

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# Trabalhos nas Áreas de Fronteira da Química 2

**Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua**  
(Organizador)



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# Trabalhos nas Áreas de Fronteira da Química 2

**Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua**  
(Organizador)



**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 Cremo

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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
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> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> 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:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremona  
**Correção:** Vanessa Mottin de Oliveira Batista  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

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

T758 Trabalhos nas áreas de fronteira da química 2 / Organizador  
Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa -  
PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-822-9

DOI 10.22533/at.ed.229211202

1. Química. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva  
(Organizador). II. Título.

CDD 540

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



Ano 2021

## 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

O E-book intitulado: “Trabalhos nas Áreas de Fronteira da Química” é constituído por dezesseis trabalhos em forma de capítulos que abordam as diferentes áreas da química de forma intra e interdisciplinar, objetivando-se à melhoria da qualidade de vida. Esta coleção trouxe trabalhos que proporcionaram: (i) avaliar as propriedades químicas, físicas e biológicas de óleos essenciais, aromáticos e ácidos graxos extraídos de diferentes partes de plantas (folhas, cascas, tronco e caule) utilizadas na alimentação e que devido a suas propriedades nutricionais, aromáticas e terapêuticas constitui-se em uma área de extrema importância – a Química de produtos naturais; (ii) a eletroanalítica vem se desenvolvendo e aprimorando sensores (dispositivos) com propriedades para: monitorar e detectar substâncias em tempo real, com baixo custo operacional, fácil operação e com ampla aplicação (em especial, detecção e quantificação de contaminantes de interesse emergente em matrizes aquosas); (iii) aplicação de figuras de mérito em técnicas analíticas visando atestar a qualidade de alimentos; e (iv) princípios e contribuições do método QuEChERS e das técnicas de cromatográficas para o estabelecimento dos princípios norteadores da Química Verde em análises químicas; (v) a importância do monitoramento e detecção de metais tóxicos ou potencialmente tóxicos presentes em água e alimentos; (vi) aplicação de processos distintos de tratamento (osmose reversa e processos oxidativos avançados) para remoção de poluentes (corantes e fármacos) em águas de superfície, com o intuito de remover substâncias capazes de desencadear efeitos deletérios a biota aquática e seus organismos.

Neste contexto, a Atena Editora reuniu trabalhos selecionados por membros do corpo editorial que pudesse apresentar temas atuais e em constante discussão, reunindo na forma do E-book: “Trabalhos nas Áreas de Fronteira da Química”, neste volume II.

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **DETERMINAÇÃO DO PERFIL INORGÂNICO DE CHÁS DERIVADOS DA CAMELLIA SINENSIS**

Ana Flávia Loureiro Martins Nascimento

Carlos Guilherme Tissi Batista

Cibele Maria Stivanin de Almeida

**DOI 10.22533/at.ed.2292112021**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **INFLUÊNCIA DA IDADE, HABITAT E TÉCNICA DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Psidium myrtoides* O. Berg**

Alline Laiane Borges Dias

Cassia Cristina Fernandes

Mayker Lazaro Dantas Miranda

**DOI 10.22533/at.ed.2292112022**

### **CAPÍTULO 3..... 24**

#### **EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DA CANELA EM CASCA EM SISTEMAS AQUOSOS E ORGÂNICOS VISANDO A OBTENÇÃO DE CINAMALDEÍDO**

Adriana da Veiga Torres

Juliana Baptista Simões

**DOI 10.22533/at.ed.2292112023**

### **CAPÍTULO 4..... 34**

#### **ÁCIDOS GRAXOS VEGETAIS: COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ATIVIDADE BIOLÓGICA E POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO**

Luana Cristina Diniz Santos

Luciana Alves Rodrigues dos Santos Lima

Ana Hortência Fonseca Castro

**DOI 10.22533/at.ed.2292112024**

### **CAPÍTULO 5..... 43**

#### **SÍNTESE ELETROQUÍMICA DE ELETRODOS DE CARBONO VÍTREO MODIFICADO COM FILMES DE HEXACIANOFERRATO DE METAIS E ATIVIDADE PARA DETECÇÃO DE COMPOSTOS SULFURADOS**

Maria de Lourdes Soprani Vasconcellos

Edervaldo Buffon

Demetrius Profeti

Luciene de Paula Roberto Profeti

**DOI 10.22533/at.ed.2292112025**

### **CAPÍTULO 6..... 56**

#### **LÍQUIDO IÔNICO PRÓTICO PARA A CONSTRUÇÃO DE SENSOR ELETROQUÍMICO APLICADO NA DETECÇÃO DE PESTICIDA**

José Fernando de Macedo

Anderson Alex Conceição Alves



Mércia Vieira da Silva Sant'Anna  
Michael Douglas Santos Monteiro  
José Carlos dos Santos Junior  
Jonatas de Oliveira Souza Silva  
José Felipe dos Santos  
Pedro Rafael da Cruz Almeida  
Frederico Guilherme de Carvalho Cunha  
Eliana Midori Sussuchi

**DOI 10.22533/at.ed.2292112026**

**CAPÍTULO 7..... 72**

**DETECÇÃO DE CIPROFLOXACINA APLICANDO UM SENSOR ELETROQUÍMICO À BASE DE DERIVADO DO GRAFENO E LÍQUIDO IÔNICO**

Anderson Alex Conceição Alves  
Michael Douglas Santos Monteiro  
Pedro Rafael da Cruz Almeida  
Jonatas de Oliveira Souza Silva  
José Carlos dos Santos Junior  
Jose Fernando de Macedo  
Mércia Vieira da Silva Sant'Anna  
Lucas dos Santos Lima  
José Felipe dos Santos  
Eliana Midori Sussuchi

**DOI 10.22533/at.ed.2292112027**

**CAPÍTULO 8..... 85**

**BIOCARVÃO ATIVADO E ÓXIDO DE GRAFENO REDUZIDO APLICADOS EM SENSOR ELETROQUÍMICO PARA A DETERMINAÇÃO DE PARAQUATE**

Mércia Vieira da Silva Sant'Anna  
Ava Gevaerd  
Jonatas de Oliveira Souza Silva  
Lucas dos Santos Lima  
José Fernando de Macedo  
Michael Douglas Santos Monteiro  
Alberto Wisniewski Jr  
Márcio Fernando Bergamini  
Eliana Midori Sussuchi

**DOI 10.22533/at.ed.2292112028**

**CAPÍTULO 9..... 99**

**PREPARAÇÃO ELETROQUÍMICA DE NANOBASTÕES DE Co-Ni POR MEMBRANAS DE POLICARBONATO**

Bruna Maria Rodrigues Gonçalves  
Elton Patrick Barbano

**DOI 10.22533/at.ed.2292112029**

**CAPÍTULO 10..... 112**

**PREPARAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO ELETROQUÍMICA E APLICAÇÃO DE ELETRODOS**

## MODIFICADOS COM FILMES HÍBRIDOS DE HEXACIANO FERRATO DE METAIS

Edervaldo Buffon

Maria de Lourdes Soprani Vasconcellos

Demetrius Profeti

Luciene de Paula Roberto Profeti

**DOI 10.22533/at.ed.22921120210**

### **CAPÍTULO 11..... 128**

#### **EFEITO DE MATRIZ E FIGURAS DE MÉRITO NA DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS METÁLICOS EM QUEIJO DE MINAS ARTESANAL POR ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA DE CHAMA**

Emanueli do Nascimento da Silva

Tercio Paulo Felix Xisto

Ana Carolina Ferreira Castelo Borges

Emylle Emediato Santos

Roberta Eliane Santos Froes

**DOI 10.22533/at.ed.22921120211**

### **CAPÍTULO 12..... 140**

#### **CONTRIBUIÇÃO DO MÉTODO QuEChERS E DAS TÉCNICAS CROMATOGRÁFICAS PARA CONSOLIDAR OS PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE EM ANÁLISES QUÍMICAS**

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

**DOI 10.22533/at.ed.22921120212**

### **CAPÍTULO 13..... 153**

#### **BIOACESSIBILIDADE DE ELEMENTOS TRAÇOS ESSENCIAIS E POTENCIALMENTE TÓXICOS**

Wagna Piler Carvalho dos Santos

Rita Maria Weste Nano

Daniele Cristina Muniz Batista dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.22921120213**

### **CAPÍTULO 14..... 167**

#### **METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS E SEUS IMPACTOS NA ÁGUA E NOS ALIMENTOS: UM OLHAR PARA A LITERATURA**

Geilson Rodrigues da Silva

Hygor Rodrigues de Oliveira

João Vítor de Andrade dos Santos

Jussara de Oliveira Ferreira

Daniely Alves de Souza

Angela Kwiatkowski

Ramon Santos de Minas

Mariana Messias Soares

Mariane Ocanha

**DOI 10.22533/at.ed.22921120214**

### **CAPÍTULO 15..... 178**

#### **SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA DE OSMOSE DIRETA: ALTERAÇÃO DA COR E**

**CONDUTIVIDADE TÉRMICA DE UMA SOLUÇÃO DE CORANTE UTILIZANDO-SE UMA MEMBRANA PERMEÁVEL DE ACETATO DE CELULOSE**

Ani Caroline Weber  
Sabrina Grando Cordeiro  
Bruna Costa  
Aline Botassoli Dalcorso  
Gabriela Vettorello  
Aline Viana  
Elisete Maria de Freitas  
Eduardo Miranda Ethur  
Lucélia Hoehne

**DOI 10.22533/at.ed.22921120215**

**CAPÍTULO 16..... 184**

**COMPARAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE FÁRMACOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS POR PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS**

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
Ivo Amildon Ricardo  
Eduardo Oliveira Marson  
Vinicius Alexandre Borges de Paiva  
Alam Gustavo Trovó

**DOI 10.22533/at.ed.22921120216**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 198**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 199**

# CAPÍTULO 2

## INFLUÊNCIA DA IDADE, HABITAT E TÉCNICA DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Psidium myrtoides* O. Berg

Data de aceite: 01/02/2021

### Alline Laiane Borges Dias

Mestre em Agroquímica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano  
Campus Rio Verde  
Rio Verde, GO, Brasil

### Cassia Cristina Fernandes

Professora e Pesquisadora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano  
Campus Rio Verde  
Rio Verde, GO, Brasil

### Mayker Lazaro Dantas Miranda

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

**RESUMO:** A composição química dos óleos essenciais pode sofrer variação devido a fatores externos e internos, bem como pela aplicação de diferentes técnicas de extração destes óleos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o teor e a variação química dos óleos essenciais das folhas jovens e adultas de *Psidium myrtoides* O. Berg. As folhas foram coletadas em diferentes localidades e banho ultrassônico foi combinado com a hidrodestilação, visando a obtenção de maior rendimento, qualidade e número de compostos de interesse biológico no óleo essencial extraído. O tempo de hidrodestilação em aparelho de Clevenger foi de 3 horas, exceto para amostra (3) que teve a hidrodestilação combinada com banho ultrassônico em menor tempo de

extração. Após a extração, o óleo essencial foi analisado por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). O teor de óleo essencial das folhas jovens foi o maior em comparação as outras amostras analisadas - 0,53%. Observou-se que a amostra submetida ao banho ultrassônico e hidrodestilação exibiu maior o número de compostos - 38 no total. Os compostos majoritários deste estudo foram o eugenol,  $\alpha$ -ylangeno, *trans*- $\beta$ -cariofileno e isobazzaneno. O eugenol não foi reportado em nenhum dos estudos anteriores relacionados ao óleo essencial de *P. myrtoides*. Este estudo contribuiu para melhor seleção dos compostos de interesse, já que os mesmos sofrem variação química e consequentemente podem influenciar na eficácia da atividade biológica que este óleo possa possuir.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Psidium myrtoides*; óleo essencial; variação química; eugenol.

**ABSTRACT:** Chemical composition of essential oils may vary, not only due to external and internal factors, but also because of different extraction techniques applied to them. This study aimed at evaluating contents and chemical variation of essential oils from *Psidium myrtoides* O. Berg. young and adult leaves which were collected in different areas. An ultrasonic bath was combined with hydrodistillation in order to reach high yield, quality and number of compounds of biological interest in essential oils under investigation. Hydrodistillation was carried out by a Clevenger apparatus for 3 hours, except in sample (3), which was submitted to hydrodistillation combined with the ultrasonic bath for less extraction time.



After extraction, the essential oil was analyzed by Gas Chromatography coupled with Mass Spectrometry (GC-MS). Young leaves exhibited higher content of essential oil than the ones of the other samples under analysis – 0.53%. The sample submitted to the ultrasonic bath and hydrodistillation had the largest number of compounds, which totaled 38. Major compounds found by this study were eugenol,  $\alpha$ -ylangene, *trans*- $\beta$ -caryophyllene and isobazzanene. Eugenol had not been reported by any previous study of essential oil from *P. myrtooides*. This study has contributed to better select compounds of interest, since they undergo chemical variation and, consequently, may influence efficacy of the biological activity that the oil may have.

**KEYWORDS:** *Psidium myrtooides*; essential oil; chemical variation; eugenol.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre a variação química dos compostos presentes nos óleos essenciais direciona a utilização da planta. Fatores fisiológicos e ambientais, como composição do solo, clima, órgão vegetal, idade, sazonalidade e entre outros, podem afetar a qualidade e quantidade dos óleos essenciais produzidos pelas plantas (De SOUZA et al., 2017).

Além das particularidades descritas acima, outros fatores determinam as propriedades biológicas como a diversidade de constituintes presentes no óleo essencial. Esta bioatividade pode estar relacionada a compostos majoritários específicos ou estar relacionada ao sinergismo de vários compostos presentes na amostra (RAUT E KARUPPAYIL, 2014).

Ao analisar o número baixo de produtos fabricados com óleos essenciais mesmo estes sendo muito eficientes, Pavela e Benelli (2016) citam que um dos problemas enfrentados é a falta de qualidade e principalmente a quantidade, ou seja, o rendimento de óleo a cada processo de extração. Diante disto, investimentos têm sido realizados recentemente através do emprego de novas tecnologias, visando à eficiência, qualidade, redução no tempo de extração e um maior rendimento deste tipo de produto natural.

Portanto, considerando que os estudos com a espécie *Psidium myrtooides* O. Berg apresentou em estudos anteriores propriedades biológicas promissoras, este trabalho teve como objetivo avaliar o teor e a variação química das folhas jovens, adultas coletadas em diferentes localidades e uma técnica de extração combinada com a hidrodestilação. Com esta combinação de fatores, buscou-se obter um melhor rendimento, qualidade e maior número de compostos de interesse biológico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Material vegetal e extração do óleo essencial

As folhas de *Psidium myrtooides* O. Berg foram coletadas nos meses conforme a

Tabela 1, entre o horário das 07 e 08 horas. A espécie foi identificada pelos botânicos Luzia Francisca e Marcos Sobral. A excisata sob o registro HJ998 foi depositado no herbário Jataiense Professor Germano Guarim Neto e outro exemplar (10041) foi depositado no herbário do Instituto Federal Goiano – campus Rio Verde.

Amostras	Mês da coleta	Local da coleta	Coordenadas geográficas
1	Março/18	Instituto Federal goiano - campus Rio Verde	Latitude 16° 06'
2			Longitude oeste 51° 17'
3	Maio/18	Universidade de Rio Verde (Unirv)	Latitude (S) 17° 48'
4			Longitude 50° 55'

(1) Folhas jovens; (2) Folhas adultas; (3) Folhas submetidas a banho ultrassônico; (4) Folhas coletadas na Unirv.

TABELA 1 – Informações sobre o local e mês de coleta das amostras de *Psidium myrtoides* O. Berg.

As amostras 1 (folhas jovens) e 2 (folhas adultas) foram coletadas conforme proposto por LI et al. (2013), as folhas mais próximas do ápice representa características mais juvenis e as demais são caracterizadas como adultas.

O óleo essencial (OE) das amostras 1,2 e 4 foi obtido através de hidrodestilação pelo período de 3 horas em aparelho de Clevenger. A amostra 3 foi submetida ao banho ultrassônico por 40 minutos, após este período a amostra também foi submetida a hidrodestilação com duração de 1 hora de extração. Foram utilizadas 100 g em triplicata para cada amostra.

Após a hidrodestilação, o OE foi extraído da fase aquosa com diclorometano, 30 mL com três repetições, em seguida foi adicionado sulfato de sódio anidro PA ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). O solvente foi removido por evaporação a temperatura ambiente. Os óleos essenciais das amostras foram armazenados a -4 °C até o momento da análise química dos compostos.

### Teor do óleo essencial

O rendimento do óleo essencial das amostras 1, 2, 3 e 4 foi calculado através da fórmula  $T\% = \text{Massa do óleo (g)} / \text{massa das folhas (in natura)} * 100$ . Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o Teste F, e as médias comparadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para as análises estatísticas dos dados empregou-se o software estatístico SISVAR versão 5.6.

### Composição química do óleo essencial de *Psidium myrtoides* O. Berg

As análises da composição química do óleo essencial das amostras 1, 2, 3 e 4 de *P.*

*myrtooides* foram realizadas por cromatografia a gás acoplado ao espectrômetro de massas sequencial (CG-EM), equipado com injetor automático CombiPAL (AOC-5000, Shimadzu), uma coluna Restek Rtx-5ms (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) foi utilizada com as seguintes características operacionais: temperatura inicial foi mantida a 60 °C por 3,0 min, seguido de um acréscimo de 3 °C/min até atingir 200 °C e posteriormente foi programada para um aumento de temperatura de 15°C/min até 280°C, permanecendo nessa temperatura por mais 1,0 min. As análises foram realizadas utilizando o gás (He) como carreador.

A identificação dos componentes foi realizada por comparação dos seus índices de retenção (IR) utilizando uma solução padrão de *n*-alcanos (C<sub>8</sub>-C<sub>31</sub>) e por comparação dos espectros de massas do banco de dados da biblioteca do NIST/EPA/NHI e de literatura (ADAMS, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos revelaram que amostra 1 (folhas jovens) de *Psidium myrtooides* apresentou o maior teor do óleo essencial, 0,53% (Tabela 2) e apresentou diferença significativa em relação as demais amostras estudadas, inclusive comparada as folhas adultas com 0,39% de OE. Segundo LI et al. (2016) a qualidade e o rendimento do óleo essencial são influenciados pelo habitat, idade da planta, folhas jovens, folhas maduras, sendo assim importante a investigação desta variação para utilização racional do material vegetal.

Amostras	Teor de óleo essencial (%)
1	0,53 a
2	0,39 b
3	0,32 b
4	0,30 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). (1) Folhas jovens; (2) Folhas adultas; (3) Folhas submetidas a banho ultrassônico; (4) Folhas coletadas na Unirv.

TABELA 2 – Valores médios do teor de óleo essencial (%) de *Psidium myrtooides*

A composição química do OE de *Psidium myrtooides* variou qualitativamente e quantitativamente (Tabela 3). Em estudos anteriores o  $\alpha$ -copaeno, *trans*- $\beta$ -cariofileno,  $\alpha$ -humuleno, óxido de cariofileno,  $\alpha$ -bisabolol,  $\alpha$ -ylangeno e *cis*-prenil-limoneno foram considerados compostos majoritários. Neste estudo os compostos majoritários que se relacionam com a composição observada anteriormente, foram o *trans*- $\beta$ -cariofileno e o  $\alpha$ -ylangeno, este não foi observado na amostra 4 (folhas da UNIRV).

Compostos	IR <sub>exp</sub>	IR <sub>lit</sub>	%AR			
			1	2	3	4
Triciclono	921	921	1,5	0,8	0,7	1,7
Sabineno	963	969	-	-	0,1	0,1
Limoneno	1017	1024	0,1	-	0,1	-
<b>Eugenol</b>	1362	1362	-	-	-	<b>8,7</b>
<b><math>\alpha</math>-Ylangeno</b>	1363	1373	<b>8,4</b>	<b>10</b>	<b>8,8</b>	-
Sibireno	1396	1400	0,2	-	-	-
$\alpha$ -Funebreno	1401	1402	0,4	0,4	0,2	0,4
$\alpha$ -Cedreno	1402	1410	-	-	0,3	-
$\beta$ -Ylangeno	1415	1419	-	-	-	0,2
<b><i>trans</i>-<math>\beta</math>-Cariofileno</b>	1418	1417	<b>34,9</b>	<b>34,9</b>	<b>32</b>	<b>28,1</b>
<i>trans</i> - $\alpha$ -Bergamoteno	1422	1432	1,1	1,2	0,9	1,2
$\beta$ -Gurjuneno	1425	1431	0,9	1,2	1	-
<b>Isobazzanene</b>	1440	1436	<b>18,9</b>	<b>16,8</b>	<b>16,1</b>	<b>22,3</b>
<i>epi</i> - $\beta$ -Santaleno	1447	1445	1,5	1,7	1,4	2
$\alpha$ -Humuleno	1451	1452	-	-	0,1	0,1
$\alpha$ -Acoradieno	1453	1464	-	-	0,2	-
Amorpha-4,11-dieno	1456	1449	-	-	0,1	-
Allo-aromadendreno	1463	1460	1,2	1,3	1,2	1,4
4,5-di- <i>epi</i> -Aristolocheno	1473	1471	1,1	1,4	1,3	2,1
$\gamma$ -Gurjuneno	1481	1475	1,4	1,5	1,5	1,9
$\alpha$ -Amorpheno	1487	1483	0,4	0,5	0,5	0,6
$\beta$ -Selineno	1489	1489	-	-	0,3	-
$\beta$ -Bisaboleno	1496	1505	1,1	0,9	1	0,5
$\gamma$ -Amorpheno	1500	1495	0,4	0,6	0,5	0,7
Viridifloreno	1506	1496	1	0,8	0,8	1,3
$\beta$ -Himachaleno	1510	1500	5,5	4,9	4,5	6
$\beta$ -Bazzaneno	1518	1519	-	-	0,2	-
$\delta$ -Amorpheno	1521	1511	2	1,8	1,4	2,2
$\delta$ -Cadineno	1524	1522	0,2	-	-	0,2
7- <i>epi</i> - $\alpha$ -Selineno	1525	1520	-	-	0,1	-
<i>trans</i> -Cadina-1,4-dieno	1528	1533	1,8	1,1	2,1	1,8
Dauca-4(11),8-dieno	1539	1530	-	-	0,2	0,2
Selina-3,7(11)-dieno	1543	1545	4,4	2,5	3	-
<i>trans</i> -Nerolidol	1564	1561	-	-	0,1	-



Espatulenol	1570	1577	3,2	6	6,1	3,5
Óxido de cariofileno	1586	1582	0,1	-	2,9	0,1
Globulol	1590	1590	0,6	2,9	0,6	0,6
Junenol	1615	1618	1	2	2,2	1,4
10- <i>epi</i> - $\gamma$ -Eudesmol	1619	1622	-	0,7	1	0,5
<i>cis</i> -Cadin-4-en-7-ol	1633	1635	0,9	0,7	0,7	1,1
$\beta$ -Acorenol	1637	1636	-	-	0,1	-
Hinesol	1641	1640	0,7	0,6	0,6	0,7
$\alpha$ -Bisabolol	1683	1685	-	-	-	1,2
Monoterpenos hidrocarbonados			1,6	0,8	0,9	1,8
Monoterpenos oxigenados			-	-	-	-
Sesquiterpenos hidrocarbonados			86,8	83,5	79,7	73,2
Sesquiterpenos oxigenados			6,5	12,9	14,3	9,1
Compostos fenólicos			-	-	-	8,7
Total			94,9	97,2	94,9	92,8

**IR<sub>exp</sub>**: Índice de retenção determinado em relação aos *n*-alcanos (C<sub>8</sub>-C<sub>20</sub>) utilizando coluna capilar OPTIMA-5 (30m x 0.25mm; 0.250 $\mu$ m); **IR<sub>lit</sub>**: Índice de retenção da literatura (Adams, 2007); **AR%**: Área relativa.

TABELA 3 – Composição química das folhas de *P. myrtiloides* submetidas as diferentes coletas e método de extração.

Os cromatogramas que evidenciam a composição química do óleo essencial das folhas jovens (1), folhas adultas (2), folhas submetidas ao banho ultrassônico (3), folhas coletadas na UNIV (4) estão demonstrados na Figura 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

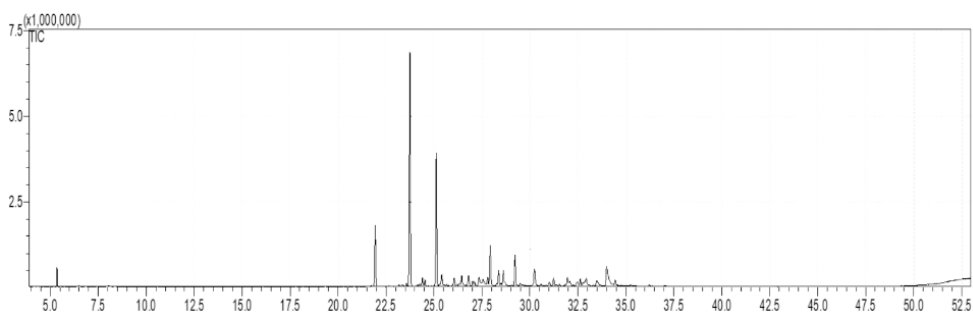


Figura 1 – Cromatograma do óleo essencial extraído das folhas jovens de *Psidium myrtiloides* O.

Berg

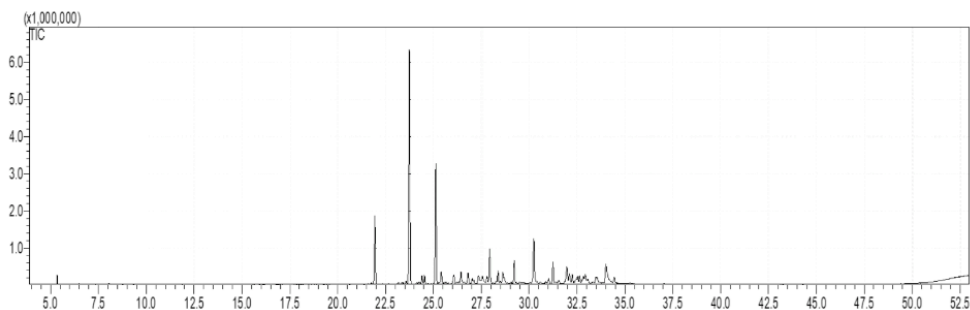


Figura 2 - Cromatograma do óleo essencial extraído das folhas adultas de *Psidium myrtiloides* O. Berg

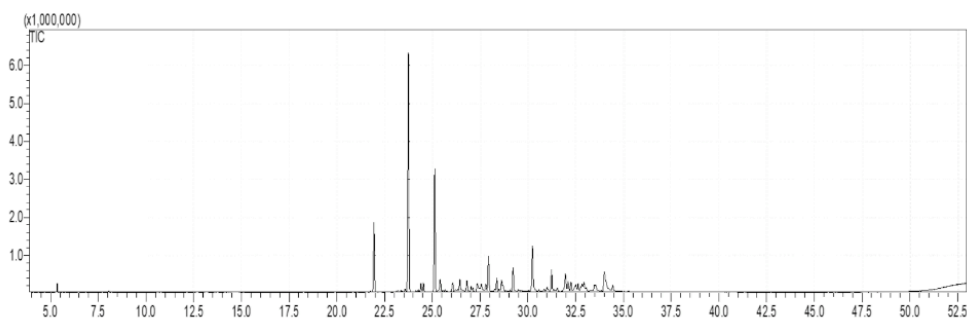


Figura 3 - Cromatograma do óleo essencial extraído das folhas de *Psidium myrtiloides* O. Berg utilizando o banho ultrassônico combinado com a hidroddestilação

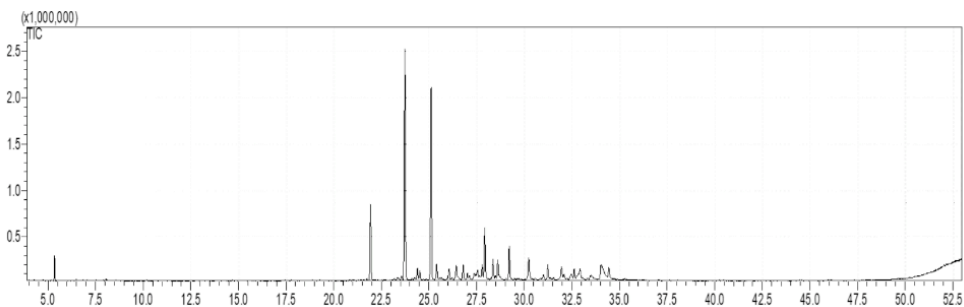


Figura 4 - Cromatograma do óleo essencial extraído das folhas de *Psidium myrtiloides* O. Berg coletadas na UNIRV

As estruturas químicas dos principais componentes identificados nos óleos essenciais das amostras 1, 2, 3 e 4 estão ilustrados na Figura 5.

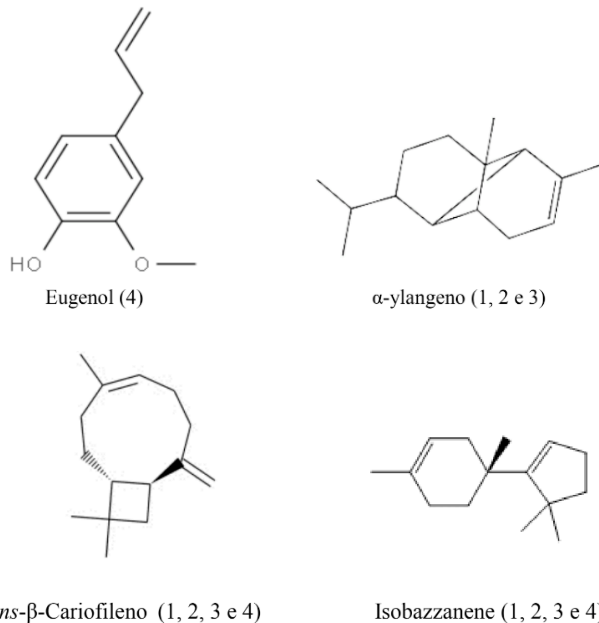


Figura 5 – Estrutura química dos compostos majoritários presentes nas amostras (1) Folhas jovens, (2) Folhas adultas, (3) Folhas submetidas a banho ultrassônico, (4) Folhas UNIRV

O isobazzanene e o eugenol também foram considerados compostos majoritários. O eugenol foi detectado somente na amostra 4 com área relativa de 8,7%. A amostra 3 que utilizou o banho ultrassônico combinado com a hidrodestilação por um período de 1 hora obteve o maior número de compostos identificados neste trabalho, 38 no total. Apesar de não ter obtido o maior teor de OE, esta técnica diminuiu o tempo de hidrodestilação, conseqüentemente o consumo de energia e garantiu que o OE não sofresse reações de oxidação e hidrólise. Estas reações podem ocorrer com o óleo essencial ao ser exposto a longos períodos com altas temperaturas, conforme relatado por EL ASBAHANI et al. (2015).

Atividade antifúngica, antioxidante, antimicrobiana e outras atividades biológicas podem variar em relação a variação da composição química sofrida pela espécie (EBRAHIMI et al., 2008). Os sesquiterpenos hidrocarbonados e sesquiterpenos oxigenados foram os mais representativos em todas as amostras. Os monoterpenos hidrocarbonados apresentaram menor quantidade, já os monoterpenos oxigenados não foram observados.

SOUSA et al. (2015) atribuiu a alta atividade contra bactérias gram-negativas anaeróbicas (*Prevotella nigrescens* e *Porphyromonas gingivalis*) aos sesquiterpenos hidrocarbonados, observou-se também que os compostos pertencentes aos sesquiterpenos oxigenados são promissores como agentes antimicrobianos. KHORSHIDIAN et al. (2018) enfatizam que vários óleos essenciais podem ser utilizados como agentes antimicrobianos

naturais. A maior atividade antimicrobiana é atribuída aos compostos fenólicos, dentre eles o eugenol.

O Eugenol não foi encontrado nas amostras estudadas anteriormente de *Psidium myrtoides* O. Berg, somente na amostra 4. Ele é muito utilizado em produtos farmacêuticos, cosméticos, alimentos e embalagens ativas com propriedades antioxidantes (CHATTERJEE e BHATTACHARJEE, 2013; GOÑI et al., 2016; GUAN et al., 2016; WORANUCH E YOKSAN, 2013).

Muitos estudos *in vitro* e *in vivo* também relataram sobre o potencial anti-inflamatório, antioxidante, anticancerígeno, antinociceptivo e antidiabético do limoneno, composto pertencente aos monoterpenos hidrocarbonados (Tabela 3) (KUMMER et al., 2013; AHMAD E BEG, 2013; ZHANG et al., 2014; KAIMOTO et al., 2016; PANASKAR et al., 2013).

## CONCLUSÃO

Os dados obtidos neste trabalho revelaram que o óleo essencial de *Psidium myrtoides* O. Berg também sofre influência quantitativa e qualitativa em seus compostos em relação à idade, habitat e técnica de extração. As folhas jovens apresentaram o maior teor do óleo essencial de *P. myrtoides*, 0,53%. O eugenol, composto majoritário do óleo essencial obtido das folhas coletadas na Universidade de Rio Verde (amostra 4) não havia sido relatado em nenhum outro trabalho relacionado à espécie em estudo. O *trans*- $\beta$ -cariofileno, isobazzanene e o  $\alpha$ -ylangeno foram identificados como compostos majoritários em todas as amostras, exceto o  $\alpha$ -ylangeno presente somente nas amostras 1, 2 e 3. A técnica combinada com a hidrodestilação foi promissora em relação a quantidade de compostos extraídos, 38 no total, além disso, o tempo de extração e o consumo de energia foram reduzidos em relação as outras amostras trabalhadas, evitando que o OE sofresse oxidação e hidrólise. Portanto, é necessário avaliar a variação química de *Psidium myrtoides* O. Berg, pois a mesma apresenta diversos compostos relacionados à atividades biológicas. Este estudo contribui para melhor seleção dos compostos de interesse.

## REFERÊNCIAS

AHMAD, S.; BEG, Z. H. Hypolipidemic and antioxidant activities of thymoquinone and limonene in atherogenic suspension fed rats. **Food chemistry**, v. 138, n. 2-3, p. 1116-1124, 2013.

CHATTERJEE, D.; BHATTACHARJEE, P. Comparative evaluation of the antioxidant efficacy of encapsulated and un-encapsulated eugenol-rich clove extracts in soybean oil: shelf-life and frying stability of soybean oil. **Journal of Food Engineering**, v. 117, n. 4, p. 545-550, 2013.

DE SOUZA, T. D. S.; et al. Essential oil of *Psidium guajava*: Influence of genotypes and environment. **Scientia horticultrae**, v. 216, n. 38-44, 2017.

EBRAHIMI, S. N.; et al. Essential oil composition and antibacterial activity of *Thymus caramanicus* at different phenological stages. **Food chemistry**, v. 110, n. 4, p. 927-931, 2008.

EL ASBAHANI, A.; et al. Essential oils: from extraction to encapsulation. **International journal of pharmaceuticals**, v. 483, n. 1-2, p. 220-243, 2015.

GOÑI, M. L.; et al. Eugenol-loaded LLDPE films with antioxidant activity by supercritical carbon dioxide impregnation. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 111, p. 28-35, 2016.

GUAN, Y.; et al. Eugenol improves physical and chemical stabilities of nanoemulsions loaded with  $\beta$ -carotene. **Food chemistry**, v. 194, p. 787-796, 2016.

KAIMOTO, T.; et al. Involvement of transient receptor potential A1 channel in algescic and analgesic actions of the organic compound limonene. *European Journal of Pain*, v. 20, n. 7, p. 1155-1165, 2016.

KHORSHIDIAN, N.; et al. Potential application of essential oils as antimicrobial preservatives in cheese. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 45, p. 62-72, 2018.

KUMMER, R.; et al. Evaluation of anti-inflammatory activity of *Citrus latifolia* Tanaka essential oil and limonene in experimental mouse models. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, 2013.

LI, Y. Q.; et al. Variations in essential oil yields and compositions of *Cinnamomum cassia* leaves at different developmental stages. **Industrial crops and products**, v. 47, p. 92-101, 2013.

LI, Y.; et al. Quality evaluation for essential oil of *Cinnamomum verum* leaves at different growth stages based on GC-MS, FTIR and microscopy. **Food analytical methods**, v. 9, n. 1, p. 202-212, 2016.

PANASKAR, S. N.; et al. A egle marmelos *C. orrea* leaf extract prevents secondary complications in streptozotocin-induced diabetic rats and demonstration of limonene as a potent antiglycating agent. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 65, n. 6, p. 884-894, 2013.

PAVELA, R.; BENELLI, G. Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and constraints. **Trends in plant Science**, v. 21, n. 12, p. 1000-1007, 2016.

RAUT, J. S.; KARUPPAYIL, S. M. A status review on the medicinal properties of essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 62, p. 250-264, 2014.

SOUSA, R. M. F.; et al. Chemical composition, cytotoxic, and antibacterial activity of the essential oil from *Eugenia calycina* Cambess. leaves against oral bacteria. **Industrial Crops and Products**, v. 65, p. 71-78, 2015.

WORANUCH, S.; YOKSAN, R. Eugenol-loaded chitosan nanoparticles: II. Application in bio-based plastics for active packaging. **Carbohydrate polymers**, v. 96, n. 2, p. 586-592, 2013.

ZHANG, X. Z.; et al. Synergistic inhibitory effect of berberine and d-limonene on human gastric carcinoma cell line MGC803. **Journal of medicinal food**, v. 17, n. 9, p. 955-962, 2014.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

- Abióticos 35
- Ácidos graxos 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41
- Águas residuais 43, 53, 58, 115
- Amperometria 43
- Analito 4, 60, 62, 79, 89, 94, 132, 133, 156
- Ânions 43, 46, 47, 48, 74, 118
- Antibióticos 73, 74
- Anti-inflamatório 22
- Antimicrobiano 1
- Antioxidantes 1, 2, 22, 40
- Área superficial 74, 87, 91, 191
- Atividade biológica 14, 34, 174

### B

- Bióticos 35

### C

- Cascas 24, 25, 26, 29, 32
- Cátions 43, 46, 47, 48, 74, 118
- Células 35, 101, 102, 155, 157, 172, 173, 174, 175, 178, 179
- Celulose 66, 178, 179, 180, 181
- Chá 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 145, 146, 147
- Compostos voláteis 24, 26
- Condutividade 58, 65, 74, 87, 94, 178, 179, 180, 181, 182, 183
- Contaminação ambiental 74
- Contaminação de alimentos 167
- Contaminante emergente 73
- Corante 178, 179, 180, 181, 182, 183
- Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas 24
- Curva analítica 52, 60, 65, 73, 76, 80, 81, 86, 89, 90, 95, 132, 133, 135, 137

### D

- Desvio padrão relativo 57, 67, 81
- Doenças crônicas 2, 12

## **E**

Eletrocatalítica 112, 123

Eletr deposição 44, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 108, 109, 170

Eletr odo modificado 52, 56, 57, 60, 63, 65, 68, 72, 73, 76, 86, 95, 112, 116, 117, 119, 121, 123, 124, 125

Eletrólito suporte 46, 47, 48, 60, 76, 112, 115, 119, 120, 125

Eletr o-oxidação 101

Eletr oquímica 43, 44, 45, 47, 51, 57, 58, 60, 63, 70, 74, 76, 85, 89, 90, 93, 99, 101, 102, 103, 112, 115, 117

Exatidão 4, 128, 131, 133, 135, 136, 137

## **F**

Fármacos 53, 73, 144, 146, 147, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195

Figuras de mérito 7, 9, 10, 11, 128, 131, 133, 135, 136, 137, 139

Filme híbrido 116, 117, 123, 124, 125

Folhas 3, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 32, 76, 77, 92

Fotocatálise heterogênea 184, 185, 186, 187, 194, 195, 198

## **H**

Hidrodestilação 14, 15, 16, 21, 22, 24, 27, 28, 29, 30, 31

## **L**

Limite de detecção 8, 43, 53, 66, 80, 86, 95, 132, 184

Limite de quantificação 53, 80, 86, 95

## **M**

Matrizes ambientais 73

Mecanismos de adsorção 87, 157, 158

Metais 3, 11, 43, 44, 45, 48, 99, 100, 112, 114, 115, 116, 167, 168, 169, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177

Métodos analíticos 1, 74, 112, 133, 136, 138, 139, 150

Microscopia eletrônica de varredura 88, 99, 103, 109

## **O**

Óleos essenciais 14, 15, 16, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33

Osmose 178, 179, 180, 181, 182, 183



## **P**

Peroxidação foto-assistida 186

Pesticidas 45, 142, 144, 145, 151, 174, 185

Planejamento experimental 128, 131, 137

Potencialmente tóxicos 153, 154, 158, 167, 168, 169, 172, 173, 174, 175, 176

Precisão 4, 7, 8, 61, 68, 76, 81, 128, 131, 133, 135, 136, 137

Preparo de amostra 58, 130, 140, 142, 148, 151

Processos metabólicos 35, 153, 155

Processos oxidativos avançados 198

Produtos naturais 2, 24, 35

## **Q**

QuEChERS 140, 142, 143, 144, 148, 149, 150, 151

Química verde 140, 141, 142, 145, 146, 147, 148, 150, 151

Quimiometria 1, 4

## **R**

Radiação 4, 32, 103, 132, 184, 185, 186, 187, 189, 190, 191, 195, 198

Repetibilidade 57, 61, 67, 73, 76, 81

Reprodutibilidade 57, 61, 67, 73, 76, 81

Resíduos 58, 74, 116, 140, 141, 142, 144, 147, 148, 150, 170, 185, 198

## **S**

Sensibilidade 4, 7, 56, 58, 62, 73, 74, 78, 94, 132, 135, 140

Sensor 54, 56, 57, 59, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 83, 84, 85, 86, 97, 98, 126, 127

Sensor eletroquímico 56, 59, 72, 85, 86

Solvente 16, 27, 28, 29, 31, 58, 131, 144, 147, 178, 180, 182

## **V**

Voltametria cíclica 43, 46, 50, 53, 101, 112, 116, 120, 125

Voltametria de pulso diferencial 56, 60, 76, 86, 89

Voltamograma 99, 105, 106, 121

# Trabalhos nas Áreas de Fronteira da Química 2

- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 @atenaeditora
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# Trabalhos nas Áreas de Fronteira da Química 2

- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
- ✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
- 📷 @atenaeditora
- 📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

