

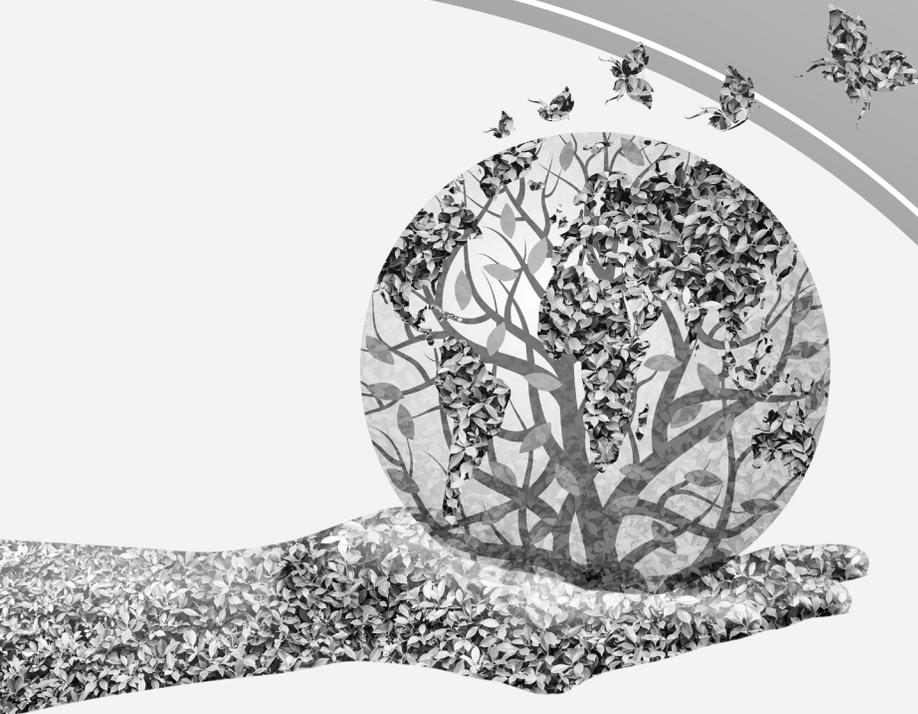
Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 2

Edson da Silva
(Organizador)



Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 2

Edson da Silva
(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 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
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 Pietrobom – 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. Alexandre 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 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
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. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia 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

Ciências biológicas: realidades e virtualidades 2

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os autores
Organizador: Edson da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências biológicas: realidades e virtualidades 2 /
Organizador Edson da Silva. – Ponta Grossa - PR:
Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-249-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.491211207>

1. Ciências Biológicas. I. Silva, Edson da (Organizador).
II. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

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

As Ciências Biológicas integram diversas áreas do conhecimento que estudam os seres vivos e suas relações entre o meio ambiente, além de mecanismos e processos que condicionam a vida. Sua integração envolve ciências da saúde, biotecnologia, meio ambiente, biodiversidade entre outros fatores.

Descobertas e inovação no âmbito das Ciências Biológicas exigem a compreensão de que a vida se organiza no decorrer do tempo, com a ação de processos evolutivos, resultando na diversidade de formas sobre as quais atuam as condições ambientais e o desenvolvimento dos seres vivos. Diante disso, os seres humanos não estão isolados. Eles estabelecem sistemas que constituem complexas relações de interdependência.

Neste contexto a obra “Ciências Biológicas: realidades e virtualidades” foi contemplada com dois novos volumes. O volume 2 está organizado com 17 capítulos e o volume 3 com 15. Os capítulos contaram com a autoria de diversos profissionais, universitários e/ou pesquisadores de diferentes regiões do Brasil, que compartilham seus dados resultantes de pesquisas de natureza básicas e aplicadas, revisões de literatura, ensaios teóricos e vivências no contexto educacional relacionado às Ciências da Vida.

Desejamos que esta coletânea contribua para o enriquecimento da formação universitária e da atuação profissional no âmbito das Ciências da Vida. Agradeço os autores pelas contribuições que tornaram essa edição possível, e juntos, convidamos os leitores para desfrutarem as publicações.

Edson da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

DESENVOLVIMENTO DAS MALFORMAÇÕES DO ESPECTRO DA POLIMICROGIRIA E SEUS CORRELATOS COM A EPILEPSIA

Cecília Santos de Brito
Luiza dos Santos Heringer
Laura Maria Borges Savoldi
Greice Nascimento Pires
Vanessa Kiill Rios
Debora Magalhães Portela
Brenda Marvila Costa e Silva
Nadine Moura Martins
Julia Rios Carvalho
Henrique Rocha Mendonça

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112071>

CAPÍTULO 2..... 19

O USO DE FIBRAS PREBIÓTICAS NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS OBSTRUTIVAS NO JABUTI-PIRANGA (CHELONOIDIS CARBONARIA) – RELATO DE CASO

Manuele Tryuys Penteadó
Julia Maria Ribeiro
Pâmela Beatriz do Rosário Estevam dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112072>

CAPÍTULO 3..... 22

AVALIAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E SOLUÇÕES PARA A SUA DESTINAÇÃO EM ZOOLOGICOS: REVISÃO DE LITERATURA

Brandow Willy Souza
Renan Henrique Cardoso
Pâmela Beatriz do Rosário Estevam dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112073>

CAPÍTULO 4..... 32

AVALIAÇÃO DA FITOTOXICIDADE DE NANOTUBOS DE CARBONO EM *LACTUCA SATIVA*

Juliana Tatiara da Costa Siqueira
Aryane Campos Reis
Rhaisa Bernardes Silva Dias
Humberto de Mello Brandão
Michele Munk Pereira
Saulo Marçal de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112074>

CAPÍTULO 5.....39

OCORRÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DE GALHAS DE INSETOS NO PARQUE DA LAGOA COMPRIDA, AQUIDAUANA-MS

Alerrandra Ortega Nobre
Tatiane do Nascimento Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112075>

CAPÍTULO 6.....50

CLIMATIZAÇÃO DE RESIDÊNCIAS COM USO DE RECICLÁVEIS

Fabiula Aletéia de Souza Santana
Marielen de Souza Arguelho
José Carlos Santana Júnior
Bruna Gardenal Fina Cicalise

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112076>

CAPÍTULO 7.....59

ASPECTOS BOTANICOS, FITOQUIMICOS E ATIVIDADE BIOLÓGICA PRELIMINAR DE EXTRATOS DE *TRADESCANTIA ZEBRINA*

Vagner Cardoso da Silva
Alessandra da Silva Guedes
Aníbal de Freitas Santos Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112077>

CAPÍTULO 8.....74

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO E INFLUÊNCIA DO PH NA FERMENTAÇÃO DE GLICEROL RESIDUAL POR *KLEBSIELLA OXYTOCA*

Fabio Moura Cavalcante
Arnaldo Márcio Ramalho Prata

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112078>

CAPÍTULO 9.....84

A POLUIÇÃO MICROPLÁSTICA EM SISTEMAS AQUÁTICOS DO BRASIL

Maurício Zimmer Ferreira Arlindo
Andressa Rossatto
Taiana Denardi de Souza
Christiane Saraiva Ogradowski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4912112079>

CAPÍTULO 10.....88

RECICLAGEM DE ÓLEO DE COZINHA PARA FABRICAÇÃO DE SABÃO: UMA ABORDAGEM PRÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA

Bárbara Ferreira de Souza
Airton Gasparini Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120710>

CAPÍTULO 11..... 99

DESCOMPLICANDO A BIOQUÍMICA: PROPONDO UMA AULA EXPERIMENTAL PARA A DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES REDUTORES EM ALIMENTOS DO COTIDIANO

Tiago Maretti Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120711>

CAPÍTULO 12..... 111

SISTEMAS FOTOBIOELETROQUÍMICOS COMO UMA ALTERNATIVA PARA PRODUÇÃO DE BIOENERGIAS E BIORREMEDIAÇÃO – UMA ABORDAGEM BASEADA EM TECNOLOGIAS LIMPAS

Vanessa Rosana Ribeiro

Marcondes Mafaciolli Pacheco

Ênio Leandro Machado

Tiele Medianeira Rizzetti

Rosana de Cassia de Souza Schneider

Lisianne Brittes Benitez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120712>

CAPÍTULO 13..... 130

INFLUÊNCIA DA BIOMETRIA E DO DÉFICIT HÍDRICO NA GERMINAÇÃO DE *CENOSTIGMA MACROPHYLLUM* TUL

Maria Jaislanny Lacerda e Medeiros

Mateus Henrique Freire Farias

Ana Caroline Ribeiro Costa

Marcones Ferreira Costa

Francisco Igor Ribeiro dos Santos

Clarissa Gomes Reis Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120713>

CAPÍTULO 14..... 141

CARTAS-MOLÉCULAS: JOGO DE CARTAS PARA AUXILIAR A APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS BÁSICOS DE BIOMOLÉCULAS

Luiz Henrique Pontes dos Santos

Juliana Osório Alves

Paulo Elesson Guimarães de Oliveira

Isabele da Silva Pereira

Raquel Martins de Freitas

Stela Mirla Felipe

Christina Pacheco Santos Martin

Paula Matias Soares

Vânia Marilande Ceccatto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120714>

CAPÍTULO 15..... 158

ESTUDO DOS CONSTITUINTES QUÍMICOS E ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DO ÓLEO ESSENCIAL DOS FRUTOS DA *SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS* (ANACARDEACEAE)

Djalma Menezes de Oliveira

Juliana Lago Leite
Rosane Moura Aguiar
Vilisaimon da Silva de Jesus

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120715>

CAPÍTULO 16..... 173

EXSUDADOS UTILIZADOS COMO REMÉDIOS PELOS CABLOCOS DO RIO UNINI, AM, BRASIL - CLASSIFICAÇÃO BASEADA EM SEUS COMPOSTOS QUÍMICOS

Eliana Rodrigues
Juliana de Faria Lima Santos
Marcelo Funicelli de Oliveira
Fernando Cassas Salles Machado
Priscila Baptistella Yazbek
Thamara Sauini
Joao Henrique Ghilardi Lago

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120716>

CAPÍTULO 17..... 188

BIOMONITORAMENTO FISIOQUÍMICO E FITORREMEDIAÇÃO DE CAFEÍNA UTILIZANDO MACRÓFITAS

Sophia de Aquino Ilário

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.49121120717>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 203

ÍNDICE REMISSIVO..... 204

CAPÍTULO 16

EXSUDADOS UTILIZADOS COMO REMÉDIOS PELOS CABLOCOS DO RIO UNINI, AM, BRASIL - CLASSIFICAÇÃO BASEADA EM SEUS COMPOSTOS QUÍMICOS

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 06/04/2021

SP, Brazil

São Paulo, SP – Brasil

<http://lattes.cnpq.br/5841447439806263>

Thamara Sauini

Department of Biological Sciences, Centro de Estudos Etnobotânicos e Etnofarmacológicos, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, SP, Brazil

São Paulo, SP – Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7906880719492754>

Joao Henrique Ghilardi Lago

Universidade Federal do ABC, Centro de Ciências Naturais e Humanas.

Santo André, SP - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/2325513222088331>

Eliana Rodrigues

Department of Biological Sciences, Centro de Estudos Etnobotânicos e Etnofarmacológicos, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, SP, Brazil

Diadema, SP - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/2830288889321370>

Juliana de Faria Lima Santos

Coordenação em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brazil

São Luís, MA - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/1218335380612548>

Marcelo Funicelli de Oliveira

Department of Biological Sciences, Centro de Estudos Etnobotânicos e Etnofarmacológicos, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, SP, Brazil

São Paulo, SP – Brasil

<http://lattes.cnpq.br/8569405292079583>

Fernando Cassas Salles Machado

Department of Biological Sciences, Centro de Estudos Etnobotânicos e Etnofarmacológicos, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, SP, Brazil

Diadema, SP – Brasil

<http://lattes.cnpq.br/4198946458633556>

Priscila Baptistella Yazbek

Department of Biological Sciences, Centro de Estudos Etnobotânicos e Etnofarmacológicos, Universidade Federal de São Paulo, Diadema,

RESUMO: Embora o uso de exsudados na medicina tradicional tenha sido observado comumente durante levantamentos etnofarmacológicos, poucos registros foram feitos acerca do mérito científico desses produtos. O foco deste estudo foi documentar dados etnofarmacológicos e classificar exsudados usados como medicamento pelos “caboclos” do Rio Unini, no Amazonas, Brasil, com base em análises clínicas. Por meio de uma abordagem etnográfica, as plantas indicadas e seus respectivos exsudados foram coletados, identificados e incorporados ao herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Para classificar estes exsudados, o material vegetal foi extraído com metanol, e os extratos obtidos foram analisados por ressonância magnética nuclear e espectrometria de massa visando a identificação dos principais compostos.

Quinze exsudados foram indicados pelos “caboclos” como remédios caseiros; entre seus usos terapêuticos, os processos inflamatórios, as síndromes ligadas à cultura e as doenças respiratórias são os mais proeminentes. Com base em sua solubilidade e classificação química, quinze exsudatos foram categorizados em: látex (7), resinas (5), seiva (1), goma (1), oleoresina (1); e onze deles não foram mencionados na literatura farmacológica até o presente momento. Os resultados obtidos podem contribuir para a aplicação química/farmacológica de exsudatos dessas espécies, várias das quais são classicamente utilizadas na medicina popular brasileira.

PALAVRAS - CHAVE: Floresta amazônica, Etnobotânica, Plantas medicinais, Etnofarmacologia, Fitoquímica de exsudados

EXUDATES USED AS MEDICINE BY THE “CABOCLOS RIVER-DWELLERS” OF THE UNINI RIVER, AM, BRAZIL – CLASSIFICATION BASED IN THEIR CHEMICAL COMPOSITION

ABSTRACT: Although the use of exudates in traditional medicine has been commonly observed during ethnopharmacological surveys, few records have been made concerning the scientific merits of these products. The aim of this study was to document ethnopharmacological data and to classify exudates used as medicine by the “caboclos” river-dwellers from the Unini River of Amazonas, Brazil, on chemical analyses basis. Using an ethnographic approach, indicated plants and their respective exudates were collected, identified and incorporated into herbarium of the National Institute of Amazonian Research. To classify these exudates, plant material was extracted using methanol, and obtained extracts were analyzed by Nuclear Magnetic Resonance and mass spectrometry aiming identification of main compounds. Fifteen exudates were indicated by “caboclos” river-dwellers as home remedies; among their therapeutic uses, inflammatory processes, culture-bound syndromes and respiratory diseases are most prominent. Based on their solubility and chemicals classes, fifteen exudates were classified into: latex (7), resins (5), sap (1), gum (1), oleoresin (1); and eleven of them have not been mentioned on pharmacological literature until this moment. The obtained results may contribute to chemical/pharmacological application of exudates from these species, several of which have been classically used in Brazilian folk medicine.

KEYWORDS: Amazon forest, Ethnobotany, Medicinal plants, Ethnopharmacology, Exudates phytochemistry.

1 | INTRODUÇÃO

Embora o uso de exsudados na medicina tradicional tenha sido comumente observado durante pesquisas etnofarmacológicas, poucos registros foram feitos sobre os méritos científicos destes produtos. No Brasil, o uso de resina tem sido notado entre as etnias de Kapoor (Balée, 1994), Paumari (Prance *et al.*, 1987) e Waimiri Atroari (Milliken *et al.*, 1992). Uma possível explicação para a lacuna nos registros é a dificuldade em identificar os exsudados, uma vez que estes se assemelham na aparência física. No entanto, sua caracterização e meios de distinção têm sido facilitado nos últimos anos, como resultado dos desenvolvimentos tecnológicos em química, biologia molecular e microscopia.

Exsudados solúveis em água incluem gomas, que são compostas de polissacarídeos e são secretados por poços; e seivas, compostas de polissacarídeos e aminoácidos, conforme descrito por Langenheim (2003). Segundo o mesmo autor, exsudados solúveis em gordura incluem resinas e oleorresinas, que são compostas por terpenóides e compostos fenólicos secretados por canais resiníferos, cavidades, tricomas e células epidérmicas; os óleos são compostos de ácidos graxos e glicerol; e o látex é uma mistura complexa de terpenóides, compostos fenólicos, proteínas e carboidratos e é secretado por laticíferos. Não só os exsudados são pouco estudados do ponto de vista etnofarmacológico, mas, até onde sabemos, poucos estudos farmacológicos e químicos foram realizados em exsudados. Por outro lado, existem culturas amazônicas cujos usos medicinais de exsudados precisam ser identificados e documentados antes de serem perdidos devido à rápida introdução de medicamentos sintéticos. Portanto, o objetivo deste estudo é documentar dados etnofarmacológicos e classificá-los, com base em análise química, os exsudados (como látex, resina, oleorresina e assim por diante) usados como medicamento por ribeirinhos “caboclos” do Rio Unini do Amazonas, Brasil.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Dados etnofarmacológicos

Os exsudados analisados neste estudo foram indicados por doze curandeiros de ribeirinhos “caboclos” que vivem em duas comunidades ao longo do Rio Unini da Amazônia, Brasil (**Fig. 1**), durante 11 meses de trabalho de campo, entre abril de 2008 e janeiro de 2012 por um dos os autores (JFLS). Para a seleção de especialistas em cura locais, uma amostra de “bola de neve”, conforme descrito por Bernard (1988), foi realizada por consulta aos habitantes locais das comunidades ribeirinhas. Técnicas e métodos etnográficos foram aplicados, incluindo observação participante, diários de campo, entrevistas informais e não estruturadas (Bernard, 1988; Foote-Whyte, 1990). Durante as entrevistas, as seguintes fichas de dados foram administradas: informações pessoais do entrevistado, pesquisa etnofarmacológica (ingredientes, usos, partes usadas, modo de preparação e contra-indicações de plantas e animais usados para fins terapêuticos) e coleta de plantas (nome popular, hábito, época de floração/frutificação, organoléptico e aspectos morfológicos) (Santos *et al.*, 2012). Os exsudados indicados pelos entrevistados e seus respectivos materiais vegetais foram coletados durante o trabalho de campo nas comunidades de Terra Nova (01°41 “S, 61°49” W) e Tapiira (01°46 “S, 62°13” W) (**Fig. 1**), identificados pelo Sr. José Ramos, técnico em taxonomia vegetal, e incorporados ao herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Antes do trabalho de campo, todas as autorizações necessárias foram obtidas para o estudo, incluindo alvará de acesso às Unidades de Conservação, a fim de garantir a coleta de amostras, transporte do material biológico e acesso ao conhecimento tradicional associado, e consentimento prévio dos informantes.

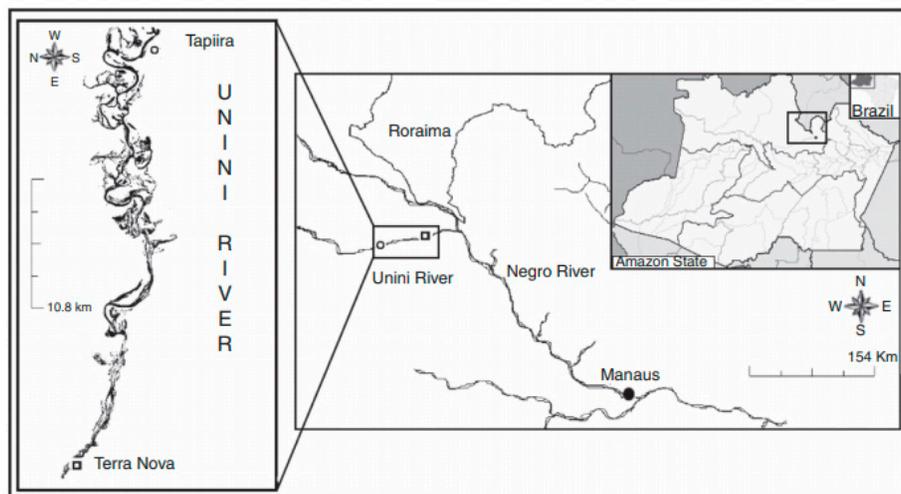


Figura 1. Localização do rio Unini no bioma floresta Amazônica, Estado do Amazonas - Brasil (mapa à direita). Localização de duas comunidades do Rio Unini, onde os exsudatos foram coletados durante o trabalho de campo: Terra Nova - 01°41 "S, 61°49" W e Tapiira - 01°46 "S, 62°13" W (esquerda).

Fonte: Fundação Vitória Amazônica (2005).

Extração de exsudados

Os exsudados líquidos (látex, oleorresina e seiva), foram obtidos a partir de troncos de suas respectivas árvores por incisões utilizando facão ou faca, dependendo da espessura das cascas. Uma cânula de metal pontiaguda foi adaptada no tronco de cada árvore para coleta de exsudatos. Os exsudatos sólidos e semi-sólidos (resina e goma, respectivamente), estavam presos em troncos de árvores; portanto, foram coletados manualmente. Todos os exsudatos foram colocados em vidros âmbar, devidamente rotulados com datas e códigos numéricos correlacionando-os às árvores das quais foram coletados. Esses recipientes foram guardados em uma caixa de isopor até chegarem ao laboratório onde seus extratos foram preparados para análises químicas. Todos os exsudatos foram secos após a coleta, antes da preparação dos extratos.

Preparação dos extratos e análises químicas

A solubilidade dos exsudatos obtidos foi avaliada usando 10 mg de cada material vegetal e 1 ml de H₂O ou hexanos em um tubo de ensaio. Então, exsudatos foram extraídos usando MeOH (50 ml de solvente para cada 10 g de material vegetal) em um banho ultrassônico em temperatura ambiente durante 20 minutos. Após a evaporação do solvente sob pressão reduzida, os extratos brutos obtidos foram analisados por ¹H e ¹³C RMN (ressonância magnética nuclear) espectroscopia em um espectrômetro BrukerAvance 300

(Núcleos de 300 MHz a ^1H e 75 MHz a ^{13}C , respectivamente) usando CDCl_3 , CD_3OD , $(\text{CD}_3)_2\text{SO}$, $(\text{CD}_3)_2\text{O}$ ou D_2O como solventes e padrão interno. Os extratos brutos também foram analisados por HPLC/ESIMS (cromatografia líquida/espectrometria de massa de ionização por electrospray) usando o equipamento da Bruker Daltonics Esquire 3000 Plus. O Sistema HPLC foi acoplado a uma coluna Zorbax-C18 (250 mm \times 4,6 mm, 3,55 m, Agilent, EUA) a 40 °C. Os solventes H_2O e acetonitrila (CH_3CN) foram usados, começando com 15% de CH_3CN (0-20 minutos), aumentando para 100% (20-25 minutos), isocrático (5 minutos) e diminuindo para 15% (30-32 minutos), e isocrático (3 minutos) com taxa de fluxo de 1 ml/minuto. O volume de injeção foi de 3 μl e a detecção de UV a 352 nm e 280 nm. o espectro ESIMS (baixa resolução) foram registrados em modos de varredura completa e varredura de íons de produto (argônio CID). A fonte de íons foi definida da seguinte forma: gás nebulizador = 3 l/minuto, gás de dessolvatação = 15 l/minuto, DL = 150 °C, bloco de calor = 300 °C e tensão = 3,5 kV. GC/EIMS (cromatografia gasosa/espectrometria de massa de impacto eletrônico de baixa resolução) medidos em um cromatógrafo Shimadzu GC-17A equipado com uma coluna capilar DB-5 (5% fenil reticulado em 95% de silicone - 30 m, 0,32 mm, I.D., Espessura de filme de 0,25 μm) interfaceado com um espectrômetro de massa MS-QP-5050A. A programação da temperatura foi realizada de 150 a 300 °C a 15 °C/minuto, depois isotérmica a 300 °C por 5 minuto. As temperaturas do Injetor e do detector eram 150 °C e 320 °C, respectivamente, e o hélio foi usado como gás de arraste. A identificação de compostos foi conduzida por análise individual de espectros NMR e MS (baixa resolução). Os dados obtidos foram comparados com os registrados para amostras autênticas (α - e β - amirina, sitosterol, estigmasterol, quercetina, quercitrina, catequina, lupeol, friedelina, ácido betulínico, ácido copálico, ácido oleanólico, ácido ursólico, ácido palmítico, ácido brasiliense e ácido isobrasiliense estavam disponíveis em nosso laboratório enquanto lisina e triptofano foram obtidos da Sigma-Aldrich) e/ou com aqueles disponíveis na literatura.

Levantamento bibliográfico

A partir das espécies de plantas identificadas, pesquisamos bancos de dados científicos (Pubmed e Scopus junho/2015) para determinar se seus exsudatos foram alvos de estudos farmacológicos anteriores.

3 | RESULTADOS

Todos os doze entrevistados (sete mulheres e cinco homens) nasceram na região do médio Rio Negro e são descendentes de habitantes dos estados do Amazonas e Ceará. Eles se classificam nas seguintes categorias: conhecedores de drogas naturais (de acordo com os entrevistados), curandeira (3), parteira (2) e 'desmintidor' (um especialista em técnicas de massagem para tratamentos de luxação óssea e tensão muscular) (1). Eles

relataram ter aprendido a cura prática com pais, parentes, amigos, vizinhos e, muitas vezes, como um resultado do interesse próprio, como é o caso das parteiras e ‘desmintidores’ (Santos *et al.*, 2012). Conforme mostrado na **Tabela 1**, os ribeirinhos “caboclos” indicaram quinze exsudados. Membros da família Burseraceae eram os mais frequentemente identificados, totalizando quatro espécies. Seus usos terapêuticos foram apresentados em seus termos locais (ênicos) e estão assinalados em itálico ao longo deste capítulo. Entre seus usos terapêuticos, os processos inflamatórios, síndromes ligadas à cultura e doenças respiratórias são os mais proeminentes. Síndromes ligadas à cultura são listadas como derrame (acidente vascular cerebral) e ‘doença do ar’, que serão detalhados a seguir.

Família	Nome científico/ nomenclatura vernacular (voucher)	Uso medicinal (em termos locais)	Estudo farmacológico (parte da planta/ exsudado estudado)	Exsudado (solubilidade)	Principais compostos identificados **
Apocynaceae	<i>Couma macrocarpa</i> Barb. Rodr./leite-de- sorva (ER097)	<i>Fraqueza pulmonar</i>	-	Látex (lipossolúvel)	-
Araceae	<i>Philodendron solimoesense</i> A.C.Sm./cipó-ambé (ER2000)	<i>Catarata</i>	-	Látex (lipossolúvel) - alquilfenol, esteróides	3-octadecenil- fenol, sitosterol, estigmasterol a, b, d
Bignoniaceae	<i>Tynanthus panurensis</i> (Bureau ex Baill.) Sandwith/ cipó-cravo (ER2003)	<i>Calmante e melhora a memória</i>	-	Seiva (hidrossolúvel)	-
Burseraceae	<i>Protium amazonicum</i> (Cuatrec.) Daly/breu- branco (JFLS413)	<i>Dor de cabeça, derrame e 'doença do ar'</i>	-	Resina (lipossolúvel) - triterpenos	α -amirina, β -amirina a, b, d
	<i>Protium aracouchini</i> (Aubl.) Marchand/ breu-preto (JFLS404)	<i>Dor de cabeça, derrame e 'doença do ar'</i>	-	Resina (lipossolúvel) - triterpenos	α -amirina, β -amirina a, b, d
	<i>Protium decandrum</i> (Aubl.) Marchand/ chico-da-silva (JFLS421)	<i>Feridas</i>	-	Resina (lipossolúvel) - flavonóide glicosídeos/ triterpenos	α -amirina, β -amirina, quercetina, quercitrina a, b, c, d
	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand/breu- branco (JFLS458)	<i>Dor de cabeça*, derrame*, 'doença do ar'* e doença respiratória</i>	Analgésico - resina (Oliveira <i>et al.</i> , 2005a); ansiolítico/ antidepressivo - resina (Aragão <i>et al.</i> , 2006); antiinflamatório - resina (Oliveira <i>et al.</i> , 2004)	Resina (lipossolúvel) - triterpenos/ polifenólicos	α -amirina, β -amirina, quercetina, catequina a, b, c, d

Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess./jacareúba (JFLS513)	<i>Remove verrugas*</i>	Antiproliferativo – casca do caule (Jin <i>et al.</i> , 2011)	Látex (lipossolúvel) - fenólicos	Ácido brasiliense, ácido isobrasilense a, c, d
	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy/lacre (JFLS359)	<i>Micose</i>		Látex (lipossolúvel) - triterpenos	Lupeol, friedelina, ácido betulinico a, b, d
Dilleniaceae	<i>Doloiocarpus</i> sp/cipó d'água (JFLS423)	<i>Derrame e 'doença do ar'</i>		Látex (lipossolúvel) - triterpenos	ácido betulinico a, b, d
Euphorbiaceae	<i>Hevea spruceana</i> (Benth.) Müll. Arg./ seringa-barriguda (JFLS401)	<i>Febre</i>		Látex (lipossolúvel) - triterpenos	Lupeol a, b, d
Fabaceae s.l.	<i>Copaifera multijuga</i> Hayne/óleo-de- copaíba (JFLS403)	<i>Dor de garganta*, febre e gripe</i>	Anti-inflamatório - oleorresina (Veiga- Junior <i>et al.</i> , 2007); antinociceptivo - óleo (Gomes <i>et al.</i> , 2007)	Oleorresina (lipossolúvel) - diterpeno	Ácido copálico a, d
	<i>Hymenaea courbaril</i> L./jatobá-do-mato (JFLS424)	<i>Gripe*, dor de garganta* e tosse</i>	Antiviral - nenhum dado encontrado (Cecílio <i>et al.</i> , 2012); anti-inflamatório - pericarpo (Takagi <i>et al.</i> , 2002)	Resina (lipossolúvel) - diterpeno	Ácido kolavenico ^a
Lecythidaceae	<i>Bertolletia excelsa</i> Humb. & Bonpl./ castanha-do-Pará (ER88)	<i>Hemorroidas e diarréia</i>		Goma (hidrossolúvel) - aminoácidos	Lisina, triptofano a, d
Moraceae	<i>Brosimum parinarioides</i> Duckel/ leite-do-Amapá (JFLS414)	<i>Tuberculose, verme e fraqueza pulmonar</i>		Látex (lipossolúvel) – ácidos graxos, triterpenos	ácido palmítico, lupeol, ácido ursólico, ácido oleanólico a, b, d

* As correspondências entre os usos preconizados pelos entrevistados e os dados farmacológicos

** Identificação: ^aNMR, ^bGC/EIMS, ^cLC/ESIMS, ^dComparação com amostra autêntica

Tabela 1: Os 15 exsudatos de plantas usados como remédio pelos ribeirinhos amazônicos do Rio Unini, AM; seus dados farmacológicos presentes na literatura científica; suas respectivas classificações com base em nossa análise química, e os principais compostos identificados.

Em relação ao modo de preparo usado para a composição de medicamentos contendo exsudatos, a maioria deles são usados *in natura* sem passar por processo de aquecimento. Algumas exceções são: a goma de *Bertolletia excelsa*, utilizada na preparação de um chá por decocção; a resina de *Hymenaea courbaril*, usada para preparar um xarope; e resinas de *Protium* usadas para fumigação. Este tipo de método de preparação é mais relacionado a síndromes ligadas à cultura, como discutido abaixo.

As vias de administração são variadas, incluindo oral, tópica e inalatória. O uso

tópico foi observado no caso de remoção de verrugas por *Calophyllum brasiliense*. Neste caso também foi observado o contexto religioso na prática da cura, uma vez que o látex desta planta deve ser colocado durante três sextas-feiras seguidas, enquanto o curandeiro ora; na última sexta-feira a verruga cai, conforme explicado durante a observação de campo realizada. O látex produzido pela *Vismia guianensis* é também administrado topicamente em micoses. Ainda assim, o látex de *Philodendron solimoense* é colocado diretamente nos olhos como indicação para catarata. A administração oral foi observada para alguns látex, como os de *Brosimum parinarioides* e *Couma macrocarpa*. De acordo com os relatos dos entrevistados, eles são considerados como 'leite', devido a sua consistência e cor branca. A inalação foi observada apenas com as resinas, durante o processo de fumigação, descritas a seguir.

Normalmente, as doses são utilizadas em gotas (considerando látex, seiva e oleorresinas) ou peças frescas (resinas e gomas). No entanto, as doses usadas desses exsudatos em remédios caseiros nem sempre eram claramente definidas, e se tornaram ainda mais subjetivas quando usadas por fumigação, onde muitos ingredientes são carbonizados em uma panela de barro com resinas de *Protium* - folhas, pedaços de animais, como chifres, dentes, pênis, ninhos de pássaros, entre muitos outros - junto com carvão. Durante este ritual, a criança deve cruzar através da fumaça produzida por fumigação três vezes ao dia, enquanto orava. É muito comum o uso de orações durante várias práticas terapêuticas observadas, já que a religião ainda é católica em algumas comunidades. Essas práticas não são mais observadas onde a religião sofreu mudanças e tornou-se evangélica. Esta mudança desencadeou a separação de algumas comunidades em estudo.

Com base na solubilidade e classes químicas obtidas durante as análises químicas, quinze exsudatos foram classificados em: látex (7 exsudatos), resinas (5), seiva (1), goma (1) e oleorresina (1). Onze deles não foram mencionados na literatura farmacológica até agora. A **Tabela 1** mostra a família e o nome científico/nome vernacular de cada planta analisada, classificação dos exsudatos com base em sua solubilidade, principais compostos identificados, uso medicinal por "caboclos" e estudos farmacológicos publicados relacionados com esses exsudatos específicos.

Para identificar os principais compostos de cada extrato de MeOH obtido, eles foram analisados individualmente por NMR e/ou MS (LC/ESIMS ou GC/EIMS) (**Tabela 1**). Espectros ^{13}C NMR de extractos de espécies *Protium*, bem como de *Hevea spruceana*, *Philodendron solimoense*, *V. guianensis*, *Doliosarpus* sp. e *B. parinarioides* apresentaram picos mais intensos de carbonos sp^2 em δ 150/109, 145/122 e/ou 139/124 características do esqueleto de triterpenos de tremoço, oleanano e ursano (Olea e Roque, 1990). Esta análise, em associação com dados de GC/EIMS, permitiram a identificação de α - e β - amirinas, friedelina e lupeol, bem como ácidos ursólico, oleanólico e betulínico. Além disso, espectros de ^1H NMR de extratos brutos de *Protium decandrum* e *Protium heptaphyllum* mostraram sinais menos intensos em δ 6,2-8,0, sugerindo a presença de derivados fenólicos. ^{13}C NMR

associado à análise LC/ESIMS de material bruto permitiu a identificação de flavonóides quercetina, quercitrina e catequina. O material bruto do extrato MeOH de *C. brasiliense* mostrou-se composto principalmente por ¹H NMR, de material alifático/aromático, que foi analisado diretamente por LC/ESIMS. Usando dados de UV e MS, bem como co-injeção usando amostras autênticas, a identificação de ácidos brasilienses e isobrasilienses foi possível. A análise espectral de NMR (¹H e ¹³C) de plantas Fabaceae (*Copaifera multijuga* e *H. courbaril*) em extratos brutos sugeriram a predominância de ácidos diterpênicos devido a presença de vários picos em δ 106-165 (carbonos sp²) e em aproximadamente δ 172 (COOH). A comparação dos dados relatados com ácidos copálico e colavenicos (Marchesini *et al.*, 2009), permitiram a identificação desses diterpenos. O espectro de ¹H NMR do extrato de MeOH de *B. excelsa* sugeriu a ocorrência de aminoácidos como principais constituintes. Usando dados de NMR obtidos de amostras autênticas, a identificação de lisina e triptofano foi possível. A identificação de esteróides sitosterol e estigmasterol no extrato bruto de MeOH de *P. solimoense* foi conduzido por análise do espectro ¹H NMR devido aos picos característicos em δ 0,7 (s), 5,4 (br d) e 3,5 (m). Visando confirmação, parte desse material foi dissolvido em MeOH:H₂O 2:1 e particionado com hexano. A fase orgânica foi analisada por ¹³C NMR e GC/EIMS confirmando a ocorrência de esteróides detectados, bem como 3-octadecenilfenol.

4 | DISCUSSÃO

Com base na solubilidade e classes químicas encontradas em cada um dos quinze exsudatos analisados, e comparando-os com o produto químico evidências apresentadas por Langenheim (2003), foram classificados em: látex, resinas, seiva, goma e oleorresina, conforme mostrado na **Tabela 1**. Nossa classificação foi corroborado por alguns estudos existentes de anatomia e morfologia botânica que confirmam a presença de resinas e/ou canais resiníferos em espécies de *Protium*, como *P. amazonicum*, *P. aracouchini*, *P. decandrum*, *P. heptaphyllum* (Rüdiger *et al.*, 2007; Daly *et al.*, 2011), *C. multijuga* (Milani *et al.*, 2012) e *H. courbaril* (Cunningham *et al.*, 1974); e laticíferos em *C. macrocarpa* (Williams, 1962), *C. brasiliense* (Cabral, 2011) e *B. parinarioides* (Jacomassi *et al.*, 2007).

Conforme mostrado na **Tabela 1**, dentre os quinze exsudatos, quatro foram descritos em estudos farmacológicos anteriores e apresentaram correspondência entre pelo menos um uso de medicamento local e o efeito observado publicado na literatura científica. Além disso, é digno de nota que estudos farmacológicos da literatura foram realizados com exsudatos de plantas. Uma exceção foi a citação antiviral para *H. courbaril* por Cecílio *et al.* (2012), que a parte investigada da planta não foi mencionada. Estas quatro espécies são destacadas abaixo.

O 'breu-branco' - 'branco-como-breu' (*P. heptaphyllum* (Aubl.) Marchand) é usado por diversas culturas para o tratamento de dor de cabeça, inflamação, como expectorante,

repelente de insetos e para doenças respiratórias (Branch e Silva, 1983; Marques *et al.*, 2010). Neste estudo, esta foi uma das plantas mais citadas pelos entrevistados; suas resinas, queimadas e cheiradas, são usadas principalmente para o tratamento de dores de cabeça, derrame, ‘doença do ar’ e doença respiratória e mostrou-se composto por triterpenos (α - e β - amirina), bem como derivados polifenólicos (quercetina e catequina). Os três primeiros usos terapêuticos foram confirmados em estudos farmacológicos: analgésico (Oliveira *et al.*, 2005a) e ansiolítico (Aragão *et al.*, 2006), uma vez que o analgésico pode estar relacionado à dor de cabeça, e o ansiolítico para ambos os distúrbios: derrame e ‘doença do ar’. *P. heptaphyllum* também possui efeitos gastroprotetores e antiinflamatórios (Oliveira *et al.*, 2004); e seus triterpenos (α - e β - amirina) têm um potencial hepatoprotetor (Oliveira *et al.*, 2005b). Além disso, da Silva *et al.* (2013) descreveu uma atividade antimicrobiana do óleo essencial de ‘breu-negro’ (*Protium* spp.). De acordo com nossas observações de campo, e como discutimos anteriormente (Santos *et al.*, 2012), ‘doença do ar’ e derrame (acidente vascular cerebral) são a mesma doença, a primeira terminologia é adotada quando os pacientes são crianças e o segundo, adultos. São doenças cujos sintomas podem estar associados à ansiedade e parecem fazer parte das síndromes ligadas à cultura discutidas por Bourbonnais-Spear *et al.* (2007).

Observou-se também que resinas de outras espécies do mesmo gênero, *P. aracouchini* (Aubl.) e *P. amazonicum* (Cuatrec.) também podem ser usadas para tratar dor de cabeça, derrame e ‘doença do ar’, na forma de cigarros.

O látex de ‘jacareúba’ (*C. brasiliense* Cambess.) é indicado para *remover verrugas* na medicina local e tem sido alvo de vários estudos farmacológicos, que confirmaram sua ação antiproliferativa no linfoma do manto das células (Jin *et al.*, 2011), antifúngico (Reyes-Chilpa *et al.*, 1997), anti-úlceras (Lemos *et al.*, 2012) e atividades tripanocidas (Rea *et al.*, 2013). Essas atividades biológicas podem estar relacionadas à presença de cumarinas, cromenos, xantonas e triterpenos, uma vez que esses compostos foram encontrados como principais constituintes da resina (Noldin *et al.*, 2006).

A oleoresina de ‘copaíba’ (*C. multijuga* Hayne) é usada para o tratamento de dor de garganta, febre e gripe. É uma espécie versátil entre entrevistados, seu exsudato é usado para preparar um xarope com outras espécies de planta, e em casos graves de inflamação da garganta, é recomendado colocar algumas gotas *in natura* no local afetado. Em pesquisas realizadas na região amazônica, foram observados usos semelhantes para ‘copaíba’ (Branch e Silva, 1983; Balée, 1994; Pinto e Maduro, 2003; Shanley e Rosa, 2005; Rodrigues, 2006). Alguns estudos têm avaliado seus efeitos antiinflamatórios (Veiga-Junior *et al.*, 2007), propriedades anti-edematogênicas (Veiga-Junior *et al.*, 2006), antinociceptiva (Gomes *et al.*, 2007), antineoplásico (Gomes *et al.*, 2008) e atividades antimicrobianas (Santos *et al.*, 2008). O uso para dor de garganta mostrou alguma semelhança com os efeitos/ações investigadas, demonstrando concordância entre conhecimento popular e ciência acadêmica.

O 'jatobá-do-mato' (*H. courbaril*) é uma planta bem conhecida na Amazônia, bem como em outros biomas brasileiros, e é frequentemente citado para curar doenças respiratórias em levantamentos etnofarmacológicos (Oliveira *et al.*, 2011). Entre os "caboclos" que vivem ao longo do Rio Unini, a resina dessa planta é usada para tratar gripe, inflamações de garganta e tosse. Cecílio *et al.* (2012) demonstrou sua atividade antiviral, enquanto seu efeito antiinflamatório foi relatado por Takagi *et al.* (2002). Este último pode estar relacionado à indicação para dor de garganta. Ambos os estudos utilizaram extratos de EtOH, de folhas e pericarpos da planta, respectivamente. Essas atividades podem ser associadas à presença de ácido colavenico, um diterpeno do tipo clerodano, encontrado como o principal derivado do material vegetal. Este diterpeno revelou atividades antimicrobianas (Faizi *et al.*, 2008) e antifúngicas (Salah *et al.*, 2003).

Amador contribuição deste estudo está no registro de exsudatos pela etnofarmacologia, especialmente aqueles onze que ainda não foram investigados pela farmacologia. Com base na riqueza de dados coletados na região amazônica - e considerando o fato de que vários biomas brasileiros também possuem plantas produtoras de exsudato - acreditamos que um esforço maior deve ser feito por pesquisadores das áreas da etnociência para registrar esses usos.

5 | CONCLUSÃO

Os exsudados são materiais vegetais promissores que podem ser usados na descoberta de drogas devido ao acúmulo de vários metabólitos. Embora esses materiais tenham sido investigados apenas com moderação por estudos farmacológicos, os resultados relatados neste trabalho podem contribuir para o conhecimento químico/farmacológico dessas espécies de plantas, muitas das quais foram usadas na medicina folclórica clássica brasileira.

6 | DIVULGAÇÕES ÉTICAS

Proteção de seres humanos e animais. Os autores declaram que nenhum experimento foi realizado em humanos ou animais para este estudo.

Confidencialidade dos dados. Os autores declaram que nenhuma informação de pacientes aparece neste artigo.

Direito à privacidade e consentimento informado. Os autores declaram que nenhuma informação de pacientes aparece neste artigo.

7 | CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

ER idealizou, orientou, coletou alguns dos exsudatos e coordenou o estudo. JHGL foi responsável pelas análises químicas. JFLS realizou parte do trabalho de campo e coleta de dados. PBY e FCSM contribuíram com as discussões, elaboração do mapa, revisão, formatação e padronização do manuscrito. MFO e TS realizaram a tradução do artigo para o português e revisão, respectivamente. Todos os autores leram o final manuscrito e eles aprovaram a submissão.

REFERÊNCIAS

- Aragão, G.F., Carneiro, L.M., Junior, A.P., Vieira, L.C., Bandeira, P.N., Lemos, T.L., Viana, G.S., 2006. A possible mechanism for anxiolytic and antidepressant effects of alpha- and beta-amyrin from *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 85, 827–834.
- Balée, W., 1994. *Footprints of the Forest: Ka'apor Ethnobotany. The Historical Ecology of Plant Utilization by an Amazonian People.* Columbia University Press, New York.
- Bernard, H.R., 1988. *Research Methods in Cultural Anthropology.* SAGE, Newbury Park.
- Bourbonnais-Spear, N., Awad, R., Merali, Z., Maquin, P., Cal, V., Arnason, J.T., 2007. Ethnopharmacological investigation of plants used to treat *susto*, a folk illness. *J. Ethnopharmacol.* 109, 380–387.
- Branch, L.C., Silva, M.D., 1983. Folk medicine of Alter do Chão, Pará, Brazil. *Acta Amaz.* 13, 737–797.
- Cabral, F.N., (Dissertação de Mestrado) 2011. As Clusiaceae Lindl. (Guttiferae Juss) s.s., Calophyllaceae J. Agardh e Hypericaceae Juss. no Parque Nacional do Viruá (Roraima) e Biologia Reprodutiva de *Clusia* sp. (*Clusia nitida* Bittrich, ined). Programa de Pós-Graduação em Botânica, National Institute of Amazonian Research, Manaus, 100 p.
- Cecílio, A.B., de Faria, D.B., Oliveira, P., de Carvalho Oliveira, P., Caldas, S., de Oliveira, D.A., Sobral, M.E., Duarte, M.G., Moreira, C.P., Silva, C.G., de Almeida, V.L., 2012. Screening of Brazilian medicinal plants for antiviral activity against rotavirus. *J. Ethnopharmacol.* 141, 975–981.
- Cunningham, A., Martin, S.S., Langenheim, J.H., 1974. Labd-13-en-8-ol-15-oic acid in the trunk resin of Amazonian *Hymenaea courbaril*. *Phytochemistry* 13, 294–295.
- Daly, D.C., Harley, M.M., Martínez-Habibe, M.C., Weeks, A., 2011. Flowering plants. Eudicots: Sapindales, Cucurbitales, Myrtaceae. In: Kubtzki, K. (Ed.), *Burseraceae.* Springer Berlin-Heidelberg, Berlin, pp. 76–104.
- Da Silva, E.R., Oliveira, D.R., Leitão, S.G., Assis, I.M., Veiga-Junior, V.F., Lourenço, M.C., Alviano, D.S., Alviano, C.S., Bizzo, H.R., 2013. Essential oils of *Protium* spp. samples from Amazon popular markets: chemical composition, physicochemical parameters and antimicrobial activity evaluation. *J. Essent. Oil Res.* 25, 171–178.

- Faizi, S., Khan, R.A., Mughal, N.R., Malik, M.S., Sajjadi, K.E., Ahmad, A., 2008. Antimicrobial activity of various parts of *Polyalthia longifolia* var. *pendula*: isolation of active principles from the leaves and the berries. *Phytother. Res.* 22, 907–912.
- Foote-Whyte, W., 1990. Treinando a observação participante. In: Guimarães, A.Z. (Ed.), *Desvendando máscaras sociais*. Francisco Alves, Rio de Janeiro, pp. 77–86.
- Gomes, N.M., Rezende, C.M., Fontes, S.P., Matheus, M.E., Fernandes, P.D., 2007. Antinociceptive activity of Amazonian copaiba oils. *J. Ethnopharmacol.* 109,486–492.
- Gomes, N.M., Rezende, C.M., Fontes, S.P., Hovell, A.M., Landgraf, R.G., Matheus, M.E., Pinto, A.C., Fernandes, P.D., 2008. Antineoplastic activity of Copaifera multijuga oil and fractions against ascitic and solid Ehrlich tumor. *J. Ethnopharmacol.* 119, 179–184.
- Jacomassi, E., Moscheta, I., Machado, S.R., 2007. Morfoanatomia e histoquímica de *Brosimum gaudichaudii* Trécul. (Moraceae). *Acta Bot. Bras.* 21, 575–597.
- Jin, L., Tabe, Y., Kimura, S., Zhou, Y., Kuroda, J., Asou, H., Inaba, T., Konopleva, M., Andreeff, M., Miida, T., 2011. Antiproliferative and proapoptotic activity of GUT-70 mediated through potent inhibition of Hsp90 in mantle cell lymphoma. *Br. J. Cancer* 104, 91–100.
- Langenheim, J.H., 2003. *Plant Resins: Chemistry, Evolution, Ecology, and Ethnobotany*. Timber Press, Portland.
- Lemos, L.M., Martins, T.B., Tanajura, G.H., Gazoni, V.F., Bonaldo, J., Strada, C.L., Silva, M.G., Dall’oglio, E.L., de Sousa Júnior, P.T., Martins, D.T., 2012. Evaluation of antiulcer activity of chromanone fraction from *Calophyllum brasiliense* Camb. *J. Ethnopharmacol.* 141, 432–439.
- Marchesini, A.M., Prado, G.G., Messiano, G.B., Machado, M.B., Lopes, L.M.X., 2009. Chemical constituents of *Aristolochia giberti*. *J. Braz. Chem. Soc.* 20, 1598–1608.
- Marques, D.D., Sartori, R.A., Lemos, T.L.G., Machado, L.L., Souza, J.S.N.D., Monte, F.J.Q., 2010. Chemical composition of the essential oils from two subspecies of *Protium heptaphyllum*. *Acta Amaz.* 40, 227–230.
- Milani, J.F., Rocha, J.F., Teixeira, S. de P., 2012. Oleoresin glands in copaiba (*Copaifera trapezifolia* Hayne: Leguminosae), a Brazilian rainforest tree. *Trees-Struct. Funct.* 26, 769–775.
- Milliken, R., Miller, R., Pollard, S.R., Wandelli, E.V., 1992. *Ethnobotany of the Waimiri Atroari Indians of Brazil*. Royal Botanic Gardens Kew, London.
- Noldin, V.F., Isaias, D.B., Cechinel Filho, V., 2006. Gênero *Calophyllum*: Importância química e farmacológica. *Quim. Nova* 29, 549–554.
- Olea, R.S.G., Roque, N.F., 1990. Análise de misturas de triterpenos por RMN de ¹³C. *Quim. Nova* 13, 278–281.
- Oliveira, F.A., Vieira-Júnior, G.M., Chaves, M.H., Almeida, F.R., Florêncio, M.G., Lima Jr., R.C., Silva, R.M., Santos, F.A., Rao, V.S., 2004. Gastroprotective and antiinflammatory effects of resin from *Protium heptaphyllum* in mice and rats. *Pharmacol. Res.* 49, 105–111.

Oliveira, F.A., Costa, C.L., Chaves, M.H., Almeida, F.R., Cavalcante, I.J., Lima, A.F., Lima Jr., R.C., Silva, R.M., Melo, A.R., Santos, F.A., Rao, V.S., 2005a. Attenuation of capsaicin-induced acute and visceral nociceptive pain by alpha- and betaamyrin, a triterpene mixture isolated from *Protium heptaphyllum* resin in mice. *Life Sci.* 77, 2942–2952.

Oliveira, F.A., Chaves, M.H., Almeida, F.R., Lima Jr., R.C., Silva, R.M., Maia, J.L., Brito, G.A., Santos, F.A., Rao, V.S., 2005b. Protective effect of alpha- and beta-amyrin, a triterpene mixture from *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March. Trunk wood resin, against acetaminophen-induced liver injury in mice. *J. Ethnopharmacol.* 98, 103–108.

Oliveira, D.R., Leitão, G.G., Coelho, T.S., Almeida da Silva, P.E., Lourenço, M.C.S., ARQMO, Leitão, S.G., 2011. Ethnopharmacological versus random plant selection methods for the evaluation of the antimycobacterial activity. *Rev. Bras. Farmacogn.* 21, 793–806.

Pinto, A.A.C., Maduro, C.B., 2003. Produtos e subprodutos da medicina popular comercializados na cidade de Boa Vista, Roraima. *Acta Amaz.* 33, 281–290.

Prance, G.T., Balée, W., Boom, B.M., Carneiro, R.L., 1987. Quantitative ethnobotany and the case for conservation in Amazonia. *Conserv. Biol.* 1, 296–310.

Rea, A., Tempone, A.G., Pinto, E.G., Mesquista, J.T., Silva, L.G., Rodrigues, E., Sartorelli, P., Lago, J.H.G., 2013. Soulamarin isolated from *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae) induces plasma membrane permeabilization of *Trypanosoma cruzi* and mitochondrial dysfunction. *Plos. Neglect. Trop. Dis.* 7, e2556–e2563.

Reyes-Chilpa, R., Jimenez-Estrada, M., Estrada-Muñiz, E., 1997. Antifungal xanthenes from *Calophyllum brasiliense* heartwood. *J. Chem. Ecol.* 23, 1901–1911.

Rodrigues, E., 2006. Plants and animals utilized as medicines in the Jaú National Park (JNP), Brazilian Amazon. *Phytother. Res.* 20, 378–391.

Rüdiger, A.L., Siani, A.C., Veiga-Junior, V.F., 2007. The chemistry and pharmacology of the South America genus *Protium* Burm. F. (Burseraceae). *Pharmacogn. Rev.* 1, 93–104.

Salah, M.A., Bedir, E., Toyang, N.J., Khan, I.A., Harries, M.D., Wedge, D.E., 2003. Antifungal clerodane diterpenes from *Macaranga monandra* (L) Muell. et Arg. (Euphorbiaceae). *J. Agric. Food Chem.* 51, 7607–7610.

Santos, A.O.D., Ueda-Nakamura, T., Dias Filho, B.P., Veiga Junior, V.F., Pinto, A.C., Nakamura, C.V., 2008. Antimicrobial activity of Brazilian copaiba oils obtained from different species of the *Copaifera* genus. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 103, 277–281.

Santos, J. de F.L., Pagani, E., Ramos, J., Rodrigues, E., 2012. Observations on the therapeutic practices of riverine communities of the Unini River, AM, Brazil. *J. Ethnopharmacol.* 142, 503–515.

Shanley, P., Rosa, N.A., 2005. Conhecimento em erosão: um inventário etnobotânico na fronteira de exploração da Amazônia Oriental. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais* 1, 147–171.

Takagi, K., Itoh, S., Nasu, S., Yamada, S., Nomura, S., Shimomura, K., Onishi, K., 2002. Anti-inflammatory effect and pigmentation inhibitory effect of the pericarp of Jatoba (*Hymenaea courbaril* L.). *Nat. Med.* 56, 108–112.

Veiga-Junior, V.F., Zunino, L., Patitucci, M.L., Pinto, A.C., Calixto, J.B., 2006. The inhibition of paw oedema formation caused by the oil of *Copaifera multijuga* Hayne and its fractions. *J. Pharm. Pharmacol.* 58, 1405–1410.

Veiga-Junior, V.F., Rosas, E.C., Carvalho, M.V., Henriques, M.G., Pinto, A.C., 2007. Chemical composition and anti-inflammatory activity of copaiba oils from *Copaifera cearensis* Huber ex Ducke, *Copaifera reticulata* Ducke and *Copaifera multijuga* Hayne – a comparative study. *J. Ethnopharmacol.* 112, 248–254.

Vitoria Amazônica Foundation, 2005. Relatório Anual 2005. Fundação Vitória Amazônica (FVA), Manaus.

Williams, L., 1962. Laticiferous plants of economic importance III, Couma species. *Econ. Bot.* 16, 251–263.

SOBRE O ORGANIZADOR

EDSON DA SILVA - Possui graduação em Fisioterapia pela Fundação Educacional de Caratinga (2001). Obteve seu título de Mestre (2007) e o de Doutor em Biologia Celular e Estrutural pela Universidade Federal de Viçosa (2013). É especialista em Educação em Diabetes pela Universidade Paulista (2017), em Tecnologias Digitais e Inovação na Educação pelo Instituto Prominas (2020) e Pós-Graduando em Games e Gamificação na Educação (2020). Realizou cursos de aperfeiçoamento em Educação em Diabetes pela ADJ Diabetes Brasil, *International Diabetes Federation* e Sociedade Brasileira de Diabetes (2018). É docente da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), desde 2006, lotado no Departamento de Ciências Básicas (DCB) da Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde (FCBS). Ministra disciplinas de Anatomia Humana para diferentes cursos de graduação. No Programa de Pós-Graduação em Saúde, Sociedade e Ambiente atua na linha de pesquisa Educação, Saúde e Cultura. É vice-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição, no qual atua nas áreas de Nutrição e Saúde Coletiva. É líder do Grupo de Estudo do Diabetes credenciado pelo CNPq no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil. Desde 2006 desenvolve ações interdisciplinares de formação em saúde mediada pela extensão universitária, entre elas várias coordenações de projetos locais, além de projetos desenvolvidos em Operações do Projeto Rondon com atuações nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. É membro da Sociedade Brasileira de Diabetes, membro de corpos editoriais e parecerista *ad hoc* de revistas científicas nacionais e internacionais da área de ciências biológicas, de saúde e de educação. Tem experiência na área da Saúde, atuando principalmente nos seguintes temas: Anatomia Humana; Diabetes *Mellitus*; Processos Tecnológicos Digitais e Inovação na Educação em Saúde; Educação, Saúde e Cultura. É Editor da Revista Brasileira de Extensão Universitária (RBEU) e Diretor Científico da Coleção Tecnologia e Inovação na Educação em Saúde, Editora Appris.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água de Matali 60

Aquidauana 11, 39, 40, 41, 44, 46, 49, 50, 51, 52, 53, 57

B

Bioatividade 59, 71

Bioquímica 12, 83, 98, 99, 100, 106, 107, 109, 110, 123, 141, 142, 143, 154, 156, 157

C

Caixas Longa Vida 50, 51, 53, 54, 57

Caneleiro 130, 131, 132, 133, 135, 136, 137

Carboidratos 45, 99, 100, 107, 108, 110, 122, 141, 143, 144, 146, 154, 175

Ciências Biológicas 2, 9, 15, 50, 53, 99, 170, 203

Compostagem 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30

D

Desenvolvimento Sustentável 23, 91, 113

Distocia 19, 20, 21

E

Educação Ambiental 24, 88, 90, 91, 97, 98

Ensino 11, 88, 90, 91, 97, 99, 100, 108, 109, 110, 141, 142, 143, 144, 154, 155, 156, 157

Epilepsia 10, 1, 2, 3, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 15

Espécie Nativa 130

Esquizencefalia 2, 3, 4, 6, 7

Etnobotânica 61, 174

F

Fitorremediação 13, 118, 188, 189, 190, 197, 199

Floresta Amazônica 132, 174

G

Germinabilidade 130, 132

Glicerol Residual 11, 74

H

Hospedeiro 11, 39, 42, 43, 44

J

Jogo de cartas 12, 141, 142

K

Klebsiella oxytoca 11, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 160

M

Malformações 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12

Monoterpenos 158, 160, 163, 166, 167, 168, 170

N

Nanotecnologia 32, 33, 34

O

Óleo de cozinha 11, 88, 89, 90, 92, 95, 96, 98

Óleo Essencial 12, 49, 158, 160, 162, 166, 167, 168, 170, 171, 182

P

Parasita 39, 44

Plantas Aquáticas 188

Plantas Medicinais 61, 71, 72, 159, 171, 174

Polição 11, 23, 25, 26, 84, 85, 88, 97, 120, 201

Processos fermentativos 74, 77

Q

Qualidade de água 188

R

Reciclagem 11, 24, 25, 26, 50, 51, 58, 88, 89, 97, 98

Répteis 19, 20, 21

Resíduos Sólidos 10, 22, 24, 25, 26, 29, 49, 89, 92, 95, 190

Reutilização 25, 50, 51, 57, 88, 97, 98, 113

S

Schinus terebinthifolius 12, 158, 159, 161, 170, 171, 172

Sistemas Bioeletroquímicos 111, 114

T

Tartaruga 19, 20

Tecnologias Limpas 12, 111, 112, 113

Triagem Fitoquímica 59, 62, 64

V

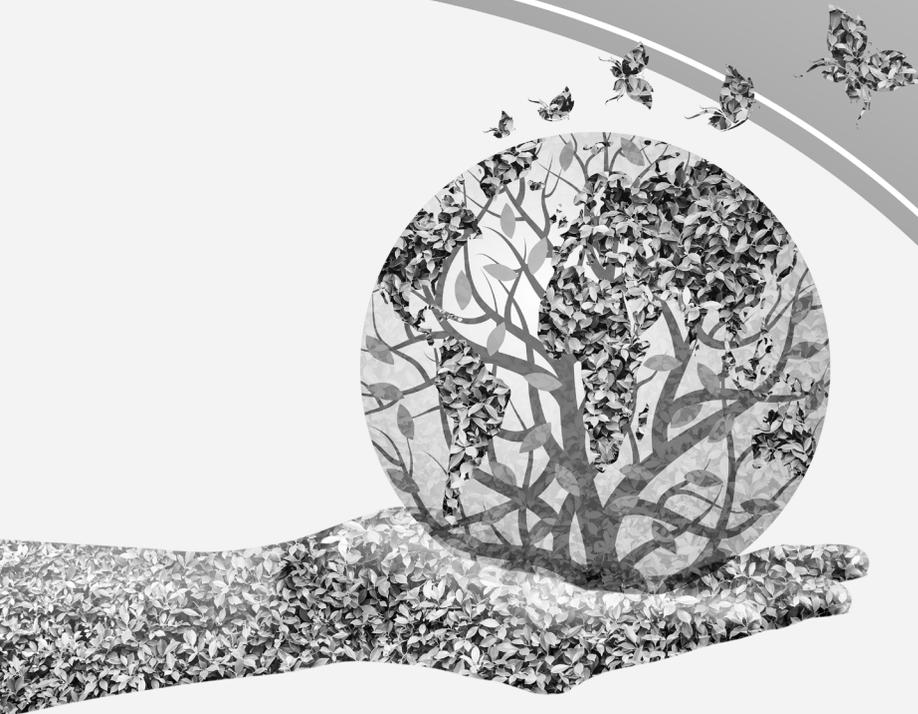
Vespas 39, 44, 45

Z

Zoológico 22, 24, 29, 30

Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 2

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 2

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

