

Ensino, Pesquisa e Inovação em Botânica

Jesus Rodrigues Lemos
(Organizador)

Ensino,
Pesquisa e
Inovação em
Botânica

Jesus Rodrigues Lemos
(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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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 Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

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

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

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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^ª 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^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª 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^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª 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^ª 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^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

Ensino, pesquisa e inovação em botânica

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Jesus Rodrigues Lemos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E59 Ensino, pesquisa e inovação em botânica / Organizador
Jesus Rodrigues Lemos. – Ponta Grossa - PR: Atena,
2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
198 p., il.
ISBN 978-65-5706-966-0
DOI 10.22533/at.ed.660210904

1. Botânica. I. Lemos, Jesus Rodrigues (Organizador). II.
Título.

CDD 580

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

APRESENTAÇÃO

A obra “Ensino, Pesquisa e Inovação em Botânica” transita por esferas que proporciona a possibilidade de percepção de o quão ampla e abrangente é esta grande área das Ciências Biológicas, esta, por sua vez, um grande campo do saber.

Neste sentido, o leitor tem a oportunidade de enveredar por caminhos em que verificará uma amplitude de pensamento acerca do que pode ser explorado, e, ainda, provocando este leitor a alargar suas perspectivas de realização de investigações envolvendo estes organismos fundamentais e indispensáveis na manutenção da vida no planeta: as plantas!

Por questões de um raciocínio sequenciado deste título, os capítulos foram trazidos concebendo seus perfis principais dentro da proposta geral, assim, primeiramente são trazidos os estudos com enfoque direcionados especificamente ao ensino de Botânica, seguido de estudos com pesquisas básicas e aplicadas com subáreas mais tecnicistas, desembocando em vieses mais nitidamente inovadores, não havendo aqui a sugestão de que estes perfis sejam mutuamente exclusivos entre os capítulos, pelo contrário, há uma inter e transdisciplinaridade entre os mesmos.

Sem maiores delongas, portanto, desejo a todos que usufruam ao máximo das informações aqui contidas, reproduzindo-as, aplicando-as e sempre aprendendo mais...

Jesus Rodrigues Lemos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

OFICINA DIDÁTICA DE PLANTAS MEDICINAIS: ESTRATÉGIA DE ENSINO NAS AULAS DE CIÊNCIAS

Samara Fernanda de Oliveira

Jheniffer Batista dos Santos

Léia Mendes Guedes

Caroline Pereira Lopes

Valquiria do Nascimento Silva

Diego Cabral dos Santos

Edenice Matheus

Vanessa Daiana Pedrancini

Valéria Flávia Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.6602109041

CAPÍTULO 2..... 11

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ECOPELAGOGIA NA RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA NA MARGEM ESQUERDA E NASCENTE DO RIO SUBAÚMA NO LITORAL NORTE DA BAHIA (BRASIL)

José Antonio da Silva Dantas

Maria Dolores Ribeiro Orge

Cláudio Roberto Meira de Oliveira

Clemerson Alan Mota Costa Santos

Ludmilla de Santana Luz

Wilma Santos Silva

Rafaela Soares Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.6602109042

CAPÍTULO 3..... 24

ESTRUTURA E DIVERSIDADE ALFA DE UMA ÁREA DE CERRADO *SENSU STRICTO* NA RESERVA DA BIOSFERA DA SERRA DO ESPINHAÇO

Tháís Ribeiro Costa

Leovandes Soares da Silva

Heitor Alves Bispo Júnior

Miriana Araújo de Souza Ribeiro

Anne Priscila Dias Gonzaga

DOI 10.22533/at.ed.6602109043

CAPÍTULO 4..... 37

IRIDACEAE IN HIGHLAND GRASSLAND VEGETATION AREAS OF PARANÁ SOUTHERN BRAZIL

Larissa Dal Molin Krüger

André Luiz Gaglioti

Adriano Silvério

DOI 10.22533/at.ed.6602109044

CAPÍTULO 5.....	51
COMO OS ATRIBUTOS TÉRMICOS FOLIARES DE ÁRVORES NA TRANSIÇÃO AMAZÔNIA-CERRADO VARIAM ENTRE OS NÍVEIS ORGANIZACIONAIS?	
Igor Araújo de Souza	
Bruno Araújo de Souza	
Josiene Naves Carrijo	
Tiffani Carla da Silva Vieira	
Carla Heloísa Luz de Oliveira	
Suyane Vitoria Marques dos Santos	
Nayara Cardoso Barros	
Daniella Aparecida Cipriano	
Ludimila Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.6602109045	
CAPÍTULO 6.....	57
REGENERACIÓN NATURAL ARBOREA Y ARBUSTIVA EN ÁREAS DEGRADADAS POR MINERÍA AURÍFERA EN LA AMAZONIA PERUANA	
Verónica Huamaní Briceño	
Gabriel Alarcón Aguirre	
Rembrandt Canahuire Robles	
Marx Herrera-Machaca	
Jorge Garate-Quispe	
DOI 10.22533/at.ed.6602109046	
CAPÍTULO 7.....	69
INSERÇÃO DE ÁRVORES FRUTÍFERAS NA ARBORIZAÇÃO DO PARQUE LINEAR DA GAMELINHA, ZONA LESTE DE SÃO PAULO	
Alessandra Pereira dos Santos Marques	
Fabiana Aparecida Vilaça	
Ana Cláudia Siqueira	
DOI 10.22533/at.ed.6602109047	
CAPÍTULO 8.....	85
USUAL LABORATORIAL TECHNIQUES IN TROPICAL MELISSOPALYNOLOGY	
Ortrud Monika Barth	
Alex da Silva de Freitas	
Cynthia Fernandes Pinto da Luz	
DOI 10.22533/at.ed.6602109048	
CAPÍTULO 9.....	99
IMPACTO DA TEMPERATURA ELEVADA E DA SECA NAS CARACTERÍSTICAS DO PÓLEN DE ESPÉCIES NATIVAS E CULTIVADAS	
Cynthia Fernandes Pinto da Luz	
DOI 10.22533/at.ed.6602109049	

CAPÍTULO 10.....	123
GEN <i>pelB</i> , COMO FACTOR DE VIRULENCIA EN AISLAMIENTOS DE <i>Colletotrichum SPP</i> En <i>Rubus glaucus</i> Benth	
Lina María Gómez López	
Marta Leonor Marulanda Ángel	
Liliana Isaza Valencia	
Ana María López Gutiérrez	
DOI 10.22533/at.ed.66021090410	
CAPÍTULO 11.....	139
AÇÕES ANTIOXIDANTES DAS FOLHAS DE <i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.) OKEN CONTRA RADICAIS LIVRES	
Lucas Apolinário Chibli	
Maria da Glória Ferreira Leite	
Orlando Vieira de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.66021090411	
CAPÍTULO 12.....	156
EXTRATO DE <i>Schinus terebinthifolius</i> RADDI COM POTENCIAL ANTICANCER: UM ESTUDO PROSPECTIVO	
Julia Samara Pereira de Souza	
Robson Edney Mariano Nascimento e Silva	
Heryka Myrna Maia Ramalho	
DOI 10.22533/at.ed.66021090412	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	166
ÍNDICE REMISSIVO.....	167

CAPÍTULO 11

AÇÕES ANTIOXIDANTES DAS FOLHAS DE *Bryophyllum pinnatum* (LAM.) OKEN CONTRA RADICAIS LIVRES

Data de aceite: 01/04/2021

Data da submissão: 22/02/2021

Lucas Apolinário Chibli

Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Campus Universitário, Juiz de Fora, MG, 36036-330, Brazil
<http://lattes.cnpq.br/1030812555939432>

Maria da Glória Ferreira Leite

Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Campus Universitário, Juiz de Fora, MG, 36036-330, Brazil
<http://lattes.cnpq.br/8666736318170888>

Orlando Vieira de Sousa

Departamento de Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Campus Universitário, Juiz de Fora, MG, 36036-330, Brazil
<http://lattes.cnpq.br/9797237863119033>

RESUMO: *Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken (Crassulaceae), conhecida como “folha-da-fortuna”, é utilizada na medicina tradicional para o tratamento de inflamações, infecções, feridas, contusões, queimaduras, ulcerações, gastrite, entre outros. O objetivo deste estudo

foi quantificar constituintes fenólicos e avaliar a atividade antioxidante das folhas de *B. pinnatum*. Após secagem, o material pulverizado foi submetido à extração com etanol por maceração estática. O fracionamento foi realizado por partição líquido-líquido com solventes de polaridade crescente, obtendo-se as frações hexânica (FH), diclorometânica (FD), em acetato de etila (FA) e butanólica (FB). Os teores de fenois e flavonoides totais foram determinados por espectrometria. A atividade antioxidante foi avaliada pelos ensaios de DPPH, poder de redução do ferro, co-oxidação β -caroteno/ácido linoleico e bioautografia. Os teores de fenois totais variaram de 3,45 a 25,34 g/100 g, enquanto os flavonoides foram de 0,66 a 23,31 g/100 g. Usando o DPPH, os valores de CE_{50} variaram de 9,44 a 57,29 μ g/mL, enquanto o poder de redução do ferro produziu CE_{50} entre 216,81 e 1235,17. A inibição da peroxidação lipídica (%) foi entre 16,9 e 61,3%. A bioautografia evidenciou a presença de constituintes fenólicos com atividade antioxidante em FA e FB. Os resultados indicam que as folhas de *B. Pinnatum* são uma fonte de compostos fenólicos antioxidantes que podem ser usadas como estratégia para o desenvolvimento de fitoterápicos com ações contra radicais livres.

PALAVRAS - CHAVE: *Bryophyllum pinnatum*. Fenois. Flavonoides. Radicais livres. Atividade antioxidante.

ANTIOXIDANT ACTIONS OF *Bryophyllum pinnatum* (LAM.) OKEN LEAVES AGAINST FREE RADICALS

ABSTRACT: *Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken (Crassulaceae), known as “leaf-of-fortune”, is used in traditional medicine to treat inflammations, infections, wounds, bruises, burns, ulcerations, gastritis, among others. The aim of this study was to quantify phenolic constituents and to evaluate the antioxidant activity of the *B. pinnatum* leaves. After drying, the pulverized material was subjected to extraction with ethanol by static maceration. The fractionation was performed by liquid-liquid partition with solvents of increasing polarity, obtaining the hexane (HF), dichloromethane (DF), in ethyl acetate (AF) and butanol (BF) fractions. The total phenolics and flavonoids contents were determined by spectrometry. The antioxidant activity was evaluated by the DPPH, iron reduction power, β -carotene/linoleic acid co-oxidation and bioautography assays. The total phenolics contents ranged from 3.45 to 25.34 g/100 g, while the flavonoids ranged from 0.66 to 23.31 g/100 g. Using DPPH, the EC_{50} values ranged from 9.44 to 57.29 μ g/mL, while the iron-reducing power produced EC_{50} between 216.81 and 1235.17. The inhibition of lipid peroxidation (%I) was between 16.9 and 61.3%. Bioautography showed the presence of phenolic constituents with antioxidant activity in AF and BF. The results indicate that *B. Pinnatum* leaves are a source of antioxidant phenolic compounds that can be used as a strategy for the development of herbal medicines with actions against free radicals.

KEYWORDS: *Bryophyllum pinnatum*. Phenolics. Flavonoids. Free radicals. Antioxidant activity.

1 | INTRODUÇÃO

Danos oxidativos induzidos em células e tecidos estão relacionados à etiologia de várias desordens orgânicas, como enfermidades cardíacas, aterosclerose, doenças pulmonares, artrite reumatoide, câncer, obesidade, diabetes, doenças neurodegenerativas, entre outras (GARCÍA-SÁNCHEZ; MIRANDA-DÍAZ; CARDONA-MUÑOZ, 2020; UNUOFIN; LEBELO, 2020). Entre os antioxidantes naturais, os compostos fenólicos, tais como ácidos fenólicos, diterpenos fenólicos, taninos, flavonoides e óleos voláteis, têm sido destacados (PARHAM et al., 2020) por serem capazes de capturar e eliminar radicais livres e metais quelantes e inibir a peroxidação lipídica (AYOUB; MEHTA, 2018; HUNYADI, 2019; HRELIA; ANGELONI, 2020). Considerando esses aspectos, as plantas medicinais, como *Bryophyllum pinnatum*, constituem uma importante estratégia para a busca de agentes antioxidantes para prevenir e/ou tratar desordens relacionadas ao estresse oxidativo.

Bryophyllum pinnatum (Lam.) Oken (Figura 1), família Crassulaceae, conhecida como “folha-da-fortuna”, é nativa de regiões temperadas, sendo encontrada na América do Sul (Brasil) e em regiões da África (EL ABDELLAOUI et al., 2010; MAJAZ et al., 2011). Tradicionalmente, é utilizada no tratamento de inflamações, infecções, contusões, ferimentos, queimaduras, processos alérgicos, gastrite, problemas de fígado, diabetes, verminoses, dentre outras (BISWAS et al., 2011; MAJAZ et al., 2011). Além disso, tem

aplicação em picadas de insetos, furúnculos e ulcerações (NAYAK; MARSHALL; ISITOR, 2010; OJEWOLE, 2005) e auxilia na eliminação de cálculos renais, abscessos, erisipela, frieira, dores de cabeça e nas juntas, reumatismo, hemorroidas, diarreia, disenteria e vômitos (CHIBLI et al., 2014; FERNANDES et al., 2019).



Figura 1. *Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken cultivada no Horto da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Estudos farmacológicos relacionados ao *B. pinnatum* têm confirmado as atividades anti-inflamatória (AFZAL et al., 2012; CHIBLI et al., 2014; FERNANDES et al., 2019; GUPTA; LOHANI; ARORA, 2010; OJEWOLE, 2005); antioxidante (BISWAS et al., 2011); antimicrobiana (AKINPELU et al., 2000; AKINSULIRE et al., 2007; OKWU; NNAMDI, 2011a e 2011b); cicatrizante (NAYAK; MARSHALL; ISITOR, 2010); antinociceptiva (IGWE; AKUNYILI, 2005; NGUELEFACK et al., 2006; OJEWOLE, 2005); antidiabética (OJEWOLE, 2005); imunossupressora e antialérgica (CRUZ et al., 2008; CRUZ et al., 2012) e atividade leishmanicida (MUZITANO et al., 2006; MUZITANO et al., 2011). Além disso, atividades anticancerígena, neurológica (sedativa e relaxante muscular), hipoglicemiante e hipolipidêmica têm sido citadas na literatura (OGBONNIA; ODIMEGWU; ENWURU, 2008; SALAHDEEN; YEMITAN, 2006; YEMITAN; SALAHDEEN, 2005; FERNANDES et al., 2019).

B. pinnatum tem sido alvo de estudo da atividade antioxidante *in vitro* (GUPTA; BANERJEE, 2011; HARLALKA; PATIL; PATIL, 2007; JAIN et al., 2010). Gupta e Banerjee (2011) aperfeiçoaram o processo de extração de substâncias fenólicas e avaliaram a atividade antioxidante, demonstrando uma significativa correlação com os teores de fenóis totais. Harlalka, Patil e Patil (2007) relataram que a ação protetora do extrato aquoso contra nefrotoxicidade induzida por gentamicina estava relacionada à atividade antioxidante.

Diversas substâncias, tais como flavonoides (livres e glicosilados), saponinas e alcaloides, já foram identificadas em *B. pinnatum* e apresentaram potenciais farmacológicos (CRUZ et al., 2011; OKWU; JOSIAH, 2006). Muzitano et al. (2011) demonstraram que o conteúdo flavonoídico é potencializado quando a planta é mantida sobre maior exposição à luz solar. Entre os flavonoides identificados, são relatados quercetina, quercitrina, canferol, luteolina e rutina (CHOI, 2012; CORREIA et al., 2012; GOKBULUT et al., 2013; HAM et al., 2011; SUN et al., 2011). Tatsimo et al. (2012) obtiveram sete derivados canferois ramnosídeos com atividade antioxidante.

O presente estudo teve como objetivo quantificar constituintes fenólicos e avaliar a atividade antioxidante de extratos das folhas de *Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken com intuito de evidenciar suas propriedades medicinais apoiadas no uso popular.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material Vegetal

Bryophyllum pinnatum (Lam.) Oken foi coletada no Horto Medicinal da Faculdade de Farmácia da Universidade de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais. Uma exsicata (CESJ nº 46.575) encontra-se depositada no Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

Após coleta, as folhas foram submetidas à secagem sob ventilação forçada até perda da umidade de 90 a 96%. A droga vegetal seca foi pulverizada em moinho com granulação definida (tamise nº 20) para realização do processo de extração.

2.2 Processo de Extração E Fracionamento

O material vegetal seco e pulverizado (droga vegetal) foi submetido à extração com etanol 99,5% por maceração estática com renovação do solvente e à temperatura ambiente. Após remoção do solvente por rota-evaporação, 40g do extrato etanólico (EE) foi ressuspendido em água:etanol (9:1) e submetido à partição líquido-líquido com solventes orgânicos de polaridade crescente, obtendo-se as frações hexânica (FH), diclorometânica (FD), em acetato de etila (FA) e butanólica (FB) (CECHINEL FILHO; YUNES, 1998).

2.3 Determinação dos Teores de Fenóis Totais

Os teores de fenóis totais foram quantificados por espectrometria na região do visível utilizando o método de Folin-Ciocalteu (SOUSA et al., 2007). O ácido gálico, padrão de referência, foi usado no preparo de soluções (200 a 840 µg/mL) que foram colocadas em tubo de ensaio seguida da adição de Na₂CO₃ 15% e água destilada. Após 2 h de reação em temperatura ambiente, as absorvâncias foram medidas em espectrofotômetro (Shimadzu®, UV-1800) a 783 nm. A curva de calibração do ácido gálico foi determinada através de análise de regressão linear (método dos mínimos quadrados), obtendo-se a equação da

reta e o coeficiente de determinação (R^2). Para quantificação dos teores de fenóis totais nas amostras, foram preparadas soluções (2 mg/mL) em etanol. A partir dessas soluções, em triplicata, em tubos de ensaio contendo Na_2CO_3 15% e água destilada, cinco concentrações foram preparadas. A leitura espectrofotométrica foi realizada da mesma forma descrita para o padrão e os teores de fenóis totais foram calculados usando a equação da reta.

2.4 Determinação dos Teores de Flavonoides Totais

A quantificação dos teores de flavonoides totais foi realizada por espectrofotometria na região do visível usando o cloreto de alumínio (AlCl_3) (SOBRINHO et al., 2008). Solução estoque de rutina (0,5 mg/mL em etanol) foi usada como padrão para obter a curva de calibração, preparando diluições entre 2 a 60 $\mu\text{g/mL}$. A reação foi realizada em tubo de ensaio contendo solução estoque (20 a 600 μL), etanol, ácido acético, piridina a 20% em etanol, AlCl_3 8% em etanol e água destilada. Após 30 min em temperatura ambiente, as absorvâncias foram registradas em espectrofotômetro (Shimadzu®, UV-1800) a 407 nm. A relação entre os valores de absorvância e da concentrações foi usado na análise de regressão linear (método dos mínimos quadrados) para obtenção da equação da reta e do coeficiente de determinação (R^2). Usando os mesmos reagentes do padrão, os teores de flavonoides foram determinados no extrato etanólico e frações a partir da equação da reta.

2.5 Avaliação da Atividade Antioxidante

2.5.1 Método do sequestro do radical DPPH

A atividade antioxidante foi determinada através do método espectrofotométrico do radical livre DPPH· (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) conforme descrito por Mensor et al. (2001). Foram preparadas soluções estoque (1 mg/mL) em etanol das amostras (extrato e frações) e da rutina (controle positivo). A partir das soluções estoque, obteve-se diferentes concentrações e alíquotas que, em triplicata, foram transferidas para tubos de ensaio seguida da adição de DPPH 0,3 mM. Após 30 min de reação, a leitura foi realizada em espectrofotômetro (Shimadzu®, UV-1800) a 515 nm. Os valores das absorvâncias foram usados para determinar a porcentagem de atividade antioxidante (%AA) por meio da seguinte fórmula:

$$\%AA = 100 - \left[\frac{(\text{Abs amostra} - \text{Abs branco da amostra})}{(\text{Abs controle} - \text{Abs branco do controle})} \times 100 \right]$$

Onde, *Abs amostra*: absorvância das amostra ou rutina para uma dada concentração; *Abs branco da amostra*: absorvância do branco das amostras ou rutina para uma dada concentração; *Abs controle*: absorvância do controle negativo; *Abs branco do controle*: absorvância do branco do controle negativo.

As porcentagens de atividade antioxidante (%AA) foram correlacionadas à concentração das amostras ou rotina. Através da análise de regressão linear (método dos mínimos quadrados), foram determinadas as equações da reta para calcular a concentração efetiva 50% (CE_{50}).

2.5.2 Método do poder de redução do ferro

O poder antioxidante de redução do ferro (FRAP) foi determinado pelo método descrito por Oyaizu (1986). Foram preparadas soluções estoque (1 mg/mL) das amostras e da rotina (controle positivo) em metanol. Em seguida, foram feitas diluições, em triplicata, com tampão fosfato de potássio 200 μ M (pH 6,6) e solução de ferrocianeto de potássio 1%. A mistura foi incubada em estufa a 50 °C por 20 min seguida da adição de ácido tricloroacético 10% (Synth[®]) e submetida a centrifugação a 3000 rpm por 8 minutos. Após centrifugação, uma alíquota (2,5 mL) da camada superior da mistura foi transferida para tubo de ensaio com adição de água destilada e cloreto férrico 0,1% (Synth[®]). As absorvâncias foram determinadas em espectrofotômetro (Shimadzu[®], UV-1800) a 700 nm. Através da análise de regressão linear (método dos mínimos quadrados) foram obtidas as equações da reta para calcular a concentração efetiva 50% (CE_{50}) das amostras e rotina.

2.5.3 Método de co-oxidação do β -caroteno/ácido linoleico

A atividade antioxidante foi determinada pelo método de co-oxidação do β -caroteno/ácido linoleico descrito por Koleva et al. (2002). Preparou-se uma solução de β -caroteno 0,2 mg/mL em clorofórmio. Em um balão de rotaevaporação, foi adicionado 1 mL dessa solução, contendo ácido linoleico (25 μ L) e Tween 40 (200 mg). O balão foi rotaevaporado durante 15 minutos para remover o clorofórmio. Em seguida, 50 mL de água destilada, oxigenada por borbulhamento, foram adicionados ao balão lentamente sob agitação constante, formando uma emulsão. Paralelamente, foram preparadas soluções das amostras (250 μ g/mL) e dos controles positivos (BHT e rotina 25 μ g/mL). Alíquotas de 30 μ L das soluções foram colocados em microplaca, em triplicata, seguido de 250 μ L da emulsão.

A primeira leitura (t_0) foi feita imediatamente após a adição da emulsão e, em seguida, a microplaca foi incubada por 15 minutos em estufa a 50° C. Após incubação, foi realizada a segunda leitura (t_{15}) e esse procedimento repetiu-se por mais seis vezes, totalizando-se oito medidas (t_0 , t_{15} , t_{30} , t_{45} , t_{60} , t_{75} , t_{90} e t_{105}), que resultou na redução gradual da absorvância. As absorvâncias foram determinadas em leitor de microplacas (Thermoplate[®], TP-Reader) a 492 nm. A partir das absorvâncias, montou-se o gráfico de decaimento em função do tempo e calculou-se a porcentagem de inibição da peroxidação lipídica (%I), utilizando a seguinte fórmula:

$$\%I = \left(\frac{A_{\text{controle}} - A_{\text{amostra}}}{A_{\text{controle}}} \right) \times 100$$

Onde, $A_{\text{controle}} = Abs_{10} - Abs_{1105}$ e $A_{\text{amostra}} = Abs_{10} - Abs_{1105}$ sendo que A_{controle} : controle negativo e A_{amostra} : extrato, frações e controles positivos (BHT e rotina).

2.5.4 Método da bioautografia

A atividade antioxidante foi avaliada pelo método da bioautografia utilizando o radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) (CAVIN et al., 1998). Foram preparadas soluções das amostras em metanol a 10 mg/mL. Essas soluções foram aplicadas (20 μ L), separadamente, em placas de silicagel 60 com indicador de fluorescência (UV 254 nm) para CCD (Macherey-Nagel®) e eluídas com as fases móveis (FM) pré-determinadas para cada amostra: FH: FM (hexano:acetato de etila, 7:3); FD: FM (diclorometano:metanol, 9,3:0,7); FA e FB: FM (butanol:água:ácido acético (6:3:1). Após a eluição e secagem, as placas foram reveladas com solução de DPPH 2,5 mM. Deixou-se ao abrigo da luz por 30 min para detectar o aparecimento de manchas amarelas ou brancas indicativas da atividade antioxidante. Os Rfs das manchas foram calculados.

Placas reveladas com DPPH foram também usadas para identificar substâncias fenólicas com cloreto férrico 5%. Os Rfs das manchas foram calculados e comparados com os Rfs das manchas reveladas com DPPH.

2.6 Análises Estatísticas

Os resultados foram demonstrados através da média \pm desvio padrão ou erro padrão médio (E.P.M.). Análise de variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey como *post-hoc* foi utilizada para medir o grau de significância para $p < 0,05$. Para as análises estatísticas foi utilizado o programa SigmaPlot® 11.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Extração e Fracionamento

A partir de 800 g da droga vegetal seca de *B. pinnatum*, foram obtidos 138,46 g do extrato etanólico (EE), o que equivale a um rendimento de extração de 17,3%. 40,0 g de EE, após ressuspensão, produziram 9,11, 3,35, 4,37 e 10,0 g das frações FH, FD, FA e FB, respectivamente.

3.2 Teores de Fenois e Flavonoides Totais

Os teores de fenois totais variaram de 3,45 a 25,34 g/100 g no extrato etanólico e frações das folhas de *B. pinnatum* (Tabela 1). FA e FD apresentaram maiores teores de fenois totais quando comparadas com os demais produtos testados. Na Tabela 1, também mostra que os teores de flavonoides totais variaram de 0,66 a 23,31 g/100 g no extrato e

nas frações avaliadas. FA ($23,31 \pm 0,04$ g/100g) contém maior teor de flavonoides totais equivalentes à rutina em comparação com os demais produtos analisados.

Amostras	Teores (g/100 g)	
	Fenois totais	Flavonoides totais
Extrato etanólico	$9,59 \pm 0,03$	$4,21 \pm 0,02$
Fração hexânica	$3,45 \pm 0,04$	$0,66 \pm 0,02$
Fração diclorometânica	$10,53 \pm 0,03$	$5,96 \pm 0,02$
Fração em acetato de etila	$25,34 \pm 0,03$	$23,31 \pm 0,04$
Fração em butanólica	$5,05 \pm 0,03$	$2,89 \pm 0,03$

Tabela 1 - Teores de fenois e flavonoides totais, em equivalência de ácido gálico e rutina, respectivamente, nas folhas de *B. pinnatum*.

Os valores correspondem à média \pm desvio padrão. As médias diferem entre si após análise de variância seguida do teste de Tukey para $p < 0,001$.

3.3 Atividade Antioxidante

3.3.1 Atividade antioxidante usando o radical DPPH e poder de redução

O potencial antioxidante frente ao radical DPPH estão apresentados na Tabela 2 na forma de CE_{50} . Os valores de CE_{50} das amostras variaram entre $9,44 \pm 0,01$ a $57,29 \pm 0,11$ $\mu\text{g/mL}$ e foram significativamente diferentes entre si ($p < 0,001$). FA apresentou menor CE_{50} ($9,44 \pm 0,002$ $\mu\text{g/mL}$), demonstrando possuir maior atividade antioxidante, pois foi capaz de inibir o DPPH com uma menor concentração. Rutina (controle positivo) produziu CE_{50} igual a $8,66 \pm 0,01$ $\mu\text{g/mL}$.

Usando o método do poder de redução do ferro, os valores de CE_{50} variaram entre $216,81 \pm 0,10$ e $1235,17 \pm 1,39$ (Tabela 2). Neste ensaio, FA apresentou menor CE_{50} ($234,22 \pm 0,61$ $\mu\text{g/mL}$), sendo a fração mais ativa ($p < 0,001$). Ao contrário, FB foi menos eficiente em inibir a redução do ferro, sendo cerca de seis vezes menor que a rutina ($216,81 \pm 0,10$ $\mu\text{g/mL}$).

Amostras	CE ₅₀ (µg/mL)	
	DPPH	Poder de redução do Fe ⁺³
Extrato etanólico	16,43 ± ,09	532,71 ± 1,27
Fração hexânica	57,29 ± 0,11	576,79 ± 1,18
Fração diclorometânica	44,75 ± 0,06	589,96 ± 0,87
Fração em acetato de etila	9,44 ± 0,01	234,22 ± 0,61
Fração butanólica	31,70 ± 0,06	1235,17 ± 1,39
Rutina	8,66 ± 0,01	216,81 ± 0,10

Tabela 2 - Atividade antioxidante do extrato etanólico e frações das folhas de *B. pinnatum* pelos métodos do DPPH e poder de redução do ferro.

Os valores correspondem à média ± E.P.M. As médias diferem entre si após análise de variância seguida do teste de Tukey para $p < 0,001$.

3.3.2 Atividade antioxidante pelo método da co-oxidação do β -caroteno/ácido linoléico

Na Figura 2, são mostradas as absorvâncias em relação aos tempos (min) t_0 , t_{15} , t_{30} , t_{45} , t_{60} , t_{75} , t_{90} e t_{105} das amostras dos controles (BHT e rutina). É observado o decaimento das absorvâncias em função do tempo em decorrência da oxidação do β -caroteno. Quanto menor o decaimento, maior a inibição da peroxidação lipídica e conseqüentemente da oxidação do β -caroteno. EE, FH e FA apresentaram menor variação no decaimento, demonstrando maior inibição da peroxidação lipídica.

Considerando a inibição da peroxidação lipídica (%), EE, frações e controles positivos produziram valores entre 16,9 e 61,3% (Tabela 3). Nesta Tabela, fica evidenciado que FA (%I = 58,30%) foi a mais ativa seguida de FH e FD, ambas com 49,10% de inibição.

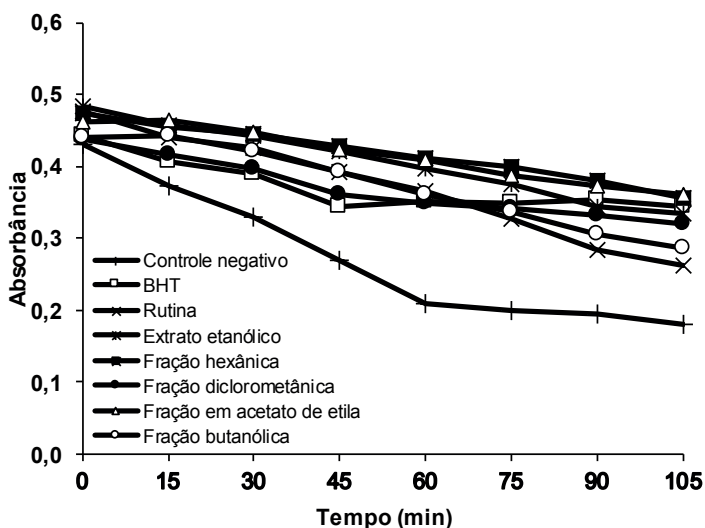


Figura 2. Decaimento da absorvância em função do tempo para o extrato etanólico e frações de *B. pinnatum* pelo método da co-oxidação do β -caroteno/ácido linoléico.

Os valores correspondem à média \pm E.P.M. As médias diferem em relação ao controle negativo após análise de variância seguida do teste de Tukey para $p < 0,05$.

Amostras /Controles	% Inibição da peroxidação lipídica
Extrato etanólico	43,50 \pm 1,64 ^{a,b}
Fração hexânica	49,10 \pm 2,81 ^a
Fração diclorometânica	49,10 \pm 1,31 ^a
Fração em acetato de etila	58,30 \pm 1,54 ^c
Fração butanólico	39,40 \pm 0,62 ^b
BHT	61,30 \pm 0,99 ^c
Rutina	16,90 \pm 1,32

Tabela 2 - Atividade antioxidante do extrato etanólico e frações das folhas de *B. pinnatum* pelo método de co-oxidação do β -caroteno/ácido linoleico.

Os valores correspondem à média \pm E.P.M. Letras iguais na mesma coluna, as médias não diferem entre si após análise de variância seguida do teste de Tukey para $p < 0,05$.

3.3.3 Atividade antioxidante pelo método de bioautografia

As manchas escuras nas placas reveladas com FeCl_3 são indicativas da presença de substâncias fenólicas e a revelação com DPPH com manchas branco-amarelas são indicativas de substâncias com potencial antioxidante (Figura 3). Observa-se que FA e

FB evidenciaram quantidades mais expressivas de constituintes fenólicos e atividade antioxidante. Na FH e EE, não foram reveladas substâncias fenólicas com Rf próximo aquela encontrada com DPPH, cujo Rf foi 0,898 (Rf EE 0,932). Em FD e EE, as manchas referentes a substâncias fenólicas e as reveladas com DPPH, em sua maioria, permaneceram no ponto de aplicação da amostra. FA, FB e EE apresentaram manchas referentes a substâncias fenólicas com Rf 0,625 e 0,607 (Rf do EE 0,661), respectivamente. Manchas com valores semelhantes, quando reveladas com DPPH, produziram Rfs iguais a 0,593, 0,611 e 0,611 para as FA e FB e EE, respectivamente.

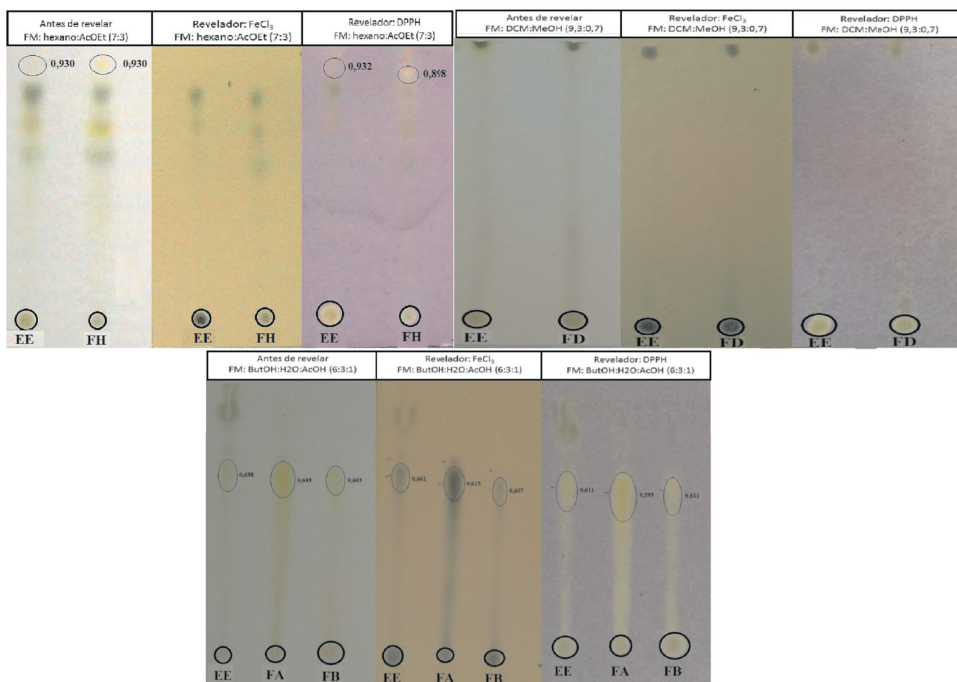


Figura 3 - Bioautografia em CCD do extrato etanólico e frações reveladas com cloreto férrico e DPPH.

A quantificação de fenois totais evidenciou que o extrato etanólico e as frações das folhas de *B. pinnatum* são ricos em substâncias fenólicas, onde os conteúdos variaram de 3,45 a 25,34 g/100 g, sendo que a fração em acetato de etila apresentou maior teor. Os teores de flavonoides totais variaram de 0,66 a 23,31 g/100 g no extrato e nas frações analisadas, destacando novamente a fração em acetato de etila. O teor de flavonoides em extratos de *B. pinnatum* é influenciado pelas condições de cultivo, estação do ano e método de extração, sendo o conteúdo potencializado quando a espécie é exposta à luz solar e coletada nos meses em que há maior incidência de radiação solar, principalmente no verão

(MUZITANO et al., 2011). Para a realização deste trabalho, as folhas de *B. pinnatum* foram coletadas no mês de Janeiro (2012), atendendo às condições descritas anteriormente, ao ponto que na fração em acetato de etila o teor flavonoídico correspondeu a 92% do teor total de fenóis. Os dados dessa quantificação corroboram com aqueles apresentados nos ensaios de atividades antioxidante, sugerindo a relação entre constituintes fenólicos e atividades biológicas (GUPTA; BANERJEE, 2011; HARLALKA; PATIL; PATIL, 2007; JAIN et al., 2010).

Considerando a atividade antioxidante, o extrato etanólico e as frações das folhas de *B. pinnatum* apresentaram potencial antioxidante, em ensaios que diferem em relação ao mecanismo antioxidante. Nos ensaios com DPPH e FRAP, FA produziu CE_{50} (9,44 e 234,22 $\mu\text{g/mL}$) muito próxima à da rutina (8,66 e 216,81 $\mu\text{g/mL}$), demonstrando sua capacidade de sequestro de radicais livres e de redução de íons Fe^{3+} , respectivamente. Os teste de avaliação da inibição da peroxidação lipídica ou lipoperoxidação (LPO), como o sistema de co-oxidação β -caroteno/ácido linoléico, apesar de serem *in vitro*, reproduzem melhor situações fisiológicas de estresse oxidativo, como a oxidação dos lipídeos insaturados das membranas celulares, que causa a destruição de sua estrutura, alteração de seu funcionamento e em casos extremos, a morte celular (ALVES et al., 2010; LIMA; ABDALLA, 2001). Neste ensaio, analisando o gráfico de decaimento da absorvância da emulsão do sistema β -caroteno/ácido linoléico em função do tempo (Figura 2), ao comparar a curva do controle negativo com as demais, percebe-se que EE e, principalmente, FH e FA retardaram e reduziram a LPO e, conseqüentemente, a oxidação do β -caroteno. FA foi a mais promissora com 58% de inibição da peroxidação lipídica (rutina 61%). LPO é um processo de três etapas: iniciação, propagação e terminação, de modo que os antioxidantes podem agir inibindo a iniciação do processo ao neutralizar ERO^{\cdot} s do meio e/ou inibir a propagação da LPO, ao neutralizar os radicais peroxila formados pela oxidação dos lipídeos (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006; LIMA; ABDALLA, 2001). Ainda com relação a este ensaio, em virtude do meio reacional se tratar de uma emulsão, substâncias lipofílicas encontram maior facilidade de exercer sua ação antioxidante, pois são capazes de permanecer na interface óleo:água da emulsão, onde ocorre a LPO. Enquanto as substâncias mais hidrofílicas solubilizam-se na fase aquosa, diluindo-as e assim podendo diminuir sua atividade (KOLEVA et al., 2002). Isso explica a inibição apresentada pela FH, pois inibe a etapa de propagação da LPO (KHANUM; THEVANAYAGAM, 2017).

Os dados de atividade antioxidante estão associados aos teores de fenóis e flavonoides totais encontrados especialmente em FA, que foi a mais ativa em todos os testes de atividade antioxidante realizados, demonstrando uma correlação entre os conteúdos de substâncias fenólicas e atividade antioxidante. Os resultados da bioautografia reafirmam essa correlação uma vez que, de acordo com os valores de R_f apresentados pelo extrato etanólico e pelas frações, apontaram para substâncias fenólicas e flavonoides. Entretanto, sabe-se que os resultados obtidos através de ensaios *in vitro* não podem ser extrapolados

diretamente para situações *in vivo*, uma vez que a ação dos antioxidantes envolve diferentes mecanismos (MAGALHÃES et al., 2008).

4 | CONCLUSÕES

As folhas de *B. pinnatum* contêm expressivos teores de fenóis e flavonoides totais relacionados à atividade antioxidante de sequestro de radicais livres (ensaio com radical DPPH e bioautografia), poder de redução de íons metálicos e inibição da peroxidação lipídica. Portanto, os resultados indicam que as folhas de *B. pinnatum* são fontes promissoras de substâncias fenólicas com ações antioxidantes, justificando o uso tradicional e evidenciando a espécie como alvo para o desenvolvimento de formulações fitoterápicas contra radicais livres.

REFERÊNCIAS

AFZAL, M.; GUPTA, G.; KAZMI, I.; RAHMAN, M.; AFZAL, O.; ALAM, J.; HAKEEM, K. R.; PRAVEZ, M.; GUPTA, R.; ANWAR, F. Anti-inflammatory and analgesic potential of a novel steroidal derivative from *Bryophyllum pinnatum*. **Fitoterapia**, v. 83, n. 5, p. 853-858, 2012.

AKINPELU, D. A. Antimicrobial activity of *Bryophyllum pinnatum* leaves. **Fitoterapia**, v. 71, n. 2, p. 193-194, 2000.

AKINSULIRE, O. R.; AIBINU, I. E.; ADENIPEKUN, T.; ADELOWOTAN, T.; ODUGBEMI, T. *In vitro* antimicrobial activity of crude extracts from plants *Bryophyllum pinnatum* and *Kalanchoe crenata*. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, v. 4, n. 3, p. 338-344, 2007.

ALVES, C. Q.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P.; BAHIA, M. V.; AGUIAR, R. M. Métodos para determinação de atividade antioxidante *in vitro* em substratos orgânicos. **Química Nova**, v. 33, n. 10, p. 2202-2210, 2010.

AYOUB, Z.; MEHTA, A. Medicinal plants as potential source of antioxidant agents: A review. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**, v. 11, n. 6, p. 50-56, 2018.

BISWAS, S. K.; CHOWDHURY, A.; DAS, J.; HOSEN, S. M. Z.; UDDIN, R.; RAHAMAN, M. S. Literature review on pharmacological potentials of *Kalanchoe pinnata* (Crassulaceae). **African Journal of pharmacy and pharmacology**, v. 5, n. 10, p. 1258-1262, 2011.

CAVIN, A.; POTTERAT, O.; WOLFENDER, J. L.; HOSTETTMAN, K.; DYATMYKO, W. Use of on-flow LC/H-1 NMR for the study of an antioxidant fraction from *Orophea enneandra* and isolation of a polyacetylene, lignans, and a tocopherol derivative. **Journal of Natural Products**, v. 61, n. 12, p. 1497-1501, 1998.

CECHINEL FILHO, V.; YUNES, R. A. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química Nova**, v. 21, n. 1, p. 99-105, 1998.

CHIBLI, L. A.; RODRIGUES, K. C. M.; GASPARETTO, C. M.; PINTO, N. C. C.; FABRI, R. L.; SCIO, E.; ALVES, M. S.; DEL-VECHIO-VIEIRA, G.; SOUSA, O. V. Anti-inflammatory effects of *Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken ethanol extract in acute and chronic cutaneous inflammation. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 154, n. 2, p. 330-338, 2014.

CHOI, E. M. Protective effect of quercitrin against hydrogen peroxide-induced dysfunction in osteoblastic MC3T3-E1 cells. **Experimental and Toxicologic Pathology**, v. 64, n. 3, p. 211-216, 2012.

CORREIA, R. T. P.; BORGES, K. C.; MEDEIROS, M. F.; GENOVESE, M. I. Bioactive compounds and phenolic-linked functionality of powdered tropical fruit residues. **Food Science and Technology International**, v. 18, n. 6, p. 538-574, 2012.

CRUZ, B. P.; CHEDIER, L. M.; FABRI, R. L.; PIMENTA, D. S. Chemical and agronomic development of *Kalanchoe brasiliensis* Camb. and *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers under light and temperature levels. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 4, p. 1434-1441, 2011.

CRUZ, E. A.; DA-SILVA, S. A. G.; MUZITANO, M. F.; SILVA, P. M. R.; COSTA, S.S.; ROSSI-BERGMANN, B. Immunomodulatory pretreatment with *Kalanchoe pinnata* extract and its quercitrin flavonoid effectively protects mice against fatal anaphylactic shock. **International Immunopharmacology**, v. 8, n. 12, p. 1616-1621, 2008.

CRUZ, E. A.; REUTER, S.; MARTIN, H.; DEHZAD, N.; MUZITANO, M. F.; COSTA, S. S.; ROSSI-BERGMANN, B.; BUHL, R.; STASSEN, M.; TAUBE, C. *Kalanchoe pinnata* inhibits mast cell activation and prevents allergic airway disease. **Phytomedicine**, v. 19, n. 2, p. 115-121, 2012.

DUARTE-ALMEIDA, J. M.; SANTOS, R. J.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando o sistema β -caroteno/ácido linoleico e método de sequestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 446-452, 2006.

EL ABDELLAOUI, S.; DESTANDAU, E.; TORIBIO, A.; ELFAKIR, C.; LAFOSSE, M.; RENIMEL, I.; ANDRÉ, P.; CANCELLIERI, P.; LANDEMARRE, L. Bioactive molecules in *Kalanchoe pinnata* leaves: extraction, purification, and identification. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 398, n. 3, p. 1329-1338, 2010.

FERNANDES, J. M.; CUNHA, L. M.; AZEVEDO, E. P.; LOURENÇO, E. M. G.; FERNANDES-PEDROSA, M. F.; ZUCOLOTTI, S. M. *Kalanchoe laciniata* and *Bryophyllum pinnatum*: an updated review about ethnopharmacology, phytochemistry, pharmacology and toxicology. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 29, n. 4, p. 529-558, 2019.

GARCÍA-SÁNCHEZ, A.; MIRANDA-DÍAZ, A. G.; CARDONA-MUÑOZ, E. G. The role of oxidative stress in physiopathology and pharmacological treatment with pro- and antioxidant properties in chronic diseases. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2020, Article ID 2082145, p. 1-16, 2020.

GOKBULUT, A.; OZHAN, O.; SATILMIS, B.; BATCIOGLU, K.; GUNAL, S.; SARER, E. Antioxidant and antimicrobial activities and phenolic compounds of selected *Inula* species from Turkey. **Natural Product Communications**, v. 8, n. 4, p. 475-478, 2013.

GUPTA, R.; LOHANI, M.; ARORA, S. Anti-inflammatory activity of the leaf extracts/fractions of *Bryophyllum pinnatum* Saliv.Syn. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, v. 3, n.1, p. 16-18, 2010.

GUPTA, S.; BANERJEE, R. Radical scavenging potential of phenolics from *Bryophyllum pinnatum* (LAM.) OKEN. **Preparative Biochemistry & Biotechnology**, v. 41, n. 3, p. 305-319, 2011.

HAM, Y. M.; YOON, W. J.; PARK, S. Y.; SONG, G. P.; JUNG, Y. H.; JEON, Y. J.; KANG, S. M.; KIM, K. N. Quercitrin protects against oxidative stress-induced injury in lung fibroblast cells via up-regulation of Bcl-xL. **Journal of Functional Foods**, v. 4, n. 1, p. 253-262, 2012.

HARLALKA, G. V.; PATIL, C. R.; PATIL, M. R. Protective effect of *Kalanchoe pinnata* pers. (*Crassulaceae*) on gentamicin-induced nephrotoxicity in rats. **Indian Journal of Pharmacology**, v. 39, n.4, p. 201-205, 2007.

HRELIA, S.; ANGELONI, C. New mechanisms of action of natural antioxidants in health and disease. **Antioxidants**, v. 9, n. 4, 1-5, 2020.

HUNYADI, A. The mechanism(s) of action of antioxidants: From scavenging reactive oxygen/nitrogen species to redox signaling and the generation of bioactive secondary metabolites. **Medicinal Research Reviews**, v. 39, n. 6, p. 2505-2533, 2019.

IGWE, S. A.; AKUNYILI, D. N. Analgesic effects of aqueous extracts of the leaves of *Bryophyllum pinnatum*. **Pharmaceutical Biology**, v. 43, n. 8, p. 658-661, 2005.

JAIN, V. C.; PATEL, N. M.; SHAH, D. P.; PATEL, P. K.; JOSHI, B. H. Antioxidant and antimicrobial activities of *Bryophyllum calycinum* Salisb leaf. **Pharmacologyonline**, v. 1, p. 393-405, 2010.

KHANUM, R.; THEVANAYAGAM, H. Lipid peroxidation: Its effects on the formulation and use of pharmaceutical emulsions. **Asian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 12, n. 5, p. 401-411, 2017.

KOLEVA, I. I.; VAN BEEK, T. A.; LINSSEN, J. P. H.; DE GROOT, A.; EVSTATIEVA, L. N. Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. **Phytochemical analysis**, v. 13, n. 1, p. 8-17, 2002.

LIMA, E. S.; ABDALLA, D. S. P. Peroxidação lipídica: mecanismos e avaliação em amostras biológicas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 37, n. 3, p. 293-303, 2001.

MAGALHÃES, L. M.; SEGUNDO, M. A.; REIS, S.; LIMA, J. F. L. C. Methodological aspects about *in vitro* evaluation of antioxidant properties. **Analytica Chimica Acta**, v. 613, n. 1, p. 1-19, 2008.

MAJAZ, A. Q.; TATIYA, A. U.; KHURSHID, M.; NAZIM, S.; SIRAJ, S. The miracle plant (*Kalanchoe pinnata*): a phytochemical and pharmacological review. **International Journal of Research in Ayurveda & Pharmacy**, v. 2, n. 5, p. 1478-1482, 2011.

MENSOR, L.L.; MENEZES, F.S.; LEITÃO, G.G.; REIS, A.S.; SANTOS, T.C.; COUBE, C.S.; LEITÃO, S.G. Screening of brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, v.15, n. 2, p.127-130, 2001.

MUZITANO, M. F.; TINOCO, L. W.; GUETTE, C.; KAISER, C. R.; ROSSI-BERGMANN, B.; COSTA, S. S. The antileishmanial activity assessment of unusual flavonoids from *Kalanchoe pinnata*. **Phytochemistry**, v. 67, n. 18, p. 2071-2077, 2006.

MUZITANO, M. F.; BERGONZI, M. C.; MELO, G. O. D.; LAGE, C. L. S.; BILIA, A. R.; VINCIERI, F. F.; ROSSI-BERGMANN, B.; COSTA, S. S. Influence of cultivation conditions, season of collection and extraction method on the content of antileishmanial flavonoids from *Kalanchoe pinnata*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 133, n. 1, p. 132-137, 2011.

NAYAK, B. S.; MARSHALL, J. R.; ISITOR, G. Wound healing potential of ethanolic extract of *Kalanchoe pinnata* Lam. Leaf – a preliminary study. **Indian Journal of Experimental Biology**, v. 48, n. 6, p. 572-576, 2010.

NGUELEFACK, T. B.; NANA, P.; ATSAMO, A. D.; DIMO, T.; WATCHO, P.; DONGMO, A. B.; TAPONDJOU, L. A.; NJAMAN, D.; WANSI, S. L.; KAMANYI, A. Analgesic and anticonvulsant effects of extracts from the leaves of *Kalanchoe crenata* (Andrews) Haworth (Crassulaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 106, n. 1, p. 70-75, 2006.

OGBONNIA, S. O.; ADIMEGWU, J. I.; ENWURU, V. N. Evaluation of hypoglycaemic and hypolipidaemic effects of aqueous ethanolic extracts of *Treulia Africana* Decne and *Bryophyllum pinnatum* Lam. And their mixture on streptozotocin (STZ)-induced diabetic rats. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 15, p. 2535-2539, 2008.

OJEWOLE, J. A. O. Antinociceptive, anti-inflammatory and antidiabetic effects of *Bryophyllum pinnatum* (Crassulaceae) leaf aqueous extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 99, n. 1, p. 13-19, 2005.

OKWU, D. E.; JOSIAH, C. Evaluation of the chemical composition of two Nigerian medicinal plants. **African Journal of Biotechnology**, v. 5, n. 4, p. 357-361, 2006.

OKWU, D. E.; NNAMDI, F. U. A novel antimicrobial phenanthrene alkaloid from *Bryophyllum pinnatum*. **E-Journal of Chemistry**, v. 8, n. 3, p. 1456-1461, 2011a.

OKWU, D. E.; NNAMDI, F. U. Two novel flavonoids from *Bryophyllum pinnatum* and their antimicrobial activity. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, v. 3, n. 2, p. 1-10, 2011b.

OYAZU, M. Studies on product of browning reaction – Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine,” **Japanese Journal of Nutrition**, v. 44, n. 6, p. 307-315, 1986.

PARHAM, S.; KHARAZI, A. Z.; BAKHSHESHI-RAD, H. R.; NUR, H.; ISMAIL, A. F.; SHARIF, S.; RAMAKRISHNA, S.; BERTO, F. Antioxidant, Antimicrobial and Antiviral Properties of Herbal Materials. **Antioxidants**, v. 2, n. 12, p. 1-36, 2020.

SALAHDEEN, H. M.; YEMITAN, O. K.; Neuropharmacological effects of aqueous leaf extract of *Bryophyllum pinnatum* in mice. **African Journal of Biomedical Research**, v. 9, n. 2, p. 101-107, 2006.

SOBRINHO, T. J. S. P.; SILVA, C. H. T. P.; NASCIMENTO, J. E.; MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; AMORIM, E. L. C. Validação de metodologia espectrofotométrica para quantificação dos flavonoides de *Bauhinia cheilantha* (Bongard) Steudel. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 4, p. 683-689, 2008.

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JUNIOR, G. M.; AYRES, C. L. S. C.; ARAUJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAUJO, P. B. M.; BRANDAO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

SUN, L.; ZHANG, J.; LU, X.; ZHANG, L.; ZHANG, Y. Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extracts from persimmon (*Diospyros kaki* L.) leaves. **Food and Chemical Toxicology**, v. 49, n. 10, p. 2689-2696, 2011.

TATSIMO, S. J. N.; TAMOKOU, J. D. D.; HAVYARIMANA, L.; CSUPOR, D.; FORGO, P.; JUDIT, H.; KUIATE, J. R.; PIERRE, T. Antimicrobial and antioxidant activity of kaempferol rhamnoside derivatives from *Bryophyllum pinnatum*. **BioMed Central Research Notes**, v. 5, n. 158, p.1-13, 2012.

UNUOFIN, J. O.; LEBELO, S. L. Antioxidant effects and mechanisms of medicinal plants and their bioactive compounds for the prevention and treatment of type 2 diabetes: An updated review. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2020, Article ID 1356893, p. 1-36, 2020.

YEMITAN, O. K.; SALAHDEEN, H. M. Neurosedative and muscle relaxant activities of aqueous extract of *Bryophyllum pinnatum*. **Fitoterapia**, v. 76, n. 2, p. 187-193, 2005.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amazônia 7, 52, 54, 55, 68

Anticâncer 157, 161, 162, 164, 165

Antracnose 124, 125, 126, 127, 128, 131, 133, 136, 137, 138

Apis 86, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Arborização 7, 70, 71, 72, 81, 82, 83, 84, 85

Aroeira 11, 12, 16, 18, 21, 34, 157, 160, 161, 165, 166

Árvores 7, 24, 32, 52, 53, 54, 55, 56, 68, 70, 71, 72, 74, 80, 81, 82, 83

Atividade antioxidante 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 155

B

Bee Products 86, 87, 97

Bioprospecção 160

Bosque 66, 67, 68, 78

Bryophyllum pinnatum 8, 140, 141, 142, 143, 152, 153, 154, 155, 156

C

Campos de altitude 37

Cerrado 6, 7, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 41, 43, 45, 52, 53, 54, 55, 56, 82

Composición florística 58, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68

D

Diversidade 6, 1, 8, 10, 24, 25, 26, 28, 31, 33, 35, 71, 80, 103

E

Ecopedagogia 6, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21

Educação Ambiental 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 70, 72

Ensino de ciências 2, 3

Especies 58, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 125, 126, 127, 131, 134, 135, 136

Estadio Sucesional 58

F

Fabaceae 24, 25, 28, 29, 30, 54, 58, 59, 63, 64, 65, 67, 84, 105, 116

fatores abióticos 115

Fenois 140, 143, 144, 146, 147, 150, 151, 152

Fitossociologia 25, 34, 167

Flavonoides 104, 140, 141, 143, 144, 146, 147, 150, 151, 152, 155
Flora 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 63
Folha 8, 53, 54, 55, 85, 103, 140, 141
Frutíferas 7, 11, 14, 16, 70, 71, 72, 73, 74, 79, 80, 81, 82

G

Germinação 100, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 113, 114

H

Herbertia 37, 38, 40, 41, 42, 50, 51

I

Iridaceae 6, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 51

M

Mata Atlântica 6, 11, 12, 14, 16, 19, 22, 80, 113, 120

Melissopalínologia 86

Minería 7, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Monocots 38

Mora 124, 125, 126, 127, 128, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138

Mudanças climáticas 26, 32, 54, 56, 100, 101, 102, 113, 115

O

Oficinas Didáticas 2, 3

P

Paisagismo 71, 72, 82, 83

Patente 14, 157, 163

Patogenicidad 124, 125, 128, 130, 131, 132, 133, 135, 136

Plantas Medicinais 6, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 141, 152, 155, 160, 164

Pólen 7, 86, 97, 98, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 117, 120

Práticas Pedagógicas 2, 14

Propolis 86, 87, 88, 94, 95, 97

Q

Qualea 24, 25, 29, 31, 54

R

Radicais livres 8, 140, 141, 151, 152

Reflorestamento 12, 16, 18, 21

Regeneración 7, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69

Reserva da Biosfera 6, 24, 26, 28, 32, 35, 101

Rubus Glaucus 8, 124, 125, 128, 130, 131, 133, 134, 136, 137, 138

S

Schinus terebinthifolius 16, 157, 158, 160, 161, 163, 164, 165, 166

Sustentabilidade 12, 13, 14, 23, 98

T

Temperatura 7, 27, 31, 52, 53, 54, 55, 81, 82, 83, 100, 101, 105, 106, 108, 109, 112, 113, 114, 120, 129, 130, 143, 144

Tolerância Fotossintética 52, 53, 54, 55

V

Virulencia 8, 124, 127, 128, 134

Ensino, Pesquisa e Inovação em Botânica

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ensino, Pesquisa e Inovação em Botânica

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 