this fungus causes serious problems to certain crops, such as soybean, which have great economic importance to Brazil [17]. It was one of the factors that encouraged the authors of this study to keep working on investigations into biological activities of this Rutaceae species, mainly the ones related to phytopathogenic fungi that harm agriculture worldwide.

In sum, in this study, the main constituents of ML-EO and MF-EO were identified as  $\beta$ -caryophyllene and  $\alpha$ -zingiberene, which were found in both parts (leaves and fruit) of the plant under study. EOs, for the first time, constitute an attractive alternative to control post-harvest fungal development, such as *R. stolonifer*, *C. cladosporioides* and *C. gloeosporioides*. Since ML-EO and MF-EO showed little toxic activity by the brine shrimp cytotoxic assay, further studies should be conducted with various carcinoma cell lines to determine their *in vitro* cytotoxic activity. Samples should also be fractionated to have their biological activities determined.

Compounds	RI <sub>exp</sub>	RI <sub>lit</sub>	%	
			MF-EO	ML-EO
Bicycloelemene	1334	1336	1.4	-
Elemene isomer	1341	1344	2.7	-
$\alpha$ -Cubebene	1351	1352	6.1	-
$\beta$ -Bourbonene	1377	1384	-	0.5
$\alpha$ -Copaene	1379	1377	6.7	1.7
$\beta$ -Cubebene	1385	1390	-	<b>13.2</b>
$\alpha$ -Ylangene	1405	1406	1.0	5.6
Sesquithujene	1415	1417	3.0	-
$\alpha$ -Gurjunene	1419	1419	0.1	-
$\beta$ -Caryophyllene	1425	1423	<b>20.1</b>	<b>20.8</b>
Isogermacrene D	1437	1439	0.8	-
$\beta$ -Gurjunene	1439	1440	0.7	-
$\beta$ -Humulene	1446	1440	-	6.4
$\gamma$ -Muurolene	1448	1449	2.4	-
$\alpha$ -Humulene	1456	1455	1.0	-
Aromadendrene	1465	1463	1.1	1.8



Germacrene D	1480	1480	<b>18.0</b>	9.0
$\alpha$ -Zingiberene	1499	1496	<b>15.2</b>	<b>20.0</b>
Bicyclogermacrene	1503	1501	0.5	-
$\beta$ -Bisabolene	1508	1506	1.7	1.2
$\beta$ -Cadinene	1528	1527	4.6	-
Cadina-1.4-diene	1534	1533	0.3	-
<i>trans</i> -Nerolidol	1557	1565	-	1.4
Germacrene-D-4-ol	1574	1574	1.0	-
Spathulenol	1576	1576	-	2.5
Caryophyllene oxide	1590	1589	1.1	1.5
Lauryl acetate	1608	1606	0.2	-
Octil 2-methylbutanoate	1624	1623	0.2	-
<i>t</i> -Cadinol	1634	1638	-	0.4
10- <i>epi</i> - $\alpha$ -Muurolol	1640	1641	-	1.6
Isovaleric acid. decyl ester	1657	1659	0.1	-
$\tau$ -Muurolol	1659	1660	0.5	-
$\alpha$ -Cadinol	1662	1663	1.3	1.8
Decyl senecioate	1720	1719	0.1	-
Isovaleric acid. dodecyl ester	1844	1845	4.5	-
<b>Total</b>			<b>95.4</b>	<b>97.7</b>

Table 1. Chemical composition of essential oils (EOs) from *M. paniculata* (Rutaceae) fruit (MF-EO) and leaves (ML-EO)

$RI_{exp}$ : Retention index related to *n*-alkanes ( $C_8$ – $C_{20}$ ) in the Rtx-5MS column.  $RI_{lit}$ : Retention index from the literature [18].

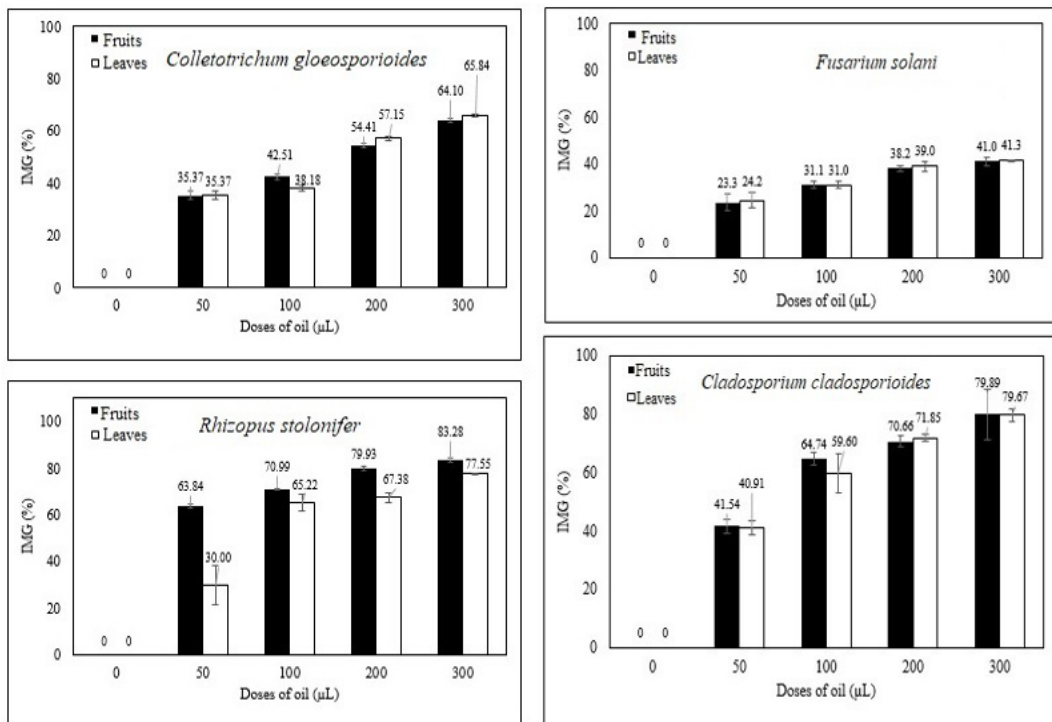


Figure 1. Percentages of inhibition of mycelial growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium solani*, *Rhizopus stolonifer* and *Cladosporium cladosporioides* at different doses of MF-EO (fruit) and ML-EO (leaves). **Positive control (0):** Frowncide 500 SC.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank FAPEG, CNPq, CAPES and IFGOIANO – Campus Rio Verde, for their financial support, and Josemar Gonçalves de Oliveira Filho, M.Sc., for his contribution to the treatment of statistical data.

## REFERENCES

1. N. S. DOSOKY, P. SATYAL, T. P. GAUTAM, AND W. N. SETZER (2016). Composition and biological activities of *Murraya paniculata* (L.) Jack essential oil from Nepal, *Medicines*, **3**, 7.
2. S. G. MESQUITA, M. F. MARTINEZ, P. ROMOFF, O. A. FÁVERO, S. R. LIEBER, AND J. H. G. LAGO (2008). Constituintes químicos das folhas de *Murraya paniculata* (Rutaceae). *Rev. Bras. Farmacogn.* **18**(4), 563-568.
3. S. S. S. A. AZIZ, M. A. SUKARI, M. RAHMANI, M. KITAJIMA, N. AIMI, AND N. J. AHPANDI (2010). Coumarins from *Murraya paniculata* (Rutaceae). *Malaysian J. Anal. Sci.* **14**(1), 1-5.

4. N. SAWANGJAROEN, S. PHONGPAICHIT, S. SUBHADHIRASAKUL, M. VISUTTHI, N. SRISUWAN, AND N. THAMMAPALERD (2006). The anti-amoebic activity of some medicinal plants used by AIDS patients in southern Thailand. *Parasitol. Res.* **98**, 588-592.
5. F. F. A. SILVA, C. C. FERNANDES, G. A. OLIVEIRA, A. C. B. B. CANDIDO, L. G. MAGALHÃES, T. M. VIEIRA, A. E. M. CROTTI, C. A. SILVA, AND M. L. D. MIRANDA (2020). *In vitro* antileishmanial and antioxidant activities of essential oils from different parts of *Murraya paniculata* (L.) Jack: a species of Rutaceae that occur in the *Cerrado* biome in Brazil. *Aust. J. Crop Sci.* **14(02)**, 347-353.
6. F. D. CABRAL, C. C. F. ALVES, R. S. C. CABRAL, G. B. WILLRICH, A. E. M. CROTTI, AND M. L. D. MIRANDA (2019). Chemical constituents of essential oils extracted from the leaves and flowers of *Spiranthera odoratissima* A. St. Hil. (Rutaceae). *Rec. Nat. Prod.* **13(2)**, 172-175.
7. P. CHRYSAL, A. C. PEREIRA, C. C. FERNANDES, J. M. SOUZA, C. H. G. MARTINS, J. POTENZA, A. E. M. CROTTI, AND M. L. D. MIRANDA (2020). Essential oil from *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae) fresh leaves: chemical characterization and *in vitro* antibacterial activity against endodontic pathogens. *Braz. Arch. Biol. Technol.* **63(1)**, e20190196.
8. B. N. MEYER, N. R. FERRIGNI, J. E. PUTNAM, L. B. JACOBSEN, D. E. NICHOLS, AND J. L. MCLAUGHLIN (1982). Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. *J. Med. Plant Res.* **45**, 31-34.
9. S. P. PIARU, R. MAHMUD, AND S. ISMAIL (2012). Studies on the phytochemical properties and brine shrimp toxicity of essential oil extracted from *Myristica fragrans* Houtt. (Nutmed). *J. Essent. Oil Bear. Pl.* **15(1)**, 53-57.
10. M. C. S. NETA, C. VITTORAZZI, A. C. GUIMARÃES, J. D. L. MARTINS, M. FRONZA, D. C. ENDRINGER, AND R. SCHERER (2017). Effects of  $\beta$ -caryophyllene and *Murraya paniculata* essential oil in the murine hepatoma cells and in the bacteria and fungi 24-h time-kill curve studies. *Pharm. Biol.* **55(1)**, 190-197.
11. E. A. J. SILVA, V. P. SILVA, C. C. F. ALVES, J. M. ALVES, E. L. SOUCHIE, AND L. C. A. BARBOSA (2018). Chemical composition of the essential oil of *Psidium guajava* leaves and its toxicity against *Sclerotinia sclerotiorum*. *Semina: Ciênc. Agrár.* **39(2)**, 865-874.
12. A. ZAMBONELLI, A. Z. D'AULERIO, A. BIANCHI, AND A. ALBASINI (1996). Effects of essential oils on phytopathogenic fungi *In vitro*. *J. Phytopathology* **144**, 491-494.
13. S. WANG, Y. ZHENG, F. XIANG, S. LI, AND G. YANG (2016). Antifungal activity of *Momordica charantia* seed extracts toward the pathogenic fungus *Fusarium solani* L. *J. Food Drug Anal.* **24**, 881-887.
14. S. S. DAHHAM, Y. M. TABANA, M. A. IQBAL, M. B. K. AHAMED, M. O. EZZAT, A. S. A. MAJID, AND A. M. S. A. MAJID (2015). The anticancer, antioxidant and antimicrobial properties of the sesquiterpene  $\beta$ -caryophyllene from the essential oil of *Aquilaria crassna*. *Molecules*, **20**, 11808-11829.
15. SABULAL, M. DAN, A. J. J, R. KURUP, N. S. PRADEEP, R. K. VALSAMMA, AND V. GEORGE (2006). Caryophyllene-rich rizome oil of *Zingiber nimmonii* from south India: chemical characterization and antimicrobial activity. *Phytochemistry*, **67**, 2469-2473.

16. N. T. CHUNG, L. T. HUONG, AND I. A. OGUNWANDE (2020). Antimicrobial, larvicidal activities and composition of the leaf essential oil of *Magnolia coco* (Lour.) DC. *Rec. Nat. Prod.* **15(2)**, 372-377.
17. F. F. A. SILVA, C. C. F. ALVES, J. G. O. FILHO, T. M. VIEIRA, A. E. M. CROTTI, AND M. L. D. MIRANDA (2019). Chemical constituents of essential oil from *Murraya paniculata* leaves and its application to *in vitro* biological control of the fungus *Sclerotinia sclerotiorum*. *Food Sci. Technol.* **39(Suppl. 2)**, 413-417.
18. R.P. ADAMS (2007). Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured publishing Co. Carol Stream, Illinois.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acidente de Trabalho 208, 209, 210, 211, 212, 213, 217, 218, 219, 220, 223, 224  
AIB 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43  
Artemia Salina 77, 78  
Ataque Químico 143

### B

Bagaço de Malte 47, 48, 49, 50, 51  
Biblioteca Cross Plataform 228  
Bioadssorvente 86  
Biocontrole 78  
Bots 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 127, 128, 129, 130

### C

Cariofileno 78  
Centros de Cor 52  
Coulomboscópio 64, 65, 66, 68, 72  
Criminalidade 26, 27, 34

### D

Datação Isotópica via U-Pb 143  
Densidade de Traços de Fissão 143  
Dependência Espacial 26, 29, 30  
Design Thinking 235, 236, 237, 240  
Detecção de Atenção em Dispositivos Móveis 228  
Detector de Contas Bots 111, 112  
Dolomita 187, 188, 189  
Dosagem de Íons 178

### E

Electrospinning 52, 53, 54, 56, 57, 58, 61, 62, 63  
Eletrostática 64  
Engenharia de Software 235, 236, 237, 239  
Espectros 15, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 107, 170, 171  
Espectroscópio Caseiro 15, 16, 20, 21

Estaquia 36, 45, 46

Estatística Espacial 26, 27

Experimento de Baixo Custo 64

## **F**

Fíler Calcário 187, 188, 189, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 197

FRXDE 178

Fungo Pós-Colheita 78

## **G**

Gestão Municipal 1, 10

## **H**

Hidratação 187, 189, 192, 194, 195, 196

## **I**

Inovação das Ideias 235

## **M**

Metal Pesado 86, 95

Método de Traços de Fissão 143, 154

Mineral Zircão 143

Mitigação 1, 5, 9, 187

Mogno Brasileiro 36

## **O**

OFDM 200, 201, 203, 204, 205, 206, 207

## **P**

Perovskita 100, 101, 102, 104, 107, 109, 110

Poluentes Orgânicos 167

Propagação Vegetativa 36, 37, 45, 46

Propriedades Ópticas 52, 61, 62

## **R**

Reação de Fenton Heterogêneo 167

Reaproveitamento 47, 49, 50, 98

Recursos Hídricos 167, 176

Redes Sociais 111, 112, 113, 129

Resíduos Agroindustriais 47, 48, 96, 98



Reuso 9, 86, 88, 96, 128

## **S**

Sangue Total 178

Série Triboelétrica 64, 65, 70, 71, 72

Sincronismo 200, 201, 206

Sistema CIELa\*b\* 52

Solução Computacional 208

STO 141, 200, 201, 203, 206, 207

## **T**

Teste Clínico 178

Transposición Didáctica 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 141, 142

## **W**

Weeping Angel 228

# Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

## 4

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

## 4

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 