



**Cleberton Correia Santos**  
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares  
nas Ciências e da Terra  
e Engenharias 2**

---

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências  
Exatas e da Terra e Engenharias 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 2 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-641-6 DOI 10.22533/at.ed.416192309</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

O livro “**Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 2º volume 35 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A MATEMÁTICA PRATICADA EM ESCOLAS PAROQUIAIS LUTERANAS DO RS E REVELADA EM CADERNOS ESCOLARES DA PRIMEIRA METADE DO SÉCULO XX	
Malcus Cassiano Kuhn	
DOI 10.22533/at.ed.64819103091	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
A QUALIDADE DO AR NAS ESCOLAS DA REDE PÚBLICA DE ENSINO FUNDAMENTAL: IMPORTÂNCIA E EXEMPLOS PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO	
Maria Eduarda Palheiros Vanzan	
Raquel Mac-Cormick Franco	
Luiz Francisco Pires Guimarães Maia	
DOI 10.22533/at.ed.64819103092	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE COBRE (II): AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS, MORFOLÓGICAS E TÉRMICAS PARA APLICAÇÃO EM CATÁLISE	
Maria Iaponeide Fernandes Macêdo	
Pedro Luiz Ferreira de Sousa	
Karine Loíse Corrêa Conceição	
Neyda de la Caridad Om Tapanes	
Roberta Gaidzinski	
DOI 10.22533/at.ed.64819103093	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
A ROBOTICA EDUCACIONAL LIVRE COMO METODOLOGIA ATIVA PARA A PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS	
Elcio Schuhmacher	
Vera R. N. Schuhmacher	
DOI 10.22533/at.ed.64819103094	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
ANÁLISE DA PERFORMANCE DE METODOLOGIAS NUMÉRICAS DE SOLUÇÃO DA EQUAÇÃO DE TRANSPORTE DE NÉUTRONS EM GEOMETRIA UNIDIMENSIONAL SLAB NA FORMULAÇÃO DE ORDENADAS DISCRETAS	
Rafael Barbosa Libotte	
Hermes Alves Filho	
DOI 10.22533/at.ed.64819103095	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>59</b>
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SOLUBILIDADE DE ELEMENTOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE DIFERENTES TIPOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS	
Eduardo Baudson Duarte	
Amanda Péres da Silva Nascimento	
Mirna Aparecida Neves	
Diego Lang Burak	
DOI 10.22533/at.ed.64819103096	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>68</b>
ANÁLISE DE IMAGENS EM ESCALAS UTILIZANDO A TRANSFORMADA WAVELET	
Francisco Edcarlos Alves Leite	
Marcos Vinícius Cândido Henriques	
<b>DOI 10.22533/at.ed.64819103097</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>78</b>
ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS COM ÊNFASE EM MEIO FÍSICO NA IMPLANTAÇÃO DE UMA BARRAGEM EM ATERRO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA/MG	
Gian Fonseca dos Santos	
Anderson Nascimento Milagres	
Yann Freire Marques Costa	
Danilo Segall César	
Klinger Senra Rezende	
Adonai Gomes Fineza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.64819103098</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>86</b>
APLICAÇÃO DA JUNÇÃO DA PLATAFORMA LIVRE SCILAB E ARDUINO PARA CONTROLE DE pH	
Annanda Alkmim Alves	
Luiz Fernando Gonçalves Pereira	
Letícia Lopes Alves	
Saulo Fernando dos Santos Vidal	
Daniel Rodrigues Magalhães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.64819103099</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>94</b>
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CERVEJA PARA A ADSORÇÃO DO CORANTE ÍNDIGO CARMIM EM EFLUENTE AQUOSO	
Ana Paula Fonseca Maia de Urzedo	
Taynara Mara Vieira	
Rodinei Augusti	
Kelly Beatriz Vieira Torres Dozinel	
Ana Cláudia Bernardes Silva	
Cristiane Medina Finzi Quintão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030910</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>105</b>
REAÇÕES DE BIOTRANSFORMAÇÃO PROMOVIDAS PELO FUNGO ENDOFÍTICO <i>Aspergillus Flavus</i>	
Lourivaldo Silva Santos	
Marivaldo José Costa Corrêa	
Williams da Siva Ribeiro	
Manoel Leão Lopes Junior	
Raílda Neyva Moreira Araújo Cabral	
Fabiane da Trindade Pinto	
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon	
Haroldo da Silva Ripardo Filho	
Carlos Vinicius Machado Miranda	
Jéssica de Souza Viana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030911</b>	

**CAPÍTULO 12 ..... 116**

AUTOMETÁTESE DO DL-KAVAIN, RELAÇÃO ENTRE ATIVIDADE CATALÍTICA E IMPEDIMENTO ESTÉRICO DO SUBSTRATO

Thais Teixeira da Silva  
Vanessa Borges Vieira  
Aline Aparecida Carvalho França  
Talita Teixeira da Silva  
Mayrla Letícia Alves de Oliveira  
Roberta Yonara Nascimento Reis  
Maria de Sousa Santos Bezerra  
Fabiana Matos de Oliveira  
José Milton Elias de Matos  
Benedito dos Santos Lima Neto  
José Luiz Silva Sá  
Francielle Aline Martins

**DOI 10.22533/at.ed.648191030912**

**CAPÍTULO 13 ..... 128**

BIOPROSPECÇÃO DE ENZIMAS PRODUZIDAS POR FUNGOS DECOMPOSITORES ISOLADOS DE DETRITOS VEGETAIS DE RIACHOS DA REGIÃO DE FOZ DO IGUAÇU-PR

Caroline da Costa Silva Gonçalves  
Maria Lair Sabóia de Oliveira Lima  
Rafaella Costa Bonugli-Santos  
Felipe Justiniano Pinto  
Daniele da Luz Silva  
Ana Letícia Fernandes  
Renato Malveira Carreiro do Nascimento  
Mariana Gabriely da Silva Menezes

**DOI 10.22533/at.ed.648191030913**

**CAPÍTULO 14 ..... 138**

AÇÃO E IMPACTO DE *MIDDLEBOXES* PRESENTES NA *WORLD WIDE WEB*

Adenes Sabino Schwantz  
Bruno Borsatti Chagas

**DOI 10.22533/at.ed.648191030914**

**CAPÍTULO 15 ..... 144**

VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA PARA QUANTIFICAÇÃO DE RUTINA E QUERCETINA NAS FOLHAS DE *Senna acuruensis*

Lucivania Rodrigues dos Santos  
Adonias Almeida Carvalho  
Luanda Ferreira Floro da Silva  
Gerardo Magela Vieira Júnior  
Ruth Raquel Soares de Farias  
Mariana Helena Chaves

**DOI 10.22533/at.ed.648191030915**

**CAPÍTULO 16 ..... 157**

CLASSIFICAÇÃO TERMODINÂMICA DAS RADIOSSONDAGENS DE BELÉM DURANTE OS ANOS DE 2014 E 2015

Silvia Adriane Elesbão  
Alfredo Quaresma da Silva Neto  
Maria Aurora Santos da Mota

**DOI 10.22533/at.ed.648191030916**

**CAPÍTULO 17 ..... 170**

COMPOSIÇÃO E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Psidium* (MYRTACEAE) DA AMAZÔNIA

Renan Campos e Silva  
Joyce Kelly do Rosário da Silva  
Rosa Helena Veras Mourão  
José Guilherme Soares Maia  
Pablo Luis Baia Figueiredo

**DOI 10.22533/at.ed.648191030917**

**CAPÍTULO 18 ..... 182**

CONSIDERAÇÃO DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA E DA ANÁLISE NÃO LINEAR NO PROJETO PRELIMINAR DE UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO PARA ESTUDO DE VIABILIDADE

Wagner de Sousa Santos  
Rafael Marcus Schwabe

**DOI 10.22533/at.ed.648191030918**

**CAPÍTULO 19 ..... 195**

DESENVOLVIMENTO DE UMA MEMBRANA BIODEGRADÁVEL CONTENDO ÓLEO DE COPAÍBA (*copaifera spp*) OBTIDA POR ELETROFIAÇÃO

João de Deus Pereira de Moraes Segundo  
Maria Oneide Silva de Moraes  
Tainah Vasconcelos Pessoa  
Rosemeire dos Santos Almeida  
Ivanei Ferreira Pinheiro  
Karen Segala  
Walter Ricardo Brito  
Marcos Akira d'Ávila

**DOI 10.22533/at.ed.648191030919**

**CAPÍTULO 20 ..... 204**

EROSÃO HÍDRICA EM ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS E ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

Ana Beatriz Alves de Araújo  
Isaac Alves da Silva Freitas  
Gabriela Cemirames de Sousa Gurgel  
Ricardo Alves Maurício  
Clédson Lucena de Araújo  
Fiana Raissa Coelho Pereira  
Eduardo Maurício Gadelha  
Geovanna Maria Andrade de Oliveira  
Lígia Raquel Rodrigues Santos  
Matheus Monteiro da Silva  
Raniere Fernandes Costa  
Walesca Ferreira de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.648191030920**

**CAPÍTULO 21 ..... 214**

ESTUDO CATALÍTICO DA POLIMERIZAÇÃO RADICALAR MEDIADA POR [Ni<sup>II</sup>(N-SALICILIDENO-CICLOOCTILAMINA)<sub>2</sub>] EM ACETATO DE VINILA E METACRILATO DE METILA

Talita Teixeira da Silva  
Yan Fraga da Silva  
Manoel Henrique dos Santos Galvão  
Thais Teixeira da Silva  
Sâmia Dantas Braga  
Maria das Dores Alves de Oliveira  
Juliana Pereira da Silva  
Cristina Vidal da Silva Neta  
João Clécio Alves Pereira  
Geraldo Eduardo da Luz Júnior  
Valdemiro Pereira de Carvalho Júnior  
Nouga Cardoso Batista

**DOI 10.22533/at.ed.648191030921**

**CAPÍTULO 22 ..... 228**

DETERMINAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL E ORGÂNICO EM AMOSTRAS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS DO ESTADO DO PARÁ

Brenda Tayná Silva da Silva  
Kelly das Graças Fernandes Dantas

**DOI 10.22533/at.ed.648191030922**

**CAPÍTULO 23 ..... 241**

AValiação da Secagem da Casca de Mangostão (*Garcinia mangostana* L.) em Diferentes Ambientes

Gabriela Nascimento Vasconcelos  
Elza Brandão Santana  
Rafael Alves do Nascimento  
Elisangela Lima Andrade  
Lorena Gomes Corumbá  
Lênio José Guerreiro de Faria  
Cristiane Maria Leal Costa

**DOI 10.22533/at.ed.648191030923**

**CAPÍTULO 24 ..... 254**

FAKE NEWS: UM PROBLEMA MIdiÁTICO MULTIFACETADO

Felipe de Matos Müller  
Márcio Vieira de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.648191030924**

**CAPÍTULO 25 ..... 268**

IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE EM TANQUES DE NÍVEL DISPOSTOS DE FORMA NÃO-ITERATIVA

Luiz Fernando Gonçalves Pereira  
Fernando Lopes Santana  
Mario Luiz Pereira Souza  
Renan Zuba Parrela  
Saulo Fernando dos Santos Vidal

**DOI 10.22533/at.ed.648191030925**

<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>280</b>
IMPROVING URBAN MOBILITY THROUGH A BUS COLLABORATIVE SYSTEM	
Fábio Rodrigues de la Rocha	
Ramon Tramontin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030926</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>286</b>
GRAPPHIA: UMA FERRAMENTA <i>M-LEARNING</i> PARA ENSINO DA ORTOGRAFIA	
Luciana Pereira de Assis	
Adriana Nascimento Bodolay	
Luiz Otávio Mendes Gregório	
Magno Juliano Gonçalves Santos	
Alessandro Vivas Andrade	
Pedro Henrique Cerqueira Estanislau	
Gilberto Carvalho Lopes	
Daniela Perri Bandeira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030927</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>296</b>
LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DISPONÍVEIS PARA O ESTUDO DE ATERRAMENTOS ELÉTRICOS	
Marcos Vinicius Santos da Silva	
Márcio Augusto Tamashiro	
Kaisson Teodoro de Souza	
Antonio Marcelino da Silva Filho	
Humberto Rodrigues Macedo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030928</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>303</b>
METODOLOGIA DE PURIFICAÇÃO DA GLICERINA GERADA COMO COPRODUTO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL	
Paulo Roberto de Oliveira	
Elise Ane Maluf Rios	
Fernanda Joppert Carvalho de Souza	
Renan Vidal Viesser	
Patrick Rodrigues Batista	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030929</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>316</b>
NÍVEL DE VIBRAÇÃO LOCALIZADA EM UM DERRIÇADOR MECÂNICO PORTÁTIL UTILIZADO NO CAFEEIRO	
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior	
Irlon de Ângelo da Cunha	
Adriano Bortolotti da Silva	
Raphael Nogueira Rezende	
Luana Elís de Ramos e Paula	
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho	
Paulo Henrique de Siqueira Sabino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030930</b>	

<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>323</b>
O ENSINO NA MODALIDADE EAD: PERSPECTIVAS SOBRE O PROCESSO EDUCATIVO NA MATEMÁTICA	
Lucilaine Goin Abitante	
Máriele Josiane Fuchs	
Elizângela Weber	
Cláudia Maria Costa Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030931</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>335</b>
O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS COMO APOIO AO ENSINO E APRENDIZADO: UMA ABORDAGEM BASEADA NO BYOD	
Claudiany Calaça de Sousa	
Ennio Willian Lima Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030932</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>352</b>
COMPUTATIONAL METHOD $H_{\infty}$ APPLIED TO DEXTEROUS HAND MASTER - DHM	
Rildenir Silva	
Ivanildo Abreu	
Cristovam Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030933</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>363</b>
ÓXIDO DE CÁLCIO (CaO) OBTIDO POR PRECIPITAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE BODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE SOJA COMERCIAL	
Roberto Ananias Ribeiro	
Fernanda Barbosa Damaceno	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030934</b>	
<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>374</b>
PHOTOELECTROCATALYSIS PROPERTIES OF $CUWO_4$ POROUS FILM UNDER POLYCHROMATIC LIGHT	
Aline Estefany Brandão Lima	
Roberta Yonara Nascimento Reis	
Maria Joseíta dos Santos Costa	
João Paulo Carvalho Moura	
Luis Jefferson da Silva	
Reginaldo da Silva Santos	
Laécio Santos Cavalcante	
Elson Longo da Silva	
Geraldo Eduardo da Luz Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.648191030935</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>384</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>385</b>

## COMPOSIÇÃO E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Psidium* (MYRTACEAE) DA AMAZÔNIA

### **Renan Campos e Silva**

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Química, PIBIC/UFPA, Belém - Pará

### **Joyce Kelly do Rosário da Silva**

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Belém - Pará

### **Rosa Helena Veras Mourão**

Universidade Federal do Oeste do Pará, Laboratório de Bioprospecção e Biologia Experimental, Santarém - Pará

### **José Guilherme Soares Maia**

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-graduação em Química, Belém - Pará

Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Química, São Luís - Maranhão

### **Pablo Luis Baia Figueiredo**

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-graduação em Química, Belém - Pará

Universidade do Estado do Pará, Departamento de Ciências Naturais, Belém - Pará

**RESUMO:** Óleos essenciais de espécies de *Psidium* foram obtidos por hidrodestilação, sendo que a composição dos óleos foi analisada por CG e CG-EM e a atividade antioxidante avaliada pelo método DPPH. As coletas de *P. acutangulum* (PA-01 e PA-02), *P. guineense* (PG-01 a PG-06) e *P. guajava* (PGU-01 a PGU-06) foram realizadas em diferentes localidades do estado do Pará. Nos óleos de PA-01, PA-

02, PG-06, PGU-01, PGU-02 e PGU-04 foi predominante a classe dos hidrocarbonetos sesquiterpênicos (30,66%-72,65%). Nos óleos de PG-01, PG-02, PG-03, PG-04, PG-05 e PGU-03 os hidrocarbonetos monoterpênicos (30,95%-77,83%) foram os principais. No óleo de PGU-05 houve predomínio dos hidrocarbonetos sesquiterpênicos (32,22%) e dos sesquiterpenos oxigenados (37,51%). A análise multivariada (PCA e HCA), baseada na composição dos óleos, agrupou os diferentes espécimes em 3 grupos. O grupo I foi caracterizado pela presença de  $\beta$ -cariofileno (14,69%-33,33%), formado pelos espécimes PA-01, PA-02 e PGU-4. O grupo II, foi caracterizado pelos teores de  $\alpha$ -pineno (13,35%-33,98%), limoneno (26,49%-37,16%),  $\alpha$ -copaeno (6,61%-10,61%), formado pelos espécimes PG-01 a PG-06, além do espécime PGU-02. O grupo III, formado por PGU-01, PGU-03 e PGU-05, foi caracterizado pela presença de limoneno (8,79%-28,83%), 1,8-cineol (5,03%-22,31%) e  $\beta$ -cariofileno (4,10%-15,19%). A capacidade antioxidante dos óleos foi avaliada, com exceção dos espécimes PA-01, PA-02 PGU-05, com quantidades insuficientes. O óleo com maior atividade antioxidante foi PG-01, com inibição de 46,12%. De *P. guajava*, o óleo PGU-02 foi o mais ativo, com inibição de 38,64%. A composição dos óleos estudados apresentou variabilidade química entre as espécies de

*Psidium*, influenciando sua capacidade antioxidante. Tais variações sugerem a existência de quimiotipos entre as espécies/espécimes de *Psidium*.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Psidium* spp, Óleos essenciais, Mono- e sesquiterpenos, Atividade antioxidante DPPH

## CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *Psidium* (MYRTACEAE) ESSENTIAL OILS FROM THE AMAZON

**ABSTRACT:** Essential oils of *Psidium* species were obtained by hydrodistillation, the composition of the oils was analyzed by GC and GC-MS and the antioxidant activity evaluated by the DPPH method. The *P. acutangulum* (PA-01 and PA-02), *P. guineense* (PG-01 to PG-06) and *P. guajava* (PGU-01 to PGU-06) were collected from different locations at Pará state. In the PA-01, PA-02, PG-06, PGU-01, PGU-02 and PGU-04 oils, the presence of sesquiterpene hydrocarbons was predominant (30.66%-72.65%). In the oils of PG-01, PG-02, PG-03, PG-04, PG-05, and PGU-03 the monoterpene hydrocarbons (30.95%-77.83%) were the primary compounds. In the oil of PGU-05, there was a predominance of sesquiterpene hydrocarbons (32.22%) and oxygenated sesquiterpenes (37.51%). The multivariate analysis (PCA and HCA), based on the composition of the oils, grouped the different specimens into three groups. Group I was characterized by the presence of  $\beta$ -caryophyllene (14.69% -33.33%), formed by specimens PA-01, PA-02 and PGU-4. Group II was characterized by  $\alpha$ -pinene (13.35%-33.98%), limonene (26.49%-37.16%), and  $\alpha$ -copaene (6.61%-10.61%), formed by the specimens PG-01 to PG-06 and the specimen PGU-02. Group III, formed by PGU-01, PGU-03 and PGU-05, was characterized by the presence of limonene (8.79%-28.83%), 1,8-cineol (5.03%-22.31 %) and  $\beta$ -caryophyllene (4.10%-15.19%). The antioxidant capacity of the oils was evaluated, except for specimens PA-01, PA-02 PGU-05, with insufficient quantity. The oil with the highest antioxidant activity was PG-01, with inhibition of 46.12%. In *P. guajava*, PGU-02 oil was the most active, with inhibition of 38.64%. The composition of the studied oils presented chemical variability among the species of *Psidium*, influencing its antioxidant capacity. Such variations suggest the existence of chemotypes among the species/specimens of *Psidium*.

**KEYWORDS:** *Psidium* spp, Essential oils, Mono- and sesquiterpenes, DPPH antioxidant activity

## 1 | INTRODUÇÃO

Dentre as espécies vegetais nativas da região amazônica há um número considerável de Mirtáceas, as quais estão distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais do planeta (SOUZA e LORENZI, 2008). A família Myrtaceae é formada por cerca de 132 gêneros e 5760 espécies arbóreas e arbustivas, sendo que no Brasil são encontrados 23 gêneros e 990 espécies (GOVAERTS et al., 2015, SOBRAL et al., 2015).

Um dos gêneros mais importantes desta família é o gênero *Psidium* que abrange aproximadamente 92 espécies. Algumas destas espécies apresentam potencial para exploração comercial na produção de frutos comestíveis e madeira, além de possuírem uso medicinal (GOVAERTS et al., 2013; BEZERRA et al., 2006; AMANCIO et al., 2015).

*Psidium guineense* Swartz, vulgarmente conhecido como araçá-comum, tem uso medicinal como anti-inflamatório, seus frutos são utilizados na fabricação de geleia e sorvetes, além de cosméticos (FRANZON et al., 2009; VIANA et al., 2011).

*Psidium guajava*, conhecido popularmente como goiabeira é uma planta muito apreciada por seus frutos comestíveis de elevado valor alimentício, que são usados também na fabricação de doces e sucos. Na medicina popular é usada no tratamento de diarreia e leucorreia, entre outros (FRANZON et al., 2009).

*Psidium acutangulum* D.C. é nativo da região Amazônica e conhecido popularmente como araçá-pera. Desperta grande interesse de pesquisadores devido à alta acidez dos frutos, as quais se mostram apropriadas para a fabricação de compotas, doces em calda, doces em massa, geleias, refrescos, sorvetes e sucos (MANICA, 2000).

Visando contribuir com o conhecimento científico e econômico das espécies vegetais nativas da região amazônica, este estudo avaliou a composição e a atividade antioxidante dos óleos essenciais de espécimes de *Psidium guineense*, *P. guajava* e *P. acutangulum*, que ocorrem na região amazônica circunscrita ao Estado do Pará.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Coleta, identificação e preparo do material botânico

Os espécimes (Figura 1) foram coletados no estado do Pará. O material vegetal foi separado para a preparação de exsiccatas e extração do óleo essencial. A preparação de exsiccatas, registro, incorporação no herbário e identificação botânica foi realizada segundo técnica tradicional: prensagem; anotação de dados fenológicos, etnobotânicos e ambientais; tipo de vegetação; coordenadas geográficas (GPS) e; registro de fotografias. O registro e depósito das exsiccatas foi realizado nos Herbários da Embrapa-Amazônia Oriental (IAN), Santarém (HSTM) e Museu Paraense Emilio Goeldi (MG). Os dados de coleta e registro estão apresentados na Tabela 1.

Espécie	Registro	Nº Herbário	Coordenadas
Psidium acutangulum	PA-01	IAN-195394	0°72'85"S, 47°85'1"W
	PA-02	MG-227356	1°26'14"S, 48°26'30"W
Psidium guineense	PG-01	IAN-195396	0°72'65"S, 47°84'70"W
	PG-02	IAN-195397	0°43'40"S, 47°50'58"W
	PG-03	IAN-197141	0°72'67"S, 47°85'13"W
	PG-04	IAN-197142	0°72'57"S, 47°84'84"W
	PG-05	IAN-197143	0°72'57"S, 47°84'72"W
	PG-06	HSTM-3611	1°57'24"S, 54°07'07"W
Psidium guajava	PGU-01	IAN-195395	0°72'90"S, 47°85'10"W
	PGU-02	MG-235601	0°43'48"S, 47°51'17"W
	PGU-03	MG-235602	0°72'69"S, 47°84'21"W
	PGU-04	IAN-195393	0°72'66"S, 47°84'65"W
	PGU-05	MG-235602	0°72'72"S, 47°84'74"W

Tabela 1. Espécies aromáticas coletadas na Amazônia Paraense

Fonte: os autores

## 2.2 Processamento do material botânico e extração do óleo essencial

As partes aéreas das plantas foram coletadas e transportadas em sacos plásticos com aeração. As folhas foram separadas dos galhos e transferidas para bandejas e secas por ventilação constante em estufa (35°C) durante 48 horas. Após a secagem, as folhas foram moídas em moinho de facas. Os óleos essenciais foram extraídos por hidrodestilação em aparelho de Clevenger modificado (3h) de acordo com a metodologia descrita por Maia e Andrade (2009).

O teor de umidade das folhas foi determinado por um medidor por Infravermelho (GEHAKA, modelo IV 2500). Após a extração, os óleos foram centrifugados durante 10 min a 3000 rpm, desidratados com Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anidro e novamente centrifugados nas mesmas condições. Em seguida, foram armazenados em ampolas de vidro âmbar, na ausência de oxigênio e, conservados em ambiente refrigerado (5-10°C). O rendimento foi calculado com base no material livre de umidade (B.L.U).

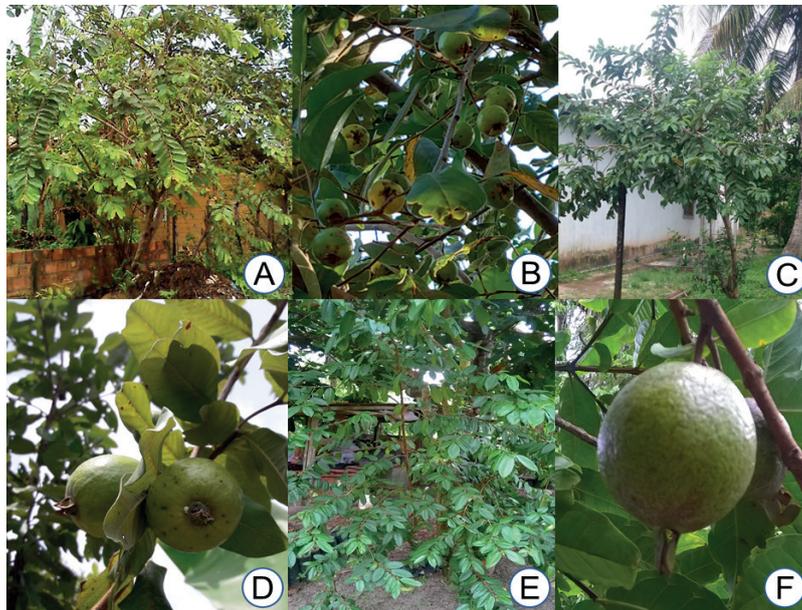


Figura 1. Espécies aromáticas coletadas na Amazônia Paraense, A e B: *Psidium guineense* árvore e fruto; C e D: *P. guajava* árvore e fruto; E e :F *P. acutangulum* arvore e fruto

Fonte: os autores

### 2.3 Análise da composição química dos óleos

A composição dos óleos essenciais foi analisada por cromatografia em fase gasosa (CG) e cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM) com a injeção de 1  $\mu\text{L}$  (solução 5  $\mu\text{L}$  de óleo : 500  $\mu\text{L}$  de hexano) em um sistema Shimadzu QP 2010 ultra (Auto injetor AOC-20i), equipado com coluna capilar de sílica Rtx-5MS (Restek, EUA) de 30 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro interno revestido com 5%-difênil/95%-dimetil-polisiloxano (0,25  $\mu\text{m}$  de espessura do filme). A temperatura do forno do CG foi programada de 60°C a 240°C a 3°C/min seguida de uma isoterma de 10 minutos, as temperaturas do injetor (split 1:20), linha de transferência e câmara de ionização foram de 250, 250 e 200°C, respectivamente. Hélio foi usado como gás de arraste com fluxo de 1 $\mu\text{L}/\text{min}$ . Os espectros de massas foram obtidos por impacto eletrônico a 70 eV com scans automáticos (varredura) na faixa massas de 35 a 400 daltons com 0,30 scans/s. A identificação dos componentes foi baseada no tempo e índice de retenção linear (série de n-alcanos C8-C40) e comparação e interpretação dos seus espectros de massas, com aqueles existentes nas bibliotecas Adams (2006) e FFNSC 2 (Mondello, 2011).

### 2.4 Avaliação da capacidade antioxidante

Para avaliação do potencial antioxidante foi utilizado o método de sequestro dos radicais livres DPPH. A mistura reacional foi composta de 5  $\mu\text{L}$  de óleo, 45  $\mu\text{L}$  de etanol, 50  $\mu\text{L}$  de tween 20 (0,5%), 900  $\mu\text{L}$  de Tris-HCl 100 mM pH 7,4 e 1000  $\mu\text{L}$  de DPPH 0,5 mM em etanol (absorbância entre 625-650). O controle foi feito substituindo o óleo por etanol. O meio reacional foi deixado em repouso ao abrigo de

luz e a reação foi monitorada pela medida da absorvância a 517 nm em intervalos contínuos de 30 min por 2h (CHOI et al., 2000).

## 2.5 Análise Estatística

Os valores obtidos para a atividade antioxidante para cada amostra foram comparados por análise de variância (ANOVA) de um fator, seguida de teste de Tukey, com 95% de significância ( $p < 0,05$ ), utilizando o software GraphPad Prism 5.0.

Os dados da composição dos óleos essenciais foram submetidos a Análise Hierárquica de Agrupamento (HCA) e Análise dos Componentes Principais (PCA), com auxílio do software Minitab 17 (free version). Os constituintes que apresentaram concentrações maiores ou iguais a 6% foram considerados como variáveis. Para tal, os dados foram pré-processados através do auto-escalamento, com base nos dados centrados na média, divididos pelo desvio padrão, de tal forma que todas as variáveis (compostos identificados) obtivessem o mesmo peso.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Rendimento dos óleos essenciais

Os rendimentos dos óleos essenciais dos espécimes de *P. acutangulum* foram 0,48% e 0,36% para PA-01 e PA-02, respectivamente. Nas extrações de óleos essenciais dos espécimes de *P. guineense* os rendimentos variaram entre 0,18% e 0,91% (de PG-01 a PG-06). Em relação a *P. guava*, os rendimentos os variaram de 0,43% a 0,68% (de PGU-01 a PGU-06).

### 3.2 Composição Química

Foram identificados 254 compostos compreendendo de 87% a 98% do conteúdo total dos óleos. Os constituintes estão listados na Tabela 2 em ordem crescente de seus respectivos Índices de Retenção (IR), os quais foram calculados (IRC) e comparados com os valores da literatura (IRL). Em todos os óleos, predominaram as classes dos hidrocarbonetos monoterpênicos (1,10-77,83%), hidrocarbonetos sesquiterpênicos (5,60-72,65%), sesquiterpenos oxigenados (5,17-37,51%) e monoterpênicos oxigenados (0,24-27,61%). A Figura 2 mostra as estruturas químicas dos compostos em maior teor.

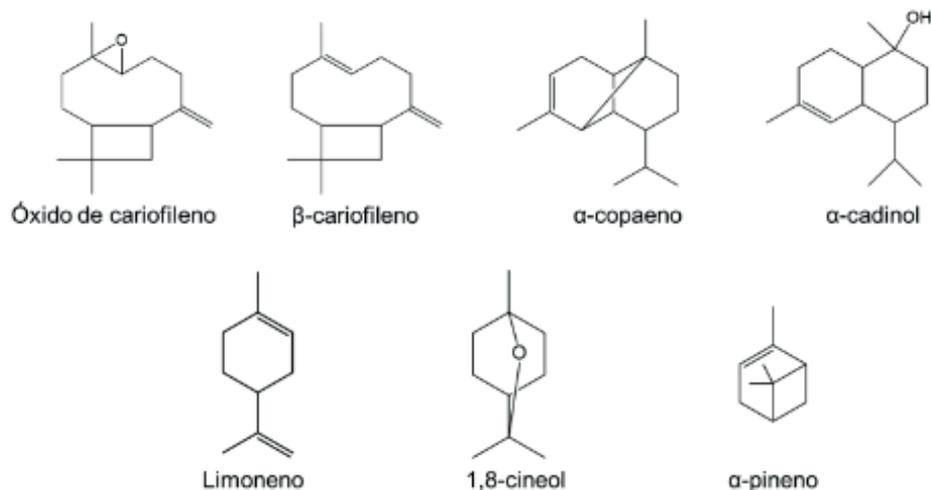


Figura 2. Estruturas químicas dos compostos identificados em maiores teores nos óleos essenciais

Fonte: Os autores, 2019

Os óleos essenciais dos espécimes de *P. acutangulum* apresentaram teores significativos dos sesquiterpenos como β-cariofileno (14,69%-33,33%), óxido de cariofileno (6,64%) α-cadinol (4,31%-5,24%), amorfa-4,7(11)-diene (10,96%) e β-elemeno (4,63%-4,92%). Em estudos feitos por Silva et al. (2003), foram identificados α-pineno (14,80%), 1,8-cineol (12,90%) e β-pineno (10,10%) como principais compostos no óleo essencial de *P. acutangulum*. Desse modo é possível destacar variabilidade química nesta espécie.

Os óleos essenciais de *P. guineense* mostraram-se ricos nos terpenos α-pineno (2,01%-33,98%), limoneno (3,69%-37,16%), α-copaeno (2,95%-10,62%), β-cariofileno (0,06%-9,25%), *epi*-β-bisabolol (10,91%) e β-bisaboleno (8,87%). Diferentes tipos químicos *P. guineense* são descritos na literatura de acordo com o local de coleta. O óleo essencial de um espécime apresentou como compostos majoritários β-bisaboleno (13,18%), α-pineno (12,85%) e β-sesquifelandreno (5,23%) (Tucker e Maciarelo,1995). Além disso, a análise do perfil químico de óleos essenciais de *P. guineense* coletados no estado do Pará indicou a presença de limoneno (0,3-47,4%), α-pineno (0,1-35,6%) e β-cariofileno (0,1-24,0%) como principais compostos nos óleos de doze espécimes de Araçá (Figueiredo et al., 2018).

Nos óleos extraídos de *P. guajava*, destacaram-se os compostos limoneno (0,32%-38,83%), β-cariofileno (4,10%-22,76%), 1,8-cineol (2,43%-22,31%), α-humuleno (1,19%-8,53%), β-bisaboleno (0,03%-9,18%), *E*-nerolidol (1,68%-13,17%), selin-11-en-4α-ol (0,44%-9,64%), *epi*-β-bisabolol (15,09%). Lima et al. (2009), caracterizaram o óleo essencial das folhas de *P. guajava* e identificaram óxido de cariofileno (13,8%), β-cariofileno (7,2%) e 1,8-cineol (7,0%), como compostos com maior teor.

Por outro lado, Pinho et al. (2014) obtiveram como compostos principais *epi*-

globulol (19,20%), 1,8-cineol (13,31%), óxido de *iso*-aromadendreno (11,13%), álcool de cariofileno (10,21%),  $\beta$ -cariofileno (9,51%). Com base na comparação dos resultados deste trabalho com os relatos encontrados na literatura, pode-se inferir a existência de variabilidade química intraespecífica para *P. guajava*.

IRC	IRL	Constituintes	PA 01	PA 02	PG 01	PG 02	PG 03	PG 04	PG 05	PG 06	PGU 01	PGU 02	PGU 03	PGU 04	PGU 05
933	932	$\alpha$ -pineno	0,48	2,83	30,23	22,49	17,66	13,35	33,98	2,01	0,24	0,05	0,71	0,72	
1028	1024	limoneno	0,16	0,16	3,69	30,25	30,36	26,49	37,16	4,30	11,27	0,32	28,83	1,88	8,79
1031	1032	1,8-cineol			0,31	0,07	0,14	0,06	0,08	0,08	5,04	2,43	11,12	22,31	
1191	1186	$\alpha$ -terpineol	0,24	0,09	1,11	0,92	1,27	0,42	1,04	0,15	1,54	0,50	1,55	4,39	0,70
1378	1374	$\alpha$ -copaeno	4,18	2,86	10,61	6,61	8,05	7,21	2,95	4,21	6,10	2,27	0,03	0,40	0,25
1394	1389	$\beta$ -elemeno	4,92	4,63						0,09					0,03
1423	1417	$\beta$ -cariofileno	14,69	33,33	9,25	2,11	0,06	0,11	0,83	1,44	15,19	7,89	4,10	22,76	8,85
1455	1452	$\alpha$ -humuleno	1,92	4,03		0,43	0,28	0,47	0,12	0,37	2,77	1,19	8,53	3,71	3,26
1482	1479	<i>ar</i> -curcumeno								4,96		3,61			
1482	1479	amorra-4,7(11)-dieno		10,96											
1488	1488	$\beta$ -selineno	1,75		1,16	0,78	1,04	3,84	0,45	3,00	5,86		2,79	0,36	8,47
1497	1498	$\alpha$ -selineno	2,27		0,99		0,90	3,65	0,33	4,26	5,35		2,26	0,32	7,29
1510	1508	$\beta$ -bisaboleno	1,12							8,87	0,16	9,18	0,03	0,58	0,39
1512	1514	$\beta$ -curcumeno	0,05							2,03		5,35		0,03	
1565	1561	<i>E</i> -nerolidol	0,32	0,27	0,21	0,16	0,38	0,22		1,03	2,38	3,88	1,68	13,17	2,32
1586	1582	óxido de cariofileno	6,64	3,04	2,34	0,96			0,57	0,97	4,83	1,36	4,19	2,27	4,86
1611	1613	epóxido de humuleno	0,59	0,19	0,28	0,13	0,05	0,04	0,06		0,67		5,24	0,29	1,05
1631	1630	muurolo-4,10(14)-dien-1- $\beta$ -ol	4,90		3,97	3,57	3,60	2,25	1,55		3,98				
1639	1638	cariofila-4(12),8(13)-dien-5 $\beta$ -ol	1,23	0,81	0,86	0,57			0,30		1,72		3,25	1,20	5,22
1645	1640	<i>epi</i> - $\alpha$ -muurolo	4,45	2,76						1,20		0,47	0,28	0,67	
1649	1644	$\alpha$ -muurolo	3,56	0,90	0,97	0,95	1,15	1,11	0,43		1,09	1,70	0,48	2,49	4,93
1654	1652	$\alpha$ -cadinol	5,24	4,31	1,54	1,64	1,84								
1659	1658	selin-11-en-4 $\alpha$ -ol						4,21			9,56		4,54	0,44	9,64
1671	1670	<i>epi</i> - $\beta$ -bisabolol								10,91		15,09			
1721	1722	2 <i>Z</i> ,6 <i>E</i> -farnesol			0,52	1,14	3,67	4,61	0,17	0,70	0,01	0,08			
		Hidrocarbonetos monoterpênicos	0,64	2,99	33,92	52,74	48,02	39,84	71,14	6,31	11,51	0,37	29,54	2,60	8,79
		Monoterpenos oxigenados	0,24	0,09	1,42	0,99	1,41	0,48	1,12	0,23	6,58	2,93	12,67	26,70	0,70
		Hidrocarbonetos sesquiterpênicos	30,90	55,81	22,01	9,93	10,33	15,28	4,68	29,23	35,43	29,49	17,74	28,16	28,54
		Sesquiterpenos oxigenados	26,93	12,28	10,69	9,12	10,69	12,44	3,08	14,81	24,24	22,58	19,66	20,53	28,02
		Total	58,71	71,17	68,04	72,78	70,45	68,04	80,02	50,58	77,76	55,37	79,61	77,99	66,05
		Rendimento em óleo (%)	0,48	0,36	0,66	0,47	0,61	0,91	0,44	0,18	0,66	0,43	0,57	0,68	0,62

**TABELA 2.** Composição (%) e rendimento (>4,5%) dos óleos essenciais analisados de *Psidium acutangulum* (PA); *Psidium guineense* (PG); *Psidium guajava* (PGU)

### 3.3 Análise Multivariada

A Análise Hierárquica de Agrupamento (HCA, Figura 3) e a Análise dos Componentes Principais (PCA, Figura 4) apresentaram a formação de três grupos com base na composição química dos espécimes de *Psidium*. O grupo I foi caracterizado por  $\beta$ -cariofileno (14,69%-33,33%), formado por todos os espécimes de *P. acutangulum* e o PGU-4. O grupo II, caracterizado por  $\alpha$ -pineno (13,35%-

33,98%), limoneno (26,49%-37,16%) e  $\alpha$ -copaeno (6,61%-10,61%), foi formado por todos os espécimes de *P. guineense* (PG-01 a PG-06) e o PGU-02. Limoneno (8,79%-28,83%), 1,8-cineol (5,03%-22,31%) e  $\beta$ -cariofileno (4,10%-15,19%) foram majoritários no grupo III, que engloba os espécimes por PGU-01, PGU-03 e PGU-05.

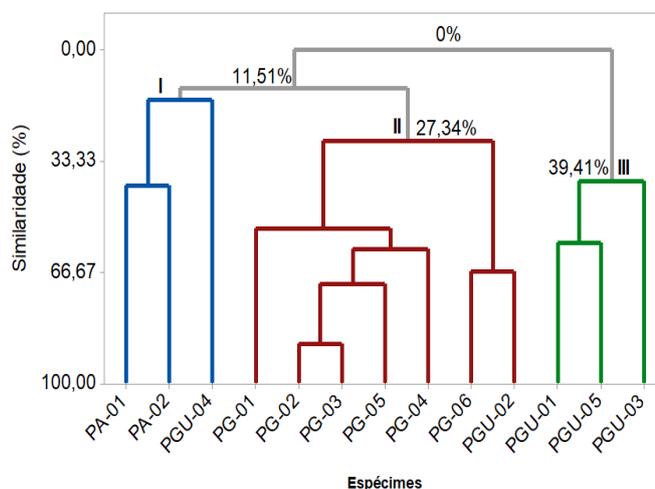


Figura 3. Análise Hierárquica de Agrupamento (HCA) dos óleos essenciais de *Psidium*.

Fonte: Os autores, 2019

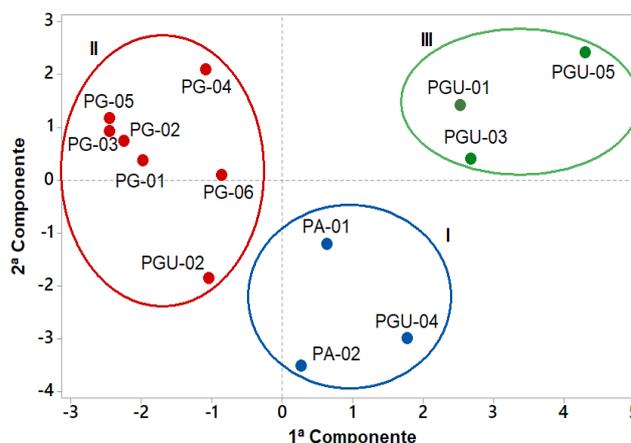


Figura 4. Análise dos Componentes Principais (PCA) dos óleos essenciais de *Psidium*.

Fonte: Os autores, 2019

### 3.4 Atividade Antioxidante

Os resultados da análise do potencial antioxidante dos óleos estão listados na Tabela 3.

Espécie	Inibição (%)	Equivalente Trolox (mg ET/mL)
PG-01	46,12 ± 1,51	233,64
PG-02	11,46 ± 1,97	58,05
PG-03	27,72 ± 2,28	140,40

PG-04	35,70 ± 5,26	180,85
PG-05	20,00 ± 3,28	101,32
PG-06	14,70 ± 0,31	74,49
PGU-01	15,56 ± 4,79	84,60
PGU-02	38,64 ± 7,03	195,73
PGU-03	34,52 ± 4,25	174,88

Tabela 3. Atividade antioxidante dos óleos essenciais de *Psidium*.

Fonte: Os autores, 2019

Os óleos essenciais das espécies de *Psidium* mostraram atividade antioxidante abaixo de 50%. A amostra mais ativa entre os espécimes de *P. guineense* foi PG-01 que teve inibição quatro vezes menor que a do padrão Trolox. Entre os espécimes de *P. guajava* a amostra mais ativa foi PGU-02 com inibição de 38,64%, cinco vezes menor que o padrão.

As inibições dos óleos essenciais dos espécimes de *P. guineense* tiveram variações significativas. A amostra PG-01 mostrou inibição de 46,12% dos radicais livres DPPH, diferentemente do espécime PG-02 que inibiu 11,46%. O óleo essencial de PG-03 inibiu 27,72%. Já o espécime PG-04 causou a inibição de 35,70% e o PG-05 inibiu 20% dos radicais livres. A inibição de PG-06 foi de 14,70%. do Nascimento et al. (2018) relataram significativa atividade antioxidante em uma amostra de óleo essencial de *P. guineense* rica em espatulenol. Além disso, os óleos essenciais de outras espécies de *Psidium* mostraram um bom potencial antioxidante, a exemplo do *P. cattleianum* que apresentou 61,59% de inibição de radicais livres DPPH, resultado superior ao obtido neste trabalho (CASTRO et al., 2015).

O Teste Tukey com nível de significância de 5% mostrou que as inibições dos óleos essenciais dos espécimes PG-01, PG-02, PG-03 e PG-04 não mostraram similaridade entre si. Já as inibições dos óleos de PG-02 e PG-06 mostraram-se semelhantes. Do mesmo modo, as inibições de PG-03 e PG-05 foram estatisticamente similares. Os espécimes PG-05 e PG-06 também mostraram inibições similares. Essas comparações estão ilustradas na Figura 5.

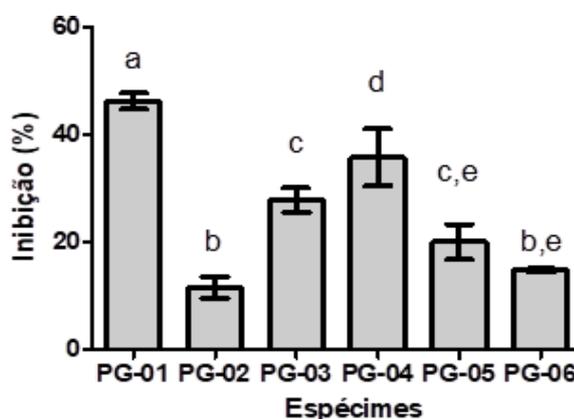


Figura 5. Inibição dos radicais DPPH dos óleos essenciais de *P. guineense*.

Fonte: Os autores, 2019

Os espécimes de *P. guajava*, mostraram inibições variadas entre as amostras. O espécime PGU-01 mostrou inibição de 15,56%, distinta de PGU-02 que inibiu 38,64% dos radicais. O óleo essencial de PGU-03 mostrou uma inibição de 34,52%. Com base nestes resultados, verifica-se que PGU-02 foi a amostra mais ativa desta espécie, sendo rica em epi- $\beta$ -bisabolol (15,09%),  $\beta$ -bisaboleno (9,18%) e  $\beta$ -cariofileno (7,89%). O sesquiterpeno  $\beta$ -cariofileno tem baixa atividade antioxidante como relatado por Moraes et al. (2006), os demais compostos não têm atividade relatada na literatura, entretanto é provável que haja uma ação sinérgica entre estes compostos para produzir o efeito antioxidante observado neste óleo essencial. Além disso, Wang et al. (2017) estudaram a atividade antioxidante de espécies de *P. guajava*, provenientes de diferentes regiões da China e relataram uma inibição de 18% a 34% dos radicais DPPH, resultado este semelhante ao que está sendo apresentado neste trabalho.

A comparação entre as inibições dos óleos essenciais de *P. guajava* está ilustrada na Figura 6, e mostra que a inibição do óleo essencial do espécime PGU-01 não tem semelhança estatística com as dos demais espécimes, enquanto a inibição observada nos espécimes PGU-02 e PGU-03 é estatisticamente similar.

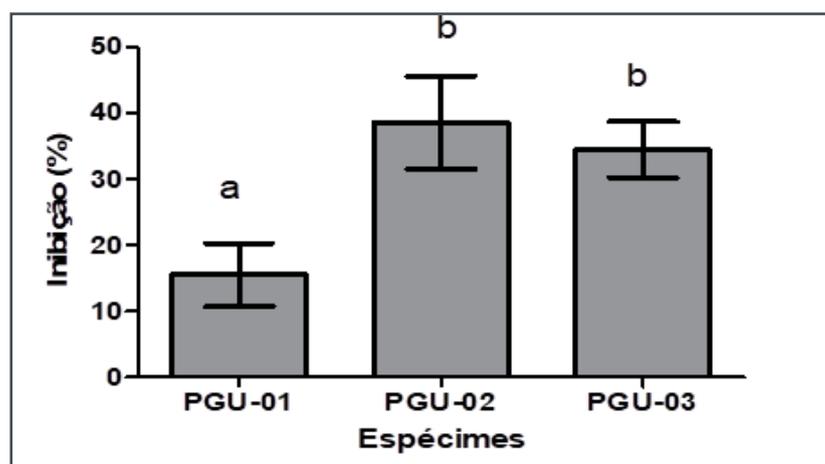


Figura 6. inibição dos radicais DPPH dos óleos essenciais de *P. guajava*.

Fonte: Os autores, 2019

## 4 | CONCLUSÃO

A composição dos óleos essenciais das espécies estudadas evidencia a existência de variabilidade interespecífica. O conhecimento desta variação aliada a atividade antioxidante pode ajudar na quimiotaxonomia e no aproveitamento econômico destas espécies.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4. ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2006. 804 p.

- AMANCIO, A. M. et al. **Estudo da ação antimicrobiana de extratos de plantas do gênero *Psidium***. Revista da Universidade do Vale do Rio Verde, v. 13, p.644-652, 2015.
- BEZERRA, J. E. F. et al. Araçá. In: VIEIRA, R. F. et al. **Frutas Nativas da Região Centro-oeste do Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. p. 42-63
- CASTRO, M. R. et al. **Essential oil of *Psidium cattleianum* leaves: antioxidant and antifungal activity**. Pharmaceutical biology, v. 53, p. 242-250, 2014.
- CHOI, H.S. et al. **Radical-scavenging activities of citrus essential oils and their components: Detection using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.48, p.4156–4161, 2000.
- DO NASCIMENTO, K. F. et al. **Antioxidant, anti-inflammatory, antiproliferative and antimycobacterial activities of the essential oil of *Psidium guineense* Sw. and spathulenol**. Journal of Ethnopharmacology, v. 210, p. 351-358, 2017.
- FIGUEIREDO, P. L. B. et al. **Chemical variability in the essential oil of leaves of Araçá (*Psidium guineense* Sw.), with occurrence in the Amazon**. Chemistry Central Journal, v. 12, p. 1–11, 2018.
- GOVAERTS et al. **world checklist o myrtaceae. Kew: Royal Botanic Gardens, 2013**. Disponível em: < <http://apps.kew.org/wcsp/>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2016.
- GOVAERTS, et al., 2015. **World Checklist of Myrtaceae. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew**. Disponível em <<http://www.kew.org/wcsp/>> Acesso em: 27 de setembro de 2016.
- LIMA, R. K. et al. **Essential oil chemical composition From leaves o guava (*Psidium guajava* L.) and its effects on the all armyworm *Spodoptera rugiperda* (J. E. Smith, 1797). (Lepidoptera: Noctuidae) behavior**. Ciência e Agrotecnologia. v. 33, p.1777-1781, 2009.
- MAIA, J. G. S. M.; ANDRADE, E. H. A. **Database of the Amazon aromatic plants and their essential oils. Quimica Nova**, v. 32, p. 595-622, 2009.
- MANICA, I. **Frutas Nativas, Silvestres e Exóticas**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 327 p.
- PINHO, A. I. et al. **Fumigant Activity of the *Psidium guajava* Var. *Pomiera* (Myrtaceae) Essential Oil in *Drosophila melanogaster* by Means of Oxidative Stress**. Hindawi Publishing Corporation. v. 2, p.1-8, 2014.
- SILVA, J. D. et al. **Essential oils of the leaves and stems of four *Psidium* spp.** Flavour And fragrance Journal, v. 18, p.240-243, 2003.
- SOBRAL, M. et al. Myrtaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>> Acesso em: 27 de setembro de 2016.
- SOUZA, V.C., LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia ilustrado para a identificação de Famílias angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Instituto Plantarum, Nova Odessa, 640 p., 2008.
- TUCKER, A. O.; MACIARELLO, M. J. **Volatile leaf oils of American**. Journal of Essential oil research. Vol. 7, p. 187-190, 1995.
- MORAIS, S. M. de et al. **Atividade antioxidante de óleos essenciais de espécies de croton do nordeste do Brasil**. Química nova, Cidade, v. 29, p. 907-910, 2006.
- VIANA, C. A. dos S. et al. **Plantas da Amazônia: 450 espécies de uso geral**. Brasília: Unb, 2011. 1691 p.
- WANG, L. et al. **Chemical compositions, antioxidant and antimicrobial activities of essential oils o *Psidium guajava* l. leaves from diferent geographic regions in China**. Chemistry & biodiversity, v. 14, p. 1-14, 2017.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**CLEBERTON CORREIA SANTOS-** Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratamentos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber\_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abastecimento urbano 78

Aprendizagem 35, 38, 39, 46, 47, 48, 286, 287, 288, 289, 295, 323, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 336, 339, 341, 343, 345, 348, 350

Aspergillus flavus 105, 106, 108, 109, 110, 114, 115

Aterramentos elétricos 296, 297, 301, 302

Atividade antioxidante 170, 171, 172, 175, 179, 180, 181

### B

Biodiesel 303, 304, 305, 306, 314, 315, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373

Biotransformação 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 131

### C

Cadernos escolares 1, 3, 4, 5, 9

Cafeeiro 317

Catálise 24, 26, 117, 126, 222, 363, 366, 368

### D

Dispositivos móveis 286, 289, 293, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 345, 346, 347, 349, 350, 351

### E

Ensino 1, 2, 4, 12, 13, 15, 17, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 47, 48, 80, 105, 286, 287, 288, 294, 295, 297, 298, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 344, 346, 348, 349, 350, 351

Escolas paroquiais 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13

### G

Geometria 2, 12, 28, 185, 187, 299

### H

História da Educação Matemática 1, 2, 14

### I

Impactos ambientais 61, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 107, 210

## **K**

Kavain 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127

## **L**

Lama abrasiva 59, 60

## **M**

Metátese 116, 117, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126

Middleboxes 138, 139, 140, 141, 142, 143

Modelagem computacional 49, 50, 69, 296

## **N**

Nanopartículas 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 196, 203

## **O**

Óxido de cálcio 363, 364, 367, 368, 369, 371, 373

Óxido de cobre 24, 25, 27, 30, 31, 33, 34

## **P**

Polimerização Radicalar 215

## **R**

Resíduos industriais 59

Resistividade do solo 296

Rhodamine B 374, 376, 381, 382

Robótica 35, 37, 38, 40, 41, 46, 47, 48

## **S**

Smart Cities 280

## **T**

Transporte de nêutrons 49, 50, 51, 57

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-641-6

