

Atena
Editora
Ano 2021



Ecologia

e conservação da biodiversidade

Renan Monteiro do Nascimento
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021



Ecologia

e conservação da biodiversidade

Renan Monteiro do Nascimento
(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

iStock

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.

Open access publication by Atena Editora



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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

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

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. 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
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alessandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Brito de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
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 Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramirez – 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/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lillian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Ecologia e conservação da biodiversidade

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os autores
Organizador: Renan Monteiro do Nascimento

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E19 Ecologia e conservação da biodiversidade / Organizador
Renan Monteiro do Nascimento. – Ponta Grossa - PR:
Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-258-3
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.583212007>

1. Ecologia. I. Nascimento, Renan Monteiro do
(Organizador). II. Título.

CDD 577

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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A Ecologia é a área da Biologia que estuda o meio ambiente e os seres vivos que vivem nele, ou seja, é o estudo científico da distribuição e abundância dos seres vivos e das interações que determinam a sua distribuição. As interações podem ser entre seres vivos e/ou com o meio ambiente.

A Biodiversidade, também chamada de Diversidade Biológica, pode ser definida como a variabilidade entre os seres vivos de todas as origens, a terrestre, a marinha e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte. A conservação da biodiversidade é fundamental para assegurar a diversidade de organismos vivos, incluindo os ecossistemas terrestres e aquáticos. Apresenta também importância econômica, pois os seres vivos são importante matéria-prima na fabricação de alimentos, medicamentos, cosméticos, vestimentas e até habitação. Preservar é garantir, portanto, que esses recursos não falem no futuro e que o meio ambiente permaneça em equilíbrio.

Nesse contexto, apresento o livro “Ecologia e Conservação da Biodiversidade”, uma obra que apresenta 14 capítulos distribuídos no formato de artigos que trazem de forma categorizada e interdisciplinar estudos aplicados as Ciências Biológicas. Esse e-book traz resultados de pesquisas desenvolvidas por professores e acadêmicos de instituições públicas e privadas. É de suma importância ter essa divulgação científica, por isso a Atena Editora se propõe a contribuir através da publicação desses artigos científicos, e assim, contribui com o meio acadêmico e científico.

Desejo a todos uma excelente leitura.

Renan Monteiro do Nascimento


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ABELHAS NA ESCOLA: ESTRATÉGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E CONSERVAÇÃO

Verônica Aparecida Ferreira de Moraes de Melo e Silva

Marcela Yamamoto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120071>

CAPÍTULO 2..... 14

CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS OCULARES DAS AVES


Elton Hugo Lima da Silva Souza

Ismaela Maria Ferreira de Melo

Fabrcio Bezerra de Sá

Bruno Daby Figuerêdo de Souza

Stéphanie Ingrand Vieira de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120072>

CAPÍTULO 3..... 26

COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS E *ECOTOXICOLOGICAL INDEX*: FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL EM UM RESERVATÓRIO URBANO

Evaldo de Lira Azevêdo


Wilza Carla Moreira Silva

Ricássio Alves de Sousa

Tágina Isabel Abrantes de Assis

Antônio Joaquim Batista Neto

Daniele Jovem-Azevêdo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120073>

CAPÍTULO 4..... 40

CONSERVATION FOREST ASPECTS AND MICROHABITAT STRUCTURE TO SMALL MAMMALS: A REVIEW

Felipe Santana Machado


Aloysio Souza de Moura

Ravi Fernandes Mariano

Cassiana Gonçalo Ayres

Dalmo Arantes Barros

Marco Aurélio Leite Fontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120074>

CAPÍTULO 5..... 51

CONSIDERAÇÕES SOBRE OS COMPORTAMENTOS MATERNAIS E ALOMATERNAIS DE MACACOS-PREGO (*Sapajus spp.*) EM SEMILIBERDADE


Marco de Luca Monteiro Sturaro

Bárbara Héllen Lemos Fortunato

Reinaldo Fiumari Júnior

Cláudia Misue Kanno

José Américo de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120075>


CAPÍTULO 6..... 61

DIFERENCIAÇÃO DE NICHOS CLIMÁTICO EM DIFERENTES LINHAGENS
FILOGEOGRÁFICAS DE *PUMA CONCOLOR* (CARNIVORA: FELIDAE)

Jéssica Viviane Amorim Ferreira

Jefferson Rodrigues Maciel

Patrícia Avello Nicola

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120076>

CAPÍTULO 7..... 72

ESPECTRO DE PROVISÃO DE SAÚDE DO ECOSISTEMA (EHPS): CONCEPÇÃO E
APLICABILIDADE

Mariany Fernandes da Silva

Kleyton Pereira de Lima

Érica Rodrigues Fernandes Silva


Micaelle de Sousa Silva

Ana Karoline de Almeida Lima

Melina Even Silva da Costa

Maria Luiza Peixoto Brito

Antônio Germane Alves Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120077>

CAPÍTULO 8..... 79

FERRAMENTAS DISPONÍVEIS PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Luiz Mauro Barbosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120078>


CAPÍTULO 9..... 95

GERMINAÇÃO E PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *PASSIFLORA LOEFGRENII* VITTA

José Francisco de Oliveira Neto

Luara Horrara Malucelli


Rayane Bueno

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120079>

CAPÍTULO 10..... 101

LA EXTENSIÓN RURAL AGROECOLÓGICA PARA LA RESTAURACIÓN CAMPESINA Y
EL MEDIO AMBIENTE EN EL PARAGUAY

Daniel Campos Ruiz Diaz


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58321200710>

CAPÍTULO 11..... 116

O PLANTIO DE NEEN E O COMPROMETIMENTO DA DIVERSIDADE DA FLORA URBANA
DE SÃO FÉLIX DO CORIBE/BA

Anne Francis Bezerra Campos

Elisângela Silva Moura
Sandra Eliza Guimarães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58321200711>

CAPÍTULO 12..... 124

PHYLOGENY AND THE PATTERNS OF ESSENTIAL OIL DIVERSITY IN THE GENUS
HYPENIA


Camila Fernandes de Jesus
Maria Tereza Faria
Heleno Dias Ferreira
Suzana da Costa Santos
Pedro Henrique Ferri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58321200712>

CAPÍTULO 13..... 135

QUAIS PERCEPÇÕES O DNA AMBIENTAL PODE FOMERCER PARA AVALIAÇÃO
ECOLÓGICA DE RESERVATÓRIOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO?


Betsy Dantas de Medeiros
Magnólia de Araújo Campos Pfenning
Maria João Feio
Daniele Jovem-Azevêdo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58321200713>

CAPÍTULO 14..... 149

REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA DO AGRESTE PERNAMBUCANO:
COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, ENDEMISMO E ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO

Eric Bem dos Santos
Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel
Milena Dutra da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58321200714>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 156

ÍNDICE REMISSIVO..... 157

PHYLOGENY AND THE PATTERNS OF ESSENTIAL OIL DIVERSITY IN THE GENUS *HYPENIA*

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 24/04/2021

Camila Fernandes de Jesus

Universidade Federal de Goiás
Instituto de Química
Goiânia – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/5682563138868872>

Maria Tereza Faria

Faculdade Araguaia (UniAraguaia)
Unidade Bueno
Goiânia – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/7273792981547805>

Heleno Dias Ferreira

Universidade Federal de Goiás, Instituto de
Ciências Biológicas, Departamento de Biologia
Geral, Goiânia – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/0284131855729089>

Suzana da Costa Santos

Universidade Federal de Goiás
Instituto de Química
Goiânia – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/7811945085200334>

Pedro Henrique Ferri

Universidade Federal de Goiás
Instituto de Química
Goiânia – Goiás
<http://lattes.cnpq.br/2129799749473005>

ABSTRACT: Thirty-three essential oils (EOs) from the aerial parts of *Hypernia* were analyzed by chemometric analysis. EOs constituents

(165) were coded as dichotomous variables and submitted to canonical correspondence analysis (CCA) with two taxonomic sections, combined with vegetative and reproductive phenophases as explanatory variables. CCA results indicated that 18.3% of the total variance in OEs were explained by these predictors, with a greater pure contribution attributed to phenology (53.7%), followed by the botanical section (42.3%), and 12% of joint influence. Multivariate regression tree (MRT) indicated six oil constituents as the main discriminants for distinguishing infrageneric classification and developmental stages of *Hypernia* species. A trend to oxygenated sesquiterpenes seems to accompany the transition of sampling sites along the lowest latitudes, although with differences concerning the growth phases and sectional classification.

KEYWORDS: Hyptidinae, chemosystematics, phenology, multivariate analysis, essential oils.

FILOGENIA E OS PADRÕES DE DIVERSIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO GÊNERO *HYPENIA*

RESUMO: Trinta e três óleos essenciais (OEs) das partes aéreas de *Hypernia* coletados no Cerrado central brasileiro foram analisados por CG/EM e análise quimiométrica. Os constituintes dos OEs (165) foram codificados como variáveis dicotômicas e submetidos à análise de correspondência canônica com duas seções taxonômicas, combinadas com as fenofases vegetativa e reprodutiva como variáveis explicativas. Os resultados indicaram que 18,3% da variância total dos OEs foram explicadas por esses preditores, sendo a maior contribuição

pura atribuída à fenologia (53,7%), seguida da seção botânica (42,3%), e 12% da influência conjunta. A árvore de regressão multivariada (MRT) indicou sete constituintes dos óleos como principais discriminantes para distinguir a classificação infragenérica e os estágios de desenvolvimento das espécies de *Hypenia*. Uma tendência aos sesquiterpenos oxigenados parece acompanhar a transição dos locais de amostragem ao longo das latitudes mais baixas, embora com diferenças quanto às fases de crescimento e classificação seccional.

PALAVRAS - CHAVE: Hyptidinae, quimiosistemática, fenologia, análise multivariada, óleos essenciais.

1 | INTRODUCTION

Hyptidinae Endl., Ocimeae Dumort tribe of Lamiaceae Martinov family, is characterized by sternotribic flowers with stamens held in the corolla's compressed lower lip, forming an explosive pollination mechanism (HARLEY, 1988). A total of 19 genera with around 400 species of Hyptidinae are now recognized, whose patterns of floristic and taxonomic variation have resulted in endemic genera and a large number of new species (HARLEY et al., 2004). Molecular studies have promoted a reassessment of morphological characters and furthered understanding of evolutionary relationships among taxa (HARLEY & PASTORE, 2012). Among these, the genus *Hypenia* (Mart. ex Benth.) Harley initially had 24 species attributed to it (HARLEY, 1988). In Brazil, there are about 28 representative species of this genus (FARIA, 2014), with the center of diversity and dispersion being the Cerrado of Goiás state, where 18 species can be found. Of these, seven are endemic mainly in areas of rock formations, usually found in oligotrophic and sandy soils with high levels of aluminium and exposed to high luminosity. Some *Hypenia* spp. have flowered (ATKINSON, 1999), apparently as a sign of adaptation to bird pollination (HARLEY & PASTORE, 2012).

Hypenia spp. have either remained taxonomically undivided (BENTHAM, 1833; HARLEY, 1988; HARLEY & PASTORE, 2012) or been distributed into two (BENTHAM, 1848; EPLING, 1949; FARIA, 2014), six (ATKINSON, 1999) or seven (BRIQUET, 1896) taxonomic sections. After being upgraded to the generic level (HARLEY, 1988), this status was subsequently maintained (HARLEY & PASTORE, 2012; FARIA, 2014) or indicated (ATKINSON 1999) the transfer of all its species to the genus *Eriope* (Humb. & Bonpl. ex Benth.). *Hypenia*'s botanical keys show that characters used for their distinction derived almost exclusively from a limited range of floral features. This may be partly attributed to probable hybridization between sympatric species, as in *Eriope*, in addition to the small number of specimens deposited in herbaria.

Similarly to those of the correlated genus *Hyptis* Jacq., *Hypenia* spp. are aromatic and frequently cited in Brazilian Cerrado for their ethnobotanical uses, such as the infusion or decoction of leaves in the treatment of flu, common cold and other respiratory diseases (AGRA et al., 2007). Trypanocidal activity of volatile oils from *H. salzmannii* (Benth.) R. Harley has also been reported (SOUZA et al., 2017). Moreover, recent studies

have described essential oil (EO) variations from Brazilian *Hypenia* spp. and compared their chemotaxonomic significance according to Epling's sectional division (FARIA et al., 2012; JESUS et al., 2021; SILVA et al., 2011). This article presents results of canonical correspondence analysis (CCA) applied to EO constituents described for *Hypenia* species in vegetative and reproductive phenological stages. EOs variations during the developmental stages may be useful for understanding phylogenetic relationships, especially in view of the fact that its species are not always found during flowering in wild populations.

2 | MATERIAL AND METHODS

2.1 Botanical material

A list of the twenty-six *Hypenia* species investigated are shown in the Supplementary Information (SI) section (Table S1). Some species were collected from more than one sampling site, totaling thirty-three populations. Among the species, eight are new in the genus (FARIA, 2014).

2.2 Essential oils (EOs)

All thirty-three EOs were previously obtained from aerial parts by hydrodistillation in a Clevenger apparatus, and analyzed by gas chromatography-mass spectrometry, totaling 165 constituents (FARIA et al., 2012; JESUS et al., 2021; SILVA et al., 2011).

2.3 Statistical analysis

For the multivariate analysis, EO constituents were coded as independent characters (states presence or absence), as recommended by Sneath and Sokal (1963) and were organized in a response matrix (34 x 165), with samples in rows and chemical as variables in columns. An explanatory matrix (34 x 3) contained the same samples in rows and sectional division (FARIA, 2014), in addition to the two phenological stages and combined factors as categorical variables in columns. Canonical correspondence analysis (CCA) was performed to associate the two matrices with downweighted data so that rare occurrences did not influence results. Monte Carlo permutation tests (999 permutations) were used to assess the significance of canonical axes. Partitioning of the explained variation was obtained using partial CCA (pCCAs), with the explanatory matrix rearranged in two categorical subsets: infrageneric classification and phenological variables. Sample classes were evaluated by fuzzy *C*-means and Ward's variance minimizing technique with Euclidean distance using fitted coefficients from CCA. CCA allows one to assimilate the overall trend in EOs and reduce the uncontrolled factors affecting quantitative variations as redundancy analysis, RDA (FARIA et al., 2012; JESUS et al., 2021; SILVA et al., 2011).

Recursive partitioning of explanatory variables was also performed, thus producing a tree-based model for predicting species classes through a multivariate regression tree

(MRT). MRT model is nonparametric and does not require distribution assumptions, in addition to being able to detect nonlinear effects or where high-order interactions among variables are present (DE'ATH, 2002). The tree's optimal size was decided by cross-validated relative error (CVRE) and significant oil constituents were based to variable's indicator value index, IndVal (CÁCERES & LEGENDRE, 2009). Prior to the MRT analysis, the response data was chord transformed giving low weights to variables with many zeros.

Average multiple comparisons were established by analysis of variance (ANOVA), with the classes considered as a factor. Normality and homoscedasticity were checked with Shapiro-Wilk and Bartlett tests, respectively, followed by a *post hoc* Fisher's LSD test adjusted by Holm correction. *P*-values < 0.05 were considered significant. All analyses were performed in R (R Foundation for Statistical Computing, version 3.6.3, 2020).

3 | RESULTS AND DISCUSSION

In plant collection (SI, Table S1), some *Hypenia* spp. are rare (*H. aristulata*, *H. crispata*, *H. gratiosa*, *H. paradisi*, and *H. subrosea*), show endemic occurrences (*H. helenoi*, *H. rupestre*, *H. simplex*, *H. sp.*, new) or have a discontinuous distribution adapted to different soils (*H. densiflora*). Of these, *H. chapadensis*, *H. gratiosa*, *H. jorgeana*, *H. helenoi*, *H. niquelandiense*, *H. pulchra*, *H. rupestre*, and *H. sp.* (new) are currently undescribed species of the genus (FARIA, 2014).

A total of 165 oil constituents (SILVA et al., 2011; FARIA et al., 2012) was coded as dichotomous characters (SI, Table S2). Some *Hypenia* spp. could be identified due to the absence of oil constituent that was found in others species. For example, spathulenol was absent from *H. pruinosa* (pru1) profile, whereas *H. sp.* (new) did not show (*E*-caryophyllene. Furthermore, a third of the oil constituents (52 compounds) were present in only one of the *Hypenia* species. For example, *H. simplex* showed 11 unique constituents and *H. brachystachys*, and *H. pruinosa* five unique occurrences. About 60% of the samples presented only one of EO constituents. Among these constituents, sesquiterpenes contributed with the largest number (32), followed by monoterpenes (11), with emphasis on oxygenated ones (22 and 7, respectively).

Canonical correspondence analysis (CCA) was applied on presence/absence data (SI, Table S2) to extract further information and to assess the influence of infrageneric classification and phenology in species differentiation. Infrageneric classification was based on Faria et al. (2014), with species being divided into two sections: *Hypenia* sect. *Densiflorae* (Benth.) H. D. Ferreira & M.T. Faria comb. & stat. nov. and *Hypenia* sect. *Hypenia* (Mart. ex Benth.) H. D. Ferreira & M.T. Faria, comb. & stat. nov. (SI, Table S1).

CCA indicated that correlations between oil constituents and the two factors were higher in the first two canonical axes ($R_1 = 0.933$ and $R_2 = 0.874$) and variance inflation factors (VIF) were considered low (< 1.2), hence suggesting the absence of multicollinearity.

Total explained variance (inertia) was moderate (15.8%), but highly significant in the CCA1 (8.9%, F -Fisher = 1.0, p = 0.001) and sum of CCAs (F = 1.9, p = 0.001). CCA2 (4.3%, F = 0.7, p = 0.082) was significant at 0.1, justifies the high fitted variation (82.9%) in the first CCA's factorial plane (Figure 1).

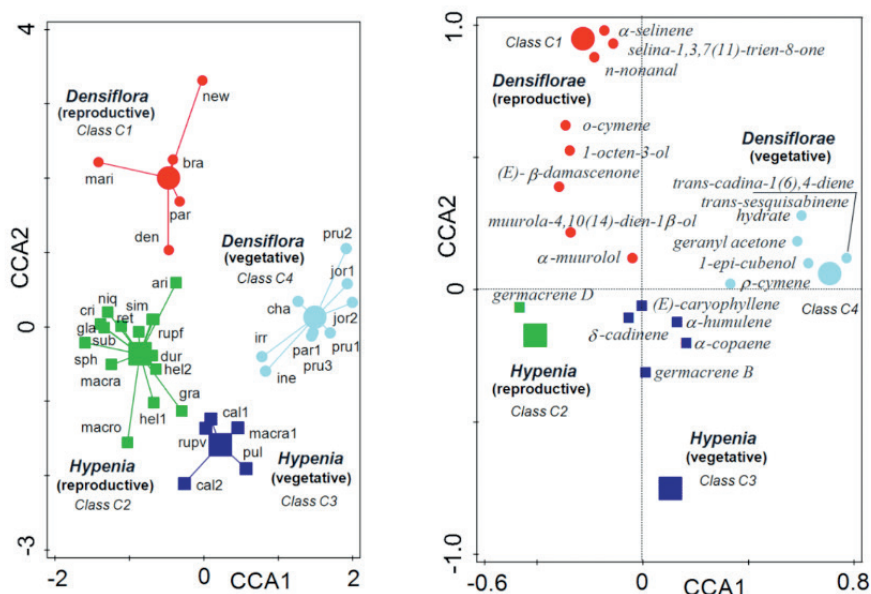


Figure 1. CCA diagrams of *Hypenia*'s EO variations. Codes can be found in the SI section (Table S1).

CCA1 showed a clear separation between vegetative samples – mainly characterized by 1-*epi*-cubanol and *trans*-cadina-1(6),4-diene – from samples in a reproductive phenophase, mainly characterized by the highest weights for germacrene D and muurola-4,10(14)-dien-1 β -ol. CCA2 distinguished samples of sect. *Densiflorae* by the highest weights for α -selinene and selina-1,3,7(11)-trien-8-one from sect. *Hypenia*, which were mainly characterized by sesquiterpene hydrocarbons. Therefore, positive values of CCA1 and CCA2 were associated with species of sect. *Densiflora* in vegetative and reproductive stages, respectively. On the other hand, negative values in both canonical axes were associated with samples from sect. *Hypenia* in the reproductive and vegetative phenophases. Thus, four natural classes (C1-C4) were suggested by CCA. The second plane of CCA can be viewed in the SI section (Figure S1).

The CCA diagrams indicated that, despite phenological influences within each section, some species showed both chemical and morphological similarities (FARIA, 2014). Examples include *H. densiflora* and *H. brachystachys*, and the latter with *H. marifolia* and *H. paradisi*, which in turn is related to *H. inelegans*, *H. jorgeana* and *H. irregularis*. Another group included *H. macrantha* and *H. calycina*, *H. glauca* and *H. reticulata*, while *H. simplex*

behaves both chemically and morphologically as a sister species to all *Hypernia* spp., being differentiated by its bell-shaped corolla (HARLEY & PASTORE, 2012).

CCA' ordinations in four classes were confirmed by Ward and fuzzy C-means techniques, whose high cophenetic correlation (0.957) and normalized Dunn's coefficient (0.961) showed a hard clustering of samples (Figure 2). A heat map of the doubly ordered oil data with Ward's dendrogram can be viewed in the SI section (Figure S2).

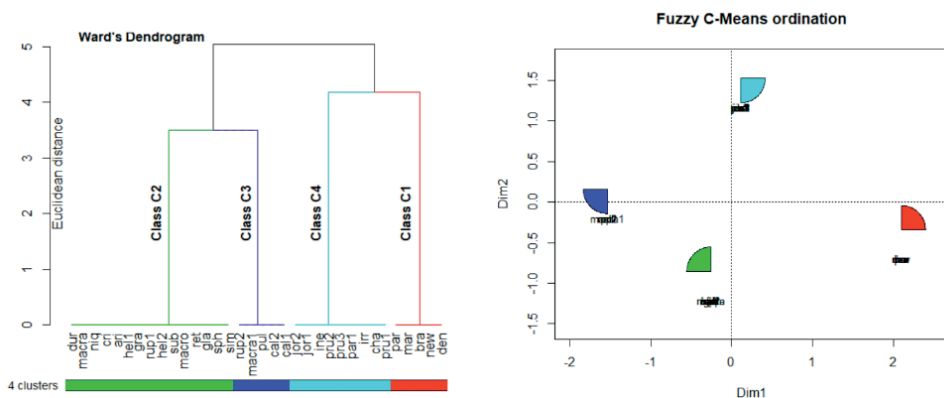


Figure 2. Ward's dendrogram and fuzzy C-means diagram of *Hypernia* spp. according to EO variations. *Hypernia* codes can be found in the SI section (Table S1).

To assess the contribution of each factor, the explained variation was partitioned into two subsets (infrageneric classification and phenology) by partial CCA (SI, Table S3). Results show that all the variation fractions of pure effects were highly significant ($p < 0.006$). Total variation fraction was higher for the phenology (49.9%) compared with that of taxonomic section (28.1%). The fraction resulting from the joint effect, produced by the overlap of two simple effects, represented about one fifth of the total explained variation (22%).

Multivariate regression tree (MRT) analysis was used to predict the relationships between oil constituents and their classes. This method was chosen because nonlinear variables (DE'ATH, 2002) and was combined with IndVal indices to identify oil constituents with significant differences among classes (CÁCERES & LEGENDRE, 2009). This allows to assess the degree of specificity of a particular variable for a cluster and its fidelity within the cluster, measured through its percentage of occurrence. MRT explained 18.3% of total variance in the response matrix, yielding a relative error of 4.7% via cross-validation (SI, Figure S3). Samples were initially split according to phenological stages into class C4/C1 ($R^2 = 9.8\%$ of contribution), with posterior split into class C1 ($R^2 = 4.9\%$), followed by the separation between classes C3 and C2 ($R^2 = 3.6\%$) based in the infrageneric sections. Significant chemical constituents according to MRT analysis are listed in Table 1.

Constituent	Section <i>Densiflora</i>		Section <i>Hypernia</i>		<i>p</i> -Values
	Veg. ^a	Rep. ^b	Rep.	Veg.	
	Class C4	Class C1	Class C2	Class C3	
α-Copaene				0.4586	0.004
(<i>E</i>)-Caryophyllene				0.2919	0.017
α-Humulene				0.4317	0.017
δ -Cadinene				0.3315	0.050
Germacrene B				0.3590	0.035
Germacrene D			0.5628		0.007
1-Octen-3-ol		0.4798			0.011
<i>o</i> -Cymene		0.3525			0.028
(<i>E</i>)- β -Damascenone		0.3069			0.031
α -Selinene		0.4000			0.034
<i>n</i> -Nonanal		0.4000			0.032
Muurolo-4,10(14)-dien-1β-ol		0.5802			0.001
Selina-1,3,7(11)-trien-8-one		0.4000			0.036
Caryophylla-4(12),8(13)-dien-5 β -ol		0.3069			0.031
α -Muurolol		0.3850			0.041
ρ -Cymene	0.3917				0.037
Geranyl acetone	0.3877				0.040
<i>trans</i>-Cadina-1(6),4-diene	0.6667				0.002
<i>trans</i> -Sesquisabinene hydrate	0.3070				0.048
1-<i>epi</i>-Cubenol	0.6878				0.002

Table 1. Indicator value indices (IndVal) of discriminant oil constituents predicted by MRT.

^aVegetative stage. ^bReproductive stage.

Table 1 shows a separation between species in sect. *Densiflorae*, mainly due to the presence of eudesmanes such as α -selinene and selina-1,3,7(11)-trien-8-one (reproductive stage) and cadinanes (vegetative stage), while species in sect. *Hypernia* were mainly characterized by copaene and humulane (vegetative phase) and germacrane, regardless of phenophase. These results were similar to those when the constituents were analysed as quantitative variables through redundancy analysis (JESUS et al., 2021). EO variations are associated with ontogeny and morphological changes, although plants' stages are also directly influenced by environmental conditions, above all temperature and luminous intensity (REHMAN et al., 2016). Spatial influence on the composition and distribution of EO constituents cannot be ruled out. In fact, samples' direct projection on UTM coordinates resulted in a significant difference ($p \leq 0.006$) between class centroids by analysis of variance (Figure 3).

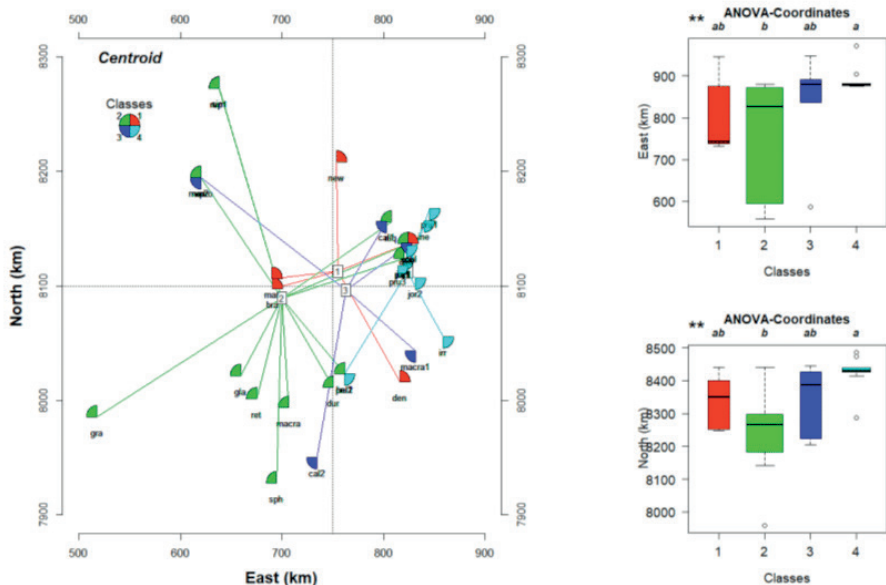


Figure 3. Projection of clustered *Hypenia* spp. according to EO variations on UTM coordinates of the sample collection. *Hypenia* codes can be found in the SI section (Table S1).

ANOVA showed that class C2 occurred significantly more in the southwest portion of the surveyed area, whereas class C4 were mainly distributed in the northeast. The results suggested that *Hypenia* species in reproductive stage from sect. *Hypenia* from sampling sites located in higher latitudes (mean value, 8253.3 ± 126.4 km; class C2) were able to accumulate hydrocarbon sesquiterpene (germacrene D; $p < 0.007$), which can be considered as good reservoirs of chemical potential energy (KOTZ & TREICHEL, 1999). On the other hand, oxygenated sesquiterpenes (geranyl acetone, *trans*-cadin-1(6),4-diene, *trans*-sesquisabinene hydrate, and 1-*epi*-cubanol; $0.002 < p < 0.048$) were mainly produced in vegetative plants (sect. *Densiflorae*) growing at lower latitudes (mean values, 8423.4 ± 56.4 km; class C4). Similar oxidative gradient has been described for the EOs of allied genus, *Hyptis* Jacq. (OLIVEIRA et al., 2005) and Icacenaceae emmotin sesquiterpenoids, but with increase of oxidised from lowest latitudes (KAPLAN et al., 1991).

Hypenia was originally described as a section of *Hyptis* Jacq. (BENTHAM, 1933) and later (BENTHAM, 1848) divided into two subsections according to open paniculate inflorescence (subsect. *Laxiflorae*) compared to crowded inflorescence (subsect. *Densiflorae*). Briquet (1896) also revised *Hyptis* sect. *Hypenia* to include seven subsections, but did not assign species types to any of them. Epling (1949), in reviewing *Hyptis*, endorsed Bentham's classification and stated that each *Hyptis* section could be elevated to genus status, especially if vegetative form and habit were known in more detail. In fact, Harley (1988) elevated *Hypenia* to generic rank without divisions, based on leaf and pollen

morphology and chromosome number, while Atkinson (1999) suggested placing all *Hypenia* spp. within *Eriope*, with six sections and two subsections based on morphological characters and the ITS region of the nuclear genome. More recently, Faria (2014) added ten new species and distributed the 28 currently recognized *Hypenia* spp. into sect. *Hypenia* and sect. *Densiflorae*, based mainly on floral traits and leaf anatomical characters which were potentially promising for the group's taxonomy when used alone or in combination, such as tector trichomes, capitate glandular trichomes and hydathodes.

4 | CONCLUSION

Hypenia spp. have remained taxonomically undivided or have been distributed into two, six or even seven taxonomic sections, with two subsections based mainly on morphological traits. The distribution pattern of *Hypenia* EOs coded as independent dichotomous characters is in accordance with the genus' infrasectional division into two sections proposed by Faria (2014). A trend to more highly oxidised sesquiterpenes seems to accompany the transition of sampling sites along latitudinal influence, although with differences concerning the growth phases and sectional classification. Six main constituents were identified as potential markers for botanical sections and enabled the distinction between vegetative and reproductive phenophases based to IndVal and MRT analysis. Results showed that sect. *Densiflorae* was mainly characterized due to the presence of eudesmanes (reproductive stage) and cadinanes (vegetative stage), whereas sect. *Hypenia* showed copaane and humulane (vegetative phase), and germacrane, regardless of phenophase.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for its financial support (# 401188/2016-7).

SUPPORTING INFORMATION

Additional supporting information (Tables S1-S3, Figures S1-S3, and dataset) may be found at <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.16613.12006>.

REFERENCES

AGRA, M. F. et al. Medicinal and poisonous diversity of the flora of "Cariri Paraibano", Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 111, p. 383-395, 2007.

ATKINSON, R. A. **Taxonomic revision of *Hypenia* (Mart. ex Benth.) Harley (Labiatae)**. Doctoral thesis, St Andrew's University, St. Andrews, Scotland, 1999.

AZEVEDO, L. G.; CASER, R. L. Regionalização do Cerrado. *In: Simpósio sobre o Cerrado*, 5. Editerra/EMBRAPA/CPAC: Brasília, p. 211-229, 1980.

BENTHAM, G. **Labiatarum genera et species**. Ridgeway & Sons: London, p. 62-145, 1833.

BENTHAM, G. Labiatae. *In: Candolle, A.L.P.P. de (ed.) Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*, 12. V. Masson: Paris, p. 27-603, 1848.

BRIQUET, J. Labiatae. *In: Engler, A. & K. Prantl, K. (eds.) Die natürlichen pflanzenfamilien*, IV, part 3a. Wilhelm Engelmann, Leipzig, p. 183-375, 1896.

CÁCERES, M.; LEGENDRE, P. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. **Ecology**, v. 90, n. 12, p. 3566-3574, 2009.

DE'ATH, G. Multivariate regression trees: a new technique for modelling species-environment relationships. **Ecology**, v. 83, n. 4, p. 1105-1117, 2002.

EPLING, C. Revisión del género *Hyptis* (Labiatae). **Revista del Museo de La Plata, Sección Botánica**, v. VII, p. 153-497, 1949.

FARIA, M. T. ***Hypenia* (Mart. ex Benth.) Harley** **ocorrente em Goiás e Distrito Federal: taxonomia, anatomia e fitoquímica**. Doctoral thesis, Universidade de Brasília, Distrito Federal, Brasil, 2014.

FARIA, M. T. et al. Chemotaxonomic markers in essential oils of *Hypenia* (Mart. ex Benth.) R. Harley. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, n. 10, p. 1844-1852, 2012.

HARLEY, R. M. Revision of generic limits in *Hyptis* Jacq. (*Labiatae*) and its allies. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 98, p. 87-95, 1988.

HARLEY, R. M. et al. Labiatae. *In: Kadereit, J. W. (ed.) The families and genera of vascular plants*, 7. Springer: Berlin & Heidelberg, p. 167-275, 2004.

JESUS, C. F. et al. Chemovariations in *Hypenia* essential oils under infrageneric and phenological influences. **Natural Product Research**, DOI: 10.1080/14786419.2021.1895150.

KAPLAN, M. A. C.; RIBEIRO, J.; GOTTLIEB, O. R. Chemogeographical evolution of terpenoids in Icacinaceae. **Phytochemistry**, v. 30, n. 8, p. 2671-2676, 1991.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. **Chemistry and chemical reactivity**, 4th ed. Brooks Cole: London, p. 268-270, 1999.

OLIVEIRA et al., Influence of growth phase on the essential oil composition of *Hyptis suaveolens*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 33, n. 3, p. 275-285, 2005.

REHMAN, R. et al. Biosynthetic factories of essential oils: the aromatic plants. **Natural Products Chemistry & Research**, v. 4, n. 4, 277, 2016.

SILVA, J. G. et al. Chemotaxonomic significance of volatile constituents in *Hypenia* (Mart. ex Benth.) R. Harley (Lamiaceae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 22, n. 5, p. 955-960, 2011.

SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Principles of numerical taxonomy**. W. H. Freeman: San Francisco, 1963.

SOUZA, L. I. O. et al. The chemical composition and trypanocidal activity of volatile oils from Brazilian Caatinga plants. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 96, p. 1055-1064, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agroecología 101, 102, 106, 115
Árvores 53, 54, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122
Avaliação Ambiental 28, 136
Aves 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 49
Azadirachta Indica 116, 117, 118, 120, 121, 123

B

Biodiversidade 2, 9, 35, 48, 61, 64, 68, 76, 79, 80, 82, 86, 87, 88, 92, 94, 117, 119, 135, 140, 141, 142, 143, 149, 150, 151, 154, 155
Bioindicadores 27, 28, 37

C

Chemosystematics 124
Ciências da natureza 1
Conservação 2, 9, 10, 1, 3, 10, 11, 12, 40, 48, 59, 62, 63, 66, 67, 68, 79, 80, 82, 86, 87, 88, 135, 139, 141, 143, 149, 151, 154, 155, 156
Conservation of fragments 40
Contagem 116, 118
Crisis campesina y Crisis Rural 101
Cuidado alomaternal 52
Cuidado maternal 52, 53

D

Distribuição geográfica 61, 63
Diversity of rodents and marsupials 40
Dormência 95, 97, 99, 100

E

Ecologia 2, 9, 39, 52, 57, 59, 60, 67, 89, 154, 155
Educação Ambiental 1, 3, 4, 11, 12
Enraizamento 95, 97, 98
Essential oils 124, 126, 133
Estaquia 95, 97, 100
Extensión Agroecológica 101, 102, 106, 107
Extensión rural 11, 101, 102, 105, 112, 113

F

Floresta Atlântica 149, 152, 154, 155

Forest diversity 40

G

Geopark Araripe 72, 73, 74, 77, 78

H

Hyptidinae 124, 125

I

Identificação de espécies 135, 136

Interação ecológica 1

M

Macaco-prego 52, 55, 59

Maracujá 2, 10, 95

Marcadores ecológicos 136

Meio Ambiente 9, 7, 12, 37, 49, 52, 69, 74, 76, 77, 81, 89, 90, 91, 93, 94, 116, 119, 120, 123, 149, 155, 156

Multivariate Analysis 124, 126

N

Nicho Climático 11, 61, 63, 67

O

Onça-parda 61, 67, 68

P

Phenology 124, 127, 129

Polinizador. Polinização 1

Preservação 14, 23, 36, 76, 119, 120, 139, 151

Promoção da Saúde 72, 73, 74, 77

Q

Qualidade de Vida 72, 73, 74, 77, 116, 119

R

Reconversión mental y productiva 101, 102, 106

Recursos hídricos 27, 138, 143, 144

S

São Vicente Ferrer 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155

Saúde ambiental 27

Sementes 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 79, 81, 84, 86, 87, 89, 92, 95, 97, 98, 99, 100, 117

Semiárido 12, 27, 118, 135, 137, 142, 143

Silvestre 14, 59

V


Visão 1, 10, 14, 16, 21, 22, 23, 143

Atena
Editora
Ano 2021




Ecologia

e conservação da biodiversidade

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br


 @atenaeditora


 www.facebook.com/atenaeditora.com.br





Ecologia

e conservação da **biodiversidade**

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br