

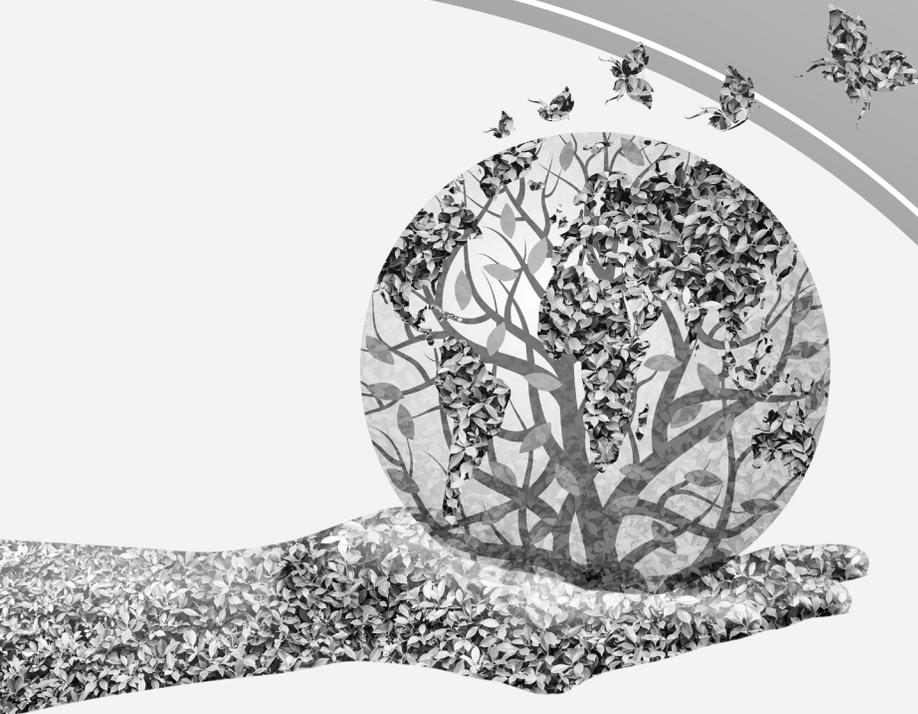
Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 2

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

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

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

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

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 19/04/2021

Djalma Menezes de Oliveira

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Departamento de Ciências e Tecnologia - DCT
Campus Jequié-Bahia
<http://lattes.cnpq.br/4074274322996454>

Juliana Lago Leite

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Departamento de Ciências e Tecnologia - DCT
Campus Jequié-Bahia
<http://lattes.cnpq.br/8057951144499042>

Rosane Moura Aguiar

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Departamento de Ciências e Tecnologia - DCT
Campus Jequié-Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9786102954711387>

Vilisaimon da Silva de Jesus

Programa de Pós-graduação em Química da
UESB – PGQUI/UESB
Campus Jequié-Bahia
<http://lattes.cnpq.br/3876468517506662>

RESUMO: *Schinus terebinthifolius* pertence à família Anacardiaceae, uma planta endêmica da América do Sul. Muito utilizada como espécie ornamental de ruas e praças, cresce espontaneamente em terrenos baldios, beiras de rios e em áreas litorâneas, é conhecida popularmente como «aroeira-vermelha», “aroeira da praia”, “pimenta rosa “ e “pimenta vermelha

do Brasil”. Seus frutos são muito procurados como temperos em alimentos e bebidas; frutos maduros doces e aromáticos produzem óleo essencial de composição química variada, predominantemente rico em compostos monoterpênicos e poucos sesquiterpenos. Os óleos essenciais de *S. terebinthifolius* obtidos neste estudo mostraram constituições que combinam α -pineno (2,8-22,0%), β -pineno (0,3-31,4%), β -ocimeno (0,0-35,0 %), β -mirceno (0,70-13,3%), δ^3 -careno (3,0-83,4%), óxido de β -cariofileno (2,6-6,8%) e limoneno (3,2-5,9%) como os principais constituintes. A partir de acessos de frutos de *S. terebinthifolius* em três períodos de frutificação anual, foram obtidas amostras de óleos essenciais distintos, as quais foram identificadas e semiquantificadas por GC-MS. O óleo essencial dos frutos de *S. terebinthifolius* obtido no mês de novembro, rico em α -pineno (22,0%), β -pineno (31,4%), óxido de cariofileno (6,8%) e limoneno (4,5%), apresentou expressiva atividade antifúngica contra linhagens dos fungos *Cryptococcus gatti* e *C. neoformans*, bem como revelou moderadas atividades contra cinco espécies de *Candida spp.* Este trabalho descreve a obtenção do óleo essencial dos frutos de *Schinus terebinthifolius*, seu estudo químico por cromatografia gasosa e a avaliação de suas ações antifúngicas contra várias espécies de fungos patógenos.

PALAVRAS - CHAVE: *Schinus terebinthifolius*, óleo essencial, monoterpênicos, ação antifúngica.

STUDY OF CHEMICAL CONSTITUENTS AND ANTIFUNGAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL FROM *SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS* FRUITS (ANACARDEACEAE)

ABSTRACT: *Schinus terebinthifolius* belongs to the Anacardiaceae family, an endemic plant in South America. An ornamental species in the streets and squares, it is popularly known as “aroeira-vermelha”, “aroeira da praia”, “pink pepper”, and “red pepper of Brazil”. Its fruits are in great demand as a spice in food and drinks; sweet ripe and aromatic fruits produce essential oil of seasonal chemical composition, predominantly rich in mono and sesquiterpenes compounds, which combine α -pinene (2.8-22.0 %), β -pinene (0.3-31.4 %), β -ocimene (0.0-35.0 %), β -myrcene (0.70- 13.3 %), δ^3 -carene (3.0-83.4 %), β -caryophyllene oxide (2.6-6.8 %) and limonene (3.2-5.9%) as the major constituents. From accessions of the fruits of *S. terebinthifolius* in three periods of annual fruiting of the plant, samples of the essential oils were obtained by hydrodistillation, identified and semi-quantified by GC-MS. The essential oil of *S. terebinthifolius* fruits from the November harvest, rich in α -pinene (22.0%), β -pinene (31.4%), caryophyllene oxide (6.8%) and limonene (4.5%), was the one that showed expressive fungicidal activity against *Cryptococcus gatti* and *C. neoformans* fungi strains and moderate activity against five strains of *Candida spp.* This work describes obtaining essential oil from the fruits of *Schinus terebinthifolius*, its chemical study by gas chromatography, and the evaluation of its antifungal actions against pathological fungi strains.

KEYWORDS: *Schinus terebinthifolius*, essential oil, terpenes, antifungal activity.

1 | INTRODUÇÃO

O uso de plantas medicinais e seus substratos ativos, com finalidades terapêuticas, é uma rica tradição que é conservada por diversos povos. Fitoterápicos estão sendo amplamente utilizados como alternativa ou substitutos de substâncias sintéticas no tratamento de inúmeras doenças, devido ao seu baixo custo, disponibilidade e por produzir efeitos menos agressivos ao organismo. A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 65-80% da população dos países em desenvolvimento utilizam plantas como única forma de acesso a recursos básicos de saúde. O uso de princípios ativos de plantas tende a um crescente com a evolução dos estudos em Fitoquímica e o interesse por alimentos, aditivos e medicamentos de origem natural pelos consumidores (DEL POETA e CASADEVALL, 2012).

O desenvolvimento de pesquisas fitoquímicas com uso de substratos vegetais vem sendo motivadas pela diversidade de substâncias ativas encontradas em plantas e a contribuição resultante que permite explorar as propriedades medicinais, tanto de componentes químicos voláteis, quanto de substâncias fixas. Os constituintes químicos dos óleos essenciais das plantas vêm despertando grande interesse dos pesquisadores e ganhando destaque devido suas diversas aplicações como produtos naturais ativos, que podem servir à formulação de cosméticos, fármacos e produtos de higiene e alimentos (aromatizantes e flavorizantes). Os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias

voláteis provindas dos metabólitos secundários de plantas (fitogênicos). Possuem diversas propriedades biológicas: antioxidante, antimicrobiana, antisséptica, antifúngica, repelente para insetos, termogênica, entre outras, as quais agregam e aumentam o valor e o interesse por esse recurso natural. A maioria dos óleos essenciais derivados de plantas são quimicamente constituídos de terpenos e fenilpropanóides; a parte terpênic é constituída principalmente de monoterpenos e sesquiterpenos.

Anacardiaceae é uma família de plantas que apresenta cerca de 70 gêneros com 600 espécies. O gênero *Schinus* exibe cerca de 29 espécies (BARKLEY, 1944); é um gênero nativo da América do Sul e endêmica na Argentina, Paraguai e na costa brasileira (BARBOSA *et al.*, 2007), principalmente na região de Mata Atlântica, desde o Nordeste até o Sul do país. Dentre as espécies mais comuns do gênero *Schinus* está *S. terebinthifolius* Raddi. Os frutos da *S. terebinthifolius*, conhecido no mercado de especiarias como *pink pepper* (pimenta-rosa), vem despertando grande interesse na indústria de alimentos por seu aroma cítrico e sabor levemente picante. Além disso, vem sendo muito estudados quanto a sua composição química e atividades farmacológicas.

Estudos químicos anteriores indicaram que os óleos essenciais de folhas, flores e frutos de espécies *Schinus* de diferentes regiões são constituídos basicamente de compostos mono e sesquiterpênicos (EL-MASSRY *et al.*, 2009; BARBOSA *et al.*, 2007). As folhas são comumente utilizadas na medicina popular para tratar distúrbios gastrointestinais, problemas respiratórios, micoses e infecções invasivas. Em Jequié, Bahia, cocções de folhas, que podem incluir frutos, de *S. terebinthifolius* são utilizadas popularmente em gargarejos e banhos contra dores de garganta e infecções urinárias. Essas bioatividades variadas foram atribuídas a presença de altos níveis de compostos monoterpenóides nessas espécies (LIMA *et al.*, 2009). Estudos recentes mostram que o óleo essencial dos frutos da espécie *S. terebinthifolius* exibiu um alto potencial antibacteriano contra cepas de *Escherichia coli*; *Bacillus sp.*; *Pseudomonas sp.*; *Klebsiella oxytoca*; *Corynebacterium sp.*; *Nocardia sp.*; *Staphylococcus aureus*; *Enterobacter sp.*; *E. agglomerans* e *Streptococcus* do grupo D. (*Group D Streptococcus*), sendo que algumas espécies Gram-positivas demonstraram maior sensibilidade ao óleo quando comparadas com bactérias Gram-negativas. Cole e colaboradores (2014) associaram as propriedades hidrofóbicas dos óleos essenciais com capacidade destes em causar danos a membrana celular de microorganismos Gram-positivos. Em outra publicação sobre a atividade antimicrobiana do óleo essencial da pimenta-rosa (*S. terebinthifolius*) da região de Minas Gerais contra dezenas de bactérias patogênicas mostraram resultados bastante promissores que incentivaram aplicações tecnológicas (DANNENBERG *et al.*, 2016).

Visando conhecer as qualidades químicas e farmacológicas do óleo essencial dos frutos de *S. terebinthifolius* que ocorre em Jequié, assim como contribuir para ampliar os estudos fitoquímicos sobre esta espécie, este trabalho tem por objetivo identificar a constituição química de três amostras sazonais de óleos essenciais extraídos de frutos

maduros de *Schinus terebinthifolius* por Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (CG-EM) e avaliar por meio de testes microbiológicos a ação destes óleos essenciais contra fungos patogênicos oportunistas do gênero *Cryptococcus* e *Candida ssp.*

21 METODOLOGIAS PARA A EXTRAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS CONSTITUINTES VOLÁTEIS E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FÚNGICA

Três amostras de frutos da *S. terebinthifolius* Raddi foram coletadas na zona urbana do município de Jequié-Bahia em três períodos do ano, sendo duas coletas feitas em períodos de temperaturas ambientes consideradas frias ou amenas: maio (OFr-05) e agosto (OFr-08) e uma coletada em novembro (OFr-11), período mais quente para os padrões locais. Voucheres das plantas estudadas foram encaminhadas para o Herbário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e identificadas (registro HUESB 10578) com o apoio da Dra. Guadalupe Edilma Licono de Macedo. A extração dos óleos essenciais dos frutos das *S. terebinthifolius* foram realizadas usando a técnica de hidrodestilação (150-180 min) em sistema extrator tipo Clevenger modificado.

As análises dos constituintes voláteis de amostras de óleos essenciais foram realizadas em um cromatógrafo a gás acoplado a detector de massas – modelo GCMS-QP2010SE (Shimadzu, Japão), utilizando uma coluna OV-5 carregada por gás hélio com fluxo de 1,19mL/min. As temperaturas do injetor e do detector foram ajustadas a 220 °C e 280 °C, respectivamente. O forno operou com ajustes de temperaturas inicial e final em 40 °C (mantida por um minuto) e 280 °C (estável por 4 minutos) e taxa de aquecimento de 3°C/minuto. A identificação de cada componente foi realizada por comparação entre os espectros de massas obtidos no cromatograma de íons totais (TIC/CG-EM) com espectros do banco de dados de massas NIST 11 residente na unidade computacional do cromatógrafo. A identificação espectral foi complementada por consultas online aos dados disponíveis no repositório do site da NIST-EUA (LISTROM, e MALLARD, 2017). Além disso, a identificação dos constituintes foi confirmada pela comparação entre os índices de retenção experimentais e os respectivos dados disponíveis na literatura (Adams, 2007). Os índices de retenção (IR) foram calculados com base nos tempos de retenção obtidos nos cromatogramas TIC/CG-EM das amostras de OE's de *S. terebinthifolius* e de uma mistura de hidrocarbonetos lineares (C_8 - C_{28}).

Os ensaios de atividades antifúngicas foram realizado pelo método de microdiluição em poços contra as leveduras *C. albicans* (SC5314), *C. tropicalis* (ATCC 750), *C. krusei* (ATCC 20298), *C. glabrata* (ATCC 2001), *C. parapsilosis* (ATCC 22019), *Cryptococcus gattii* (ATCC 24065) e *C. neoformans* (ATCC 24067). Os inóculos (100 µL) foram preparados a partir de colônias jovens de fungos, com crescimento em ágar Sabouraud dextrose (ASD), durante 24 horas, a 35°C em 5 mL de solução salina estéril. A suspensão resultante foi agitada por 15 s e a densidade celular foi ajustada pelo método espectrofotométrico a uma

concentração final de $1,5 \cdot 10^3$ células mL⁻¹ (CLSI, 2008). O teste de concentração mínima inibitória (CMI) foi realizado seguindo as orientações prescritas no protocolo M-27-A3 (CLSI, 2008). Amostras de óleo essencial de foram diluídas em dimetilsulfóxido (DMSO) e, em seguida, foram preparadas diluições seriadas (500-0,97 µg/mL) em meio RPMI 1640 distribuídas em microplacas de 96 poços (Difco Laboratories, Detroit, MI, USA). O controle de crescimento e esterilidade foi feito em meio RPMI 1640 (Sigma, St. Louis, MO, USA) e como controle de toxicidade do solvente foi utilizado o meio RPMI-DMSO. O fluconazol foi o antifúngico do controle positivo. O controle negativo foi composto por 200 µL de meio de cultura puro. Após a preparação das placas, todos os poços das diluições e controles, com exceção do controle negativo, receberam 100 µL de inóculo fúngico. Os ensaios foram realizados em triplicata e repetidos pelo menos duas vezes. As placas foram incubadas a 35°C durante 48 ou 72 horas (48 h para leveduras do gênero *Candida* e 72 h para o gênero *Cryptococcus*) e a leitura foi realizada visualmente, sendo que a CMI foi considerada como a inibição total do crescimento quando comparado ao crescimento do controle.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os óleos essenciais dos frutos da *S. terebinthifolius* apresentaram os seguintes rendimentos; OFr-11, 1,2% p/p, OFr-05, 1,4% p/p e OFr-08, 1,5% p/p com um valor médio de 1,4% p/p. Esses valores variam em virtude de fatores abióticos tais como clima, qualidade e tipos de solo, época do ano, entre outros.

As composições químicas dos OE's obtidos das três amostras de *S. terebinthifolius* se apresentaram distintas com a ocorrência de alguns constituintes terpênicos incomuns, quando se compara com os dados da literatura. As análises semiquantitativas das três amostras foram realizadas por CG-EM e permitiu a identificação global de 40 componentes (Tabela 1).

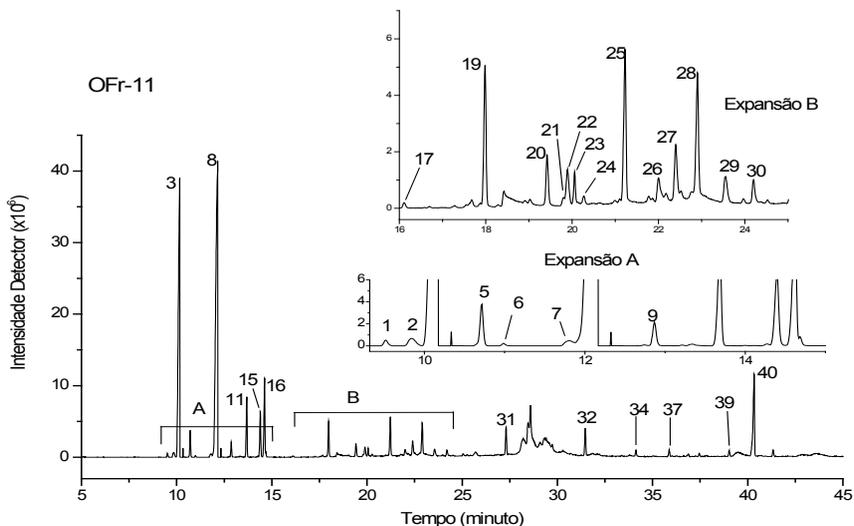


Figura 1. Cromatogramas de íons totais (TIC) obtidos por CGAR-EM de OFr-11.

No cromatograma de íons totais CG-EM (TIC, Figuras 1, 2 e 3) foram considerados como majoritários aqueles constituintes que apresentaram picos com área percentual igual ou superior a 5,0 % da área total do TIC/CG-EM. A amostra OFr-11 apresentou 26 constituintes químicos, sendo os constituintes majoritários o β -pineno (31,37%) (8), α -pineno (22,00 %) (3) e óxido de cariofileno (6,84%) (40). A amostra OFr-05 mostrou um total de 18 compostos e, destes, foram identificados quatro caracterizados como componentes principais: β -ocimeno (35,36%) (14), α -pineno (15,83%) (3), limoneno (5,98%) (16) e β -mirceno (13,32%) (9). Na amostra OFr-08 foram identificados um total de seis compostos sendo o δ^3 -careno (83,40%) (11) e β -mirceno (5,10%) (9) os constituintes majoritários. Considerando que as amostras de OE's foram coletadas em diferentes épocas do ano, atribuímos às mudanças climáticas sazonais como responsáveis pela variação de fatores abióticos, principalmente a temperatura ambiente, que influenciaram nas marcantes diferenças encontradas nas composições dos respectivos OE's (OFr-05, OFr-08 e OFr-11) dos frutos de *S. terebinthifolius* (Tabela 1). De modo geral, os óleos essenciais obtidos neste estudo se caracterizaram por terem um alto teor de monoterpenos não oxigenados como anteriormente relatado na literatura (BARBOSA *et al.*, 2007; DEL POETA e CASADEVALL, 2012).

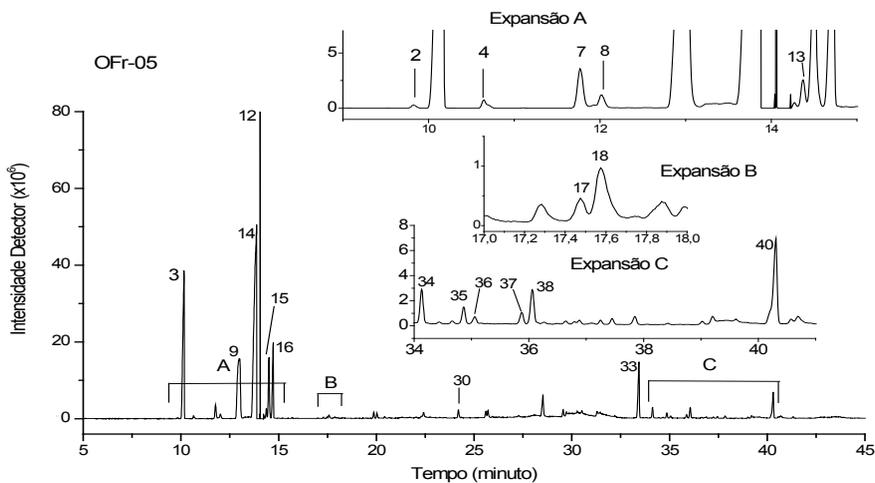


Figura 2. Cromatogramas de ions totais (TIC) obtidos por CGAR-EM de OFr-05.

Os OE's dos frutos da *Schinus* de Jequié se caracterizaram por apresentarem diferenças entre seus constituintes majoritários, ocorrendo poucas similaridades entre as três amostras estudadas (Tabela-1). O β -pineno se mostrou como o constituinte majoritário de OFr-11 (31,37%), enquanto na amostra de OFr-05 o teor de β -pineno foi registrado em quantidade muito baixa (0,33%) e não foi observado em OFr-08.

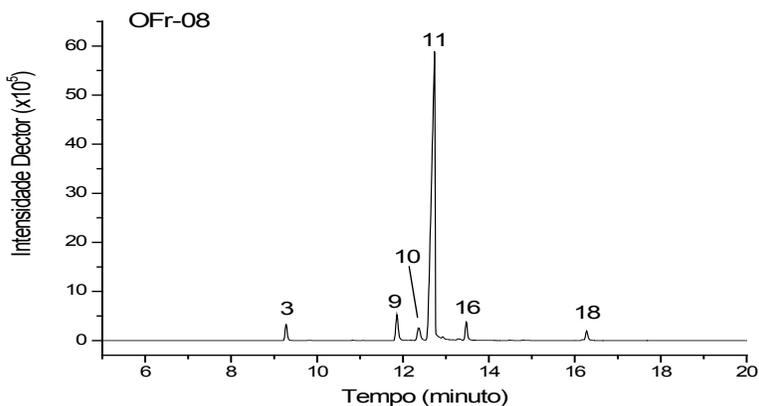


Figura 3. Cromatograma parcial de ions totais (TIC) obtidos por CGAR-EM de OFr-08.

O constituinte α -Pineno foi o único constituinte identificado em todas as três amostras de OE obtidas, apresentando um teor de 15,83% em OFr-05, 2,80% em OFr-08 e 22,00% na amostra coletada no mês de novembro (OFr-11). Esse aumento do teor de α -pineno no mês de novembro pode estar ligado à versatilidade catalítica das enzimas terpeno-sintetases (TPS1), que frequentemente produzem múltiplos produtos a partir de um único substrato.

O óleo OFr-08 foi o que apresentou uma constituição química bastante concordante com a de outros OE's de frutos de *S. terebinthifolius* descritos na literatura para espécies cultivadas na Bahia (GOIS, 2014), Minas Gerais (BARBOSA *et al.*, 2007) e Espírito Santo (COLE *et al.*, 2014). Nestes três estudos citados, o constituinte mais abundante foi o δ^3 -careno apresentando teores de 41,01%, 29,22% e 30,37%, respectivamente.

Picos	Constituintes	OFr-11	OFr-05	OFr-08	IR cal.	
		IR lit.	%A	%A		%A
1	triciclono	926	0,2		920	
2	α -tujeno	931	0,4	0,1	926	
3	α -pineno	932	22,0	15,8	2,8	932
4	α -fencheno	941		0,3		940
5	canfeno	946	1,1			941
7	1,3,5-cicloheptatrieno, 3,7,7-trimetila	970	0,2	1,3		960
8	β -pineno	974	31,4	0,3		966
9	β -mirceno	991	0,7	13,3	5,1	979
10	α -felandreno	1004			3,2	1007
11	δ^3 -careno	1011	3,0		83,4	1012
12	α -terpineno	1018		3,5		1018
13	<i>o</i> -cimeno	1020		0,7		1023
14	β -ocimeno	1023		35,4		1015
15	<i>p</i> -cimeno	1026	2,5	4,8		1022
16	limoneno	1027	4,5	5,9	3,2	1027
18	α -terpinoleno	1088		0,2	1,6	1079
19	óxido de α -pineno	1095	1,9			1081
20	α -canfolenol	1130	0,7			1123
21	óxido de limoneno	1133	0,1			1129
22	α -pinocarvenol	1139	0,3			1134
23	(1 <i>R</i>)-(+)-nopinona	1142	0,5			1131
25	pinocarvona	1164	2,1			1153
26	terpinen-4-ol	1177	0,3			1165
27	criptona	1183	0,8			1172

28	mirtenal	1193	1,8		1180
29	<i>cis</i> - verbenona	1204	0,4		1222
30	eucarvona	1222	0,3	0,7	1231
31	acetato de bornil	1285	1,6		1271
32	α -copaeno	1376	1,6		1364
33	isocariofileno	1428		2,1	1420
34	<i>trans</i> - α -bergamoteno	1433	0,4	5,4	1433
35	α -humuleno	1436		0,8	1445
36	<i>cis</i> - β -farneseno	1455		0,4	1449
37	γ -muuroloeno	1457	0,4		1463
38	germacreno-D	1465			1467
40	óxido de cariofileno	1561	6,8	2,6	1569
TOTAL			90,1	91,6	98,7

IR_{Calc.} = Índice de Retenção calculado pela equação de Kolvets (Admas, 2007). IR_{Lit.} = Índice de Retenção da literatura. %A= Porcentagens em área dos picos em relação a área total.

Tabela 1. Composição química dos óleos essenciais de *S. terebinthifolius* obtidos em três períodos do ano.

Entretanto, o alto conteúdo (83,4%) de δ^3 -careno verificado na amostra OFr-08 foi atribuído a possíveis reações de rearranjo entre compostos monoterpenos isoméricos, considerando a hipótese de que estas reações podem ser catalisadas por mudanças na temperatura ambiente, levando em conta que, no período de coleta dos frutos, ocorreram temperaturas entre 13,5-41,0 °C, sendo que as mais baixas foram registradas no mês de agosto e podem ter favorecido a produção de δ^3 -careno pela planta (ver Figura 4). Segundo o Sistema de Monitoramento Agrometeorológico-Agritempo, em agosto de 2016 no município de Jequié ocorreram as temperaturas mais baixas do ano, quando os termômetros indicaram mínimas de até 13,5°C (<https://www.agritempo.gov.br>).

Na Tunísia, Bendaoud *et al.* (2010) determinaram a composição química do OE de *S. terebinthifolius* contendo majoritariamente α -felandreno (34.38%), β -felandreno, γ -cadineno (18.04%) (10.61%), α -terpineol (5.60%), α -pineno (6.49%) e *p*-cimeno (7.34%), enquanto Piras *et al.* (2017) determinou os seguintes terpenoides como majoritários: α -felandreno (39,6 %), β -felandreno (22,9 %) e α -pineno (18,4 %).

A predominância dos monoterpenos α e β -pineno na amostra OFr-11 indicou um potencial valor comercial para este óleo essencial, devido ao alto conteúdo exclusivo de monoterpenos. Diferentemente de outros OE's de frutos de *S. terebinthifolius* apresentados na literatura, o óleo proveniente de espécimes cultivadas em Jequié, como o que foi obtido em OFr-11, apresentou alto teor de β -pineno, indicando que podemos estar diante de um geotipo ou quimiotipo da espécie *S. terebinthifolius*, em que possíveis variações naturais ocorridas na espécie resultaram em mudanças importantes na constituição química de seu OE. Corroborando essa hipótese, encontramos na literatura que o metabólito β -pineno

também se apresentou como constituinte majoritário em OE's dos frutos de *S. terebinthifolius* coletados em Dourados, MS, Brasil (CARVALHO *et al.*, 2013), provavelmente um quimiotipo similar ao que ocorre em Jequié, Bahia, relatado neste estudo.

Os resultados desse estudo indicaram que a sazonalidade climática com variações de umidade temperatura de até 27 °C afetou qualitativa e quantitativamente a composição dos constituintes químicos dos OE's de *S. terebinthifolius* coletados em Jequié, Bahia. Considerando as hipóteses (i) de que as plantas, através dos mecanismos de suas rotas biossintéticas, favorecem a produção dos seus metabólitos secundários de acordo com suas necessidades e suas relações ecológicas (GOBBO-NETO e LOPES, 2007) e (ii) que a temperatura ambiente se caracteriza como um importante fator para a atividade enzimática na biossíntese de metabólitos secundários; então, ocorreu a produção de óleo essencial com maior número de constituintes na época do ano em que se observou temperaturas mais elevadas (SCHNEE *et al.*, 2002). Deste modo, em Jequié, onde o clima é classificado como Aw de acordo com a Köppen e Geiger (<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/bahia/jequie-4465/>), bem como em outras cidades da região da caatinga nordestina, onde, no verão, as temperaturas podem variar entre 37 a 41 °C durante longos períodos, as espécies de *S. terebinthifolius* encontram condições favoráveis a síntese de terpenos.

A variabilidade química detectada entres os constituintes voláteis encontrada nos espécimes de *S. terebinthifolius* coletadas em Jequié, nos permite inferir teoricamente que as condições climáticas locais (baixa disponibilidade hídrica e altas temperaturas) podem estar relacionadas a possíveis reações químicas de rearranjos. A Figura 4 mostra a proposta de alguns rearranjos intramoleculares possíveis entre os constituintes monoterpênicos do OE's de frutos de *S. terebinthifolius*.

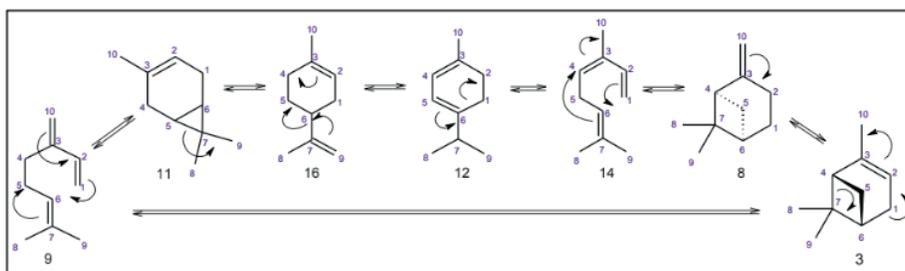


Figura 4. Proposta de rearranjos intramoleculares possíveis entre isômeros $C_{10}H_{16}$ de hidrocarbonetos monoterpênicos.

A prevalência da rota biossintética de compostos monoterpênicos em *S. terebinthifolius*, assim como os rearranjos intramoleculares possíveis entre estes metabólitos, sugerem que, em épocas de temperaturas mais baixas ocorre o favorecimento da produção do δ^3 -careno (11), como foi observado na amostra OFr-08 (Tabela 1). Na amostra OFr-11, obtida em

temperaturas mais altas, provavelmente ocorreu a rota inversa, favorecendo a formação de monoterpenos como α -pineno (**3**), β -pineno (**8**), β -ocimeno (**14**) e em menor quantidade, β -mirceno (**9**) e limoneno (**16**). Por outro lado, atribuímos a redução na produção de δ^3 -careno (**11**) em temperaturas mais altas, à baixa estabilidade do anel de três membros de sua estrutura química (Figura 4). Para a amostra coletada em maio (OFr-05) atribuímos comportamento intermediário entre as amostras de agosto e novembro (ver Tabela 1).

O efeito tóxico contra microrganismos dos compostos monoterpenos está relacionado a capacidade dos componentes dos óleos essenciais em romper ou penetrar a estrutura lipídica presente em bactérias Gram-positivas, devido a suas propriedades hidrofóbicas, (KOYAMA *et al.*, 1997, Dannenberg *et al.*, 2016). O rompimento da camada lipídica resulta na expansão da membrana celular do micro-organismo, inibindo a respiração celular e os processos de transporte iônico (BISIGNANO *et al.*, 2005). A camada de lipopolissacarídeo (LPS) presente na superfície de membranas externas de bactérias Gram-negativas tem baixa afinidade química aos componentes hidrofóbicos de óleos essenciais, assim, os micro-organismos Gram-negativos se mostram menos sensíveis aos óleos essenciais (Dannenberg *et al.*, 2016). No entanto, não é possível atribuir um mecanismo de ação específico aos óleos essenciais em geral, uma vez que os óleos voláteis são misturas complexas e variáveis de compostos químicos que podem atuar em diferentes localidades das células dos micro-organismos (CARSON, MEE e RILEY, 2002). Os efeitos fungitóxicos de óleos essenciais são bastante complexos e podem envolver vários mecanismos de ação. Suas atividades podem ser mediadas por meio da inibição de esteroides na membrana dos fungos ou por interferências na morfogênese de hifas. Os óleos essenciais também podem causar danos na fluidez da membrana celular dos fungos, causando vazamento do material citoplasmático e perda de viabilidade. Por exemplo, a permeabilidade da membrana e a atividade da cadeia respiratória em células de *C. albicans* são bloqueadas na presença de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*, resultando em morte celular (RAUT *et al.*, 2014). Os monoterpenos majoritários presentes no OE dos frutos de *S. terebinthifolius* são, provavelmente, os responsáveis pela alta atividade antifúngica diante das espécies testadas, consistindo em potencial agentes antifúngico.

Com base em evidências mostradas sobre o potencial antibiológico do óleo essencial dos frutos de espécies de *Schinus* foram realizados ensaios para se avaliar atividade antifúngica dos OE's extraídos de *S. terebinthifolius*, contudo, a amostra OFr-11, provavelmente devido ao teor elevado de α e β pinenos, foi a que apresentou os mais promissores valores de concentração mínima inibitória (CMI) contra vários fungos oportunistas. Os compostos α e β pinenos, que se apresentam entre os metabólitos majoritários na amostra OFr-11, exibem atividades inseticidas, fungicidas e atividade antimicrobiana contra *C. albicans*, *C. neoformans* e *R. oryzae* já descritas (SILVA *et al.*, 2012). Os resultados da atividade antifúngica para o óleo essencial OFr-11, obtido de frutos da *S. terebinthifolius*, estão mostrados na Tabela 2.

O ensaio de atividade fungicida realizado pelo método de microdiluição em poços mostrou que o OE dos frutos da *S. terebinthifolius* foi ativo contra quatro das sete espécies de micro-organismos testados (Tabela 2). Foram registradas atividades antifúngicas efetivas de OFr-11 contra o fungo *Cryptococcus neoformans* (CMI de 7,8 $\mu\text{g mL}^{-1}$) e contra cepas de *C. gattii* (CMI de 15,63 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Entretanto, OFr-11 apresentou atividades moderadas contra os espécimes de *C. krusei* (31,25 $\mu\text{g mL}^{-1}$) e *C. parapsilosis* (62,5 $\mu\text{g mL}^{-1}$), sendo que o fungo *C. krusei* se mostrou igualmente sensível a OFr-11, quando comparado ao controle (32,0 mg mL^{-1}).

Levedura/Substância	OFr-11 ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	Controle Fluconazol ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)
<i>Candida albicans</i>	125,0	0,125
<i>C. glabrata</i>	125,0	4,0
<i>C. tropicalis</i>	250,0	2,0
<i>C. parapsilosis</i>	62,5	1,0
<i>C. krusei</i>	31,3	32,0
<i>Cryptococcus gattii</i>	15,6	2,0
<i>Cryptococcus neoformans</i>	7,8	2,0

Tabela 2. Concentração Mínima Inibitória (CMI) em $\mu\text{g.mL}^{-1}$ de Óleo Essencial da *S. terebinthifolius* contra fungos patógenos.

Nota: os dados foram expressos em média (n=3, p<0,05)

Em relação aos fungos *C. albicans*, *C. glabrata*, *C. tropicalis*, OFr-11 apresentou atividades pouco expressivas (CMI de 125-250 $\mu\text{g mL}^{-1}$) quando comparado aos valores do controle, fluconazol (CMI de 0,125-4 $\mu\text{g mL}^{-1}$, Tabela-2). Os resultados desta pesquisa foram coerentes com os dados encontrados por Cole *et al.* (2014), onde os testes para o OE de frutos da *S. terebinthifolius* exibiram altos potenciais inibitórios com valores de CMI inferiores ao do controle contra cepas selvagens de micro-organismos de origem hospitalar. Assim como, nos estudos conduzidos por Piras *et al.* (2017), onde se verificou que voláteis dos frutos de *S. terebinthifolius* da Tunísia também apresentaram promissoras atividades antifúngicas.

4 | CONCLUSÕES

O estudo dos constituintes voláteis de três amostras de óleos essenciais extraídos dos frutos de *S. terebinthifolius* permitiram a identificação de 40 constituintes químicos com a maioria (cerca de 86% em média) constituída de compostos pertencentes à classe dos monoterpenos. O óleo essencial de frutos de *S. terebinthifolius* coletados no mês de novembro apresentou excelente atividade antifúngica contra as cepas de *Cryptococcus neoformans*, *C. gatti* e moderadas a fracas inibições contra espécies do gênero *Candida*. Os resultados obtidos neste estudo químico e biológico corroboram o uso de *Schinus terebinthifolius* na medicina popular e mostraram que a sazonalidade climática com altas variações na temperatura ambiente, associadas a outros fatores abióticos, em tese, promovem variações na composição dos constituintes químicos voláteis do óleo essencial da planta *Schinus terebinthifolius* coletado em Jequié, Bahia. Além disso, foi observado que as variações sazonais nas composições químicas dos óleos essenciais podem modificar as suas propriedades farmacológicas, bem como as suas funcionalidades. Estudos posteriores serão necessários para confirmar a hipótese de ocorrência do quimiotipo (ou geotipo) α e β -pineno de *S. terebinthifolius* em Jequié, Bahia.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus sinceros agradecimentos à Professora Dra. Suzana Johann do Laboratório de Taxonomia, Biodiversidade e Biotecnologia de Fungos do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB-UFMG) pela realização dos ensaios antifúngicos.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oils Components by Gas Chromatography/ Mass Spectroscopy**. 4. ed. Carol Stream: Allured, 2007. 469 p.

BARBOSA, L.C.A.; DEMUNER, A.J.; CLEMENTE, A.D., PAULA, V.F DE; ISMAIL, F.M.D. **Seasonal Variation in the Composition of Volatile Oils from *Schinus terebinthifolius* RADDI**. Química Nova, v.30, n.8, p.1959-1965, 2007.

BARKLEY, F.A. **Schinus L.** Brittonia, v. 5, n. 2, p. 160-198, 1944.

BENDAOU, H.; ROMDHANE, M.; SOUCHARD, J. P.; CAZAUX, S.; BOUJILA, J.; J. **Chemical Composition and Anticancer and Antioxidant Activities of *Schinus Molle L.* and *Schinus terebinthifolius Raddi* barriers essential oils**. Journal of Food Science, v. 75, n. 6, p.466-472, 2010.

BISIGNANO, G.; TROMBETTA, D.; CASTELLI, F.; SARPIETRO, M. G.; VENUTI, V.; CRISTANI, M.; DANIELE, C.; SAIJA, A.; MAZZANTI, G. **Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes**. Antimicrob Agents Chemother, v.49. p. 2474-2478, 2005.

- CARVALHO, M.G.; MELO, A.G.N.; ARAGÃO, C.F.S.; RAFFIN, F.N.; MOURA, T.F.A.L. ***Schinus terebinthifolius* Raddi: chemical composition, biological properties and toxicity**. Brazilian Journal of Medical Plants, v.15, n. 1, p. 158-169, 2013.
- CARSON, C.F.; MEE, B.J.; RILEY, T.V. **Mechanisms of Action of Melaleuca alternifolia (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy**. Antimicrob Agents Chemother, v.46, p.1914-1920, 2002.
- COLE, E.R; dos SANTOS, R.B.; LACERDA JÚNIOR, V.; MARTINS, J.D.L.; GRECO, S.J., CUNHA NETO, A. **Chemical composition of essential oil from ripe fruit of *Schinus terebinthifolius* Raddi and evaluation of its activity against wild strains of hospital origin**. Brazilian Journal of Microbiology, v.45, n.3, p.821-828, 2014.
- DANNENBERG, G. da S.; FUNCK, G.D.; MATTEI, F.J.; SILVA, W.P.; FIORENTINI, A.M. **Antimicrobial and antioxidant activity of essential oil from pink pepper tree (*Schinus terebinthifolius* Raddi) in vitro and in cheese experimentally contaminated with *Listeria monocytogenes***. Innovative Food Science and Emerging Technologies, v.36, p.120-127, 2016.
- DEL POETA, M. & CASADEVALL, A. **Ten challenges on Cryptococcus and Cryptococcosis**. Mycopathologia, v.173, n. 1, p. 303–310, 2012.
- EL-MASSRY, K. F.; EL-GHORAB, A. H.; SHAABAN, H. A.; SHIBAMOTO, T. **Chemical compositions and antioxidant/antimicrobial activities of various samples prepared from *Schinus terebinthifolius* leaves cultivated in Egypt**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 57, n. 5, p. 5265-70, 2009.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. **Plantas Mediciniais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários**. Química Nova, v.30. n. 2, p. 374-381, 2007.
- GOIS, D. F.; **ÓLEO ESSENCIAL DA AROEIRA (*Schinus terebinthifolius* Raddi) COMO ALTERNATIVA AOS ANTIMICROBIANOS MELHORADORES DE DESEMPENHO PARA LEITÕES RECÉM-DESMAMADOS**, 2014, p.67, Dissertação (Mestrado Ciências Animal) - Universidade Federal da Bahia, Ilhéus, 2014.
- KOYAMA, S.; YAMAGUCHI, Y.; TANAKA, S.; MOTOYASHIMA, J. **A new substance (yoshixol) with an interesting antibiotic mechanism from wood oil of japanase traditional tree (kiso hinoki), *Chamaecyparis obtusa***. General Pharmacology, v. 28, p.797- 804, 1997.
- LIMA, L. B.; VASCONCELOS, C. F. B.; MARANHÃO, H. M. L.; LEITE, V. R.; FERREIRA, P. A.; ANDRADE, B. A.; ARAÚJO, E. L.; XAVIER, H. S.; LAFAYETTE, S. S. L.; WANDERLEY, A. G. **Acute and subacute toxicity of *Schinus terebinthifolius* bark extract**. Journal of Ethnopharmacology, v. 126, p. 468-73, 2009.
- LISTROM, P.J.; MALLARD, W.G. **NIST Chemistry WebBook**, NIST standard reference database number 69. Disponível em: <http://webbook.nist.gov/chemistry>. October- January 2016-2017.
- MELO JÚNIOR, E.J.M. DE; RAPOSO, M.J.; LISBOA NETO, J.A.; DINIZ, M.F.A.; MARCELINO JÚNIOR, C.A.C.; SANT'ANA, A.E.G. **Medicinal plants in the healing of dry socket in rats: Microbiological and microscopic analysis**. International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology, v.9, n.2, p.109-116, 2002.

MIRANDA, C.A.S.F. **Atividade antioxidante das folhas de diversas plantas**, 2010, p.138, Dissertação (Mestrado Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2010.

PIRAS, A., MARZOUKI, H., FALCONIERI, D., PORCEDDA, S., GONÇALVES, M. J., CAVALEIRO, C., & SALGUEIRO, L. **Chemical Composition and Biological Activity of Volatile Extracts from Leaves and Fruits of *Schinus terebinthifolius* Raddi from Tunisia**. Records of Natural Products, v.11, n.1, p.9-16, 2017.

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

SCHNEE, C.; KÖLLNER, T. G.; GERSHENZON, J.; DEGENHARDT, J.; **The Maize Gene *terpene synthase 1* Encodes a Sesquiterpene Synthase Catalyzing the Formation of (*E*)- β -Farnesene, (*E*)-Nerolidol, and (*E,E*)-Farnesol after Herbivore Damage**. Plants physiology, v.130, p.2049, 2002.

SILVA, A.C.R.da; LOPES, P.M.; AZEVEDO, M.M.B.de; COSTA, D.C.M.; ALVIANO, C.S.; ALVIANO, D.S. **Biological Activities of α -pinene and β -pinene enantiomers**. Molecules, v.17, p. 6305-6316, 2012.

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

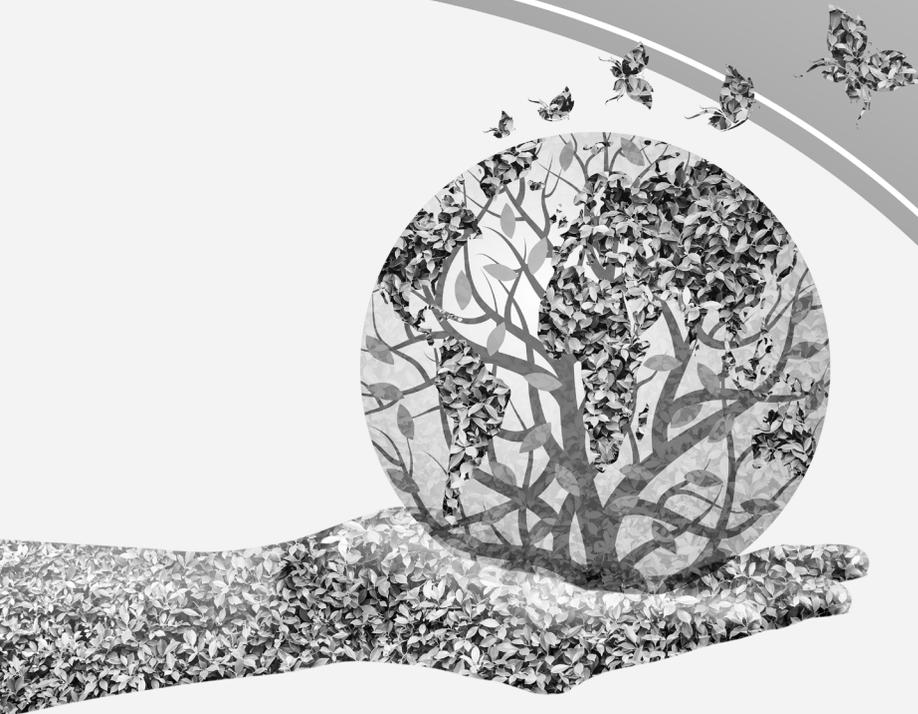
Vespas 39, 44, 45

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

