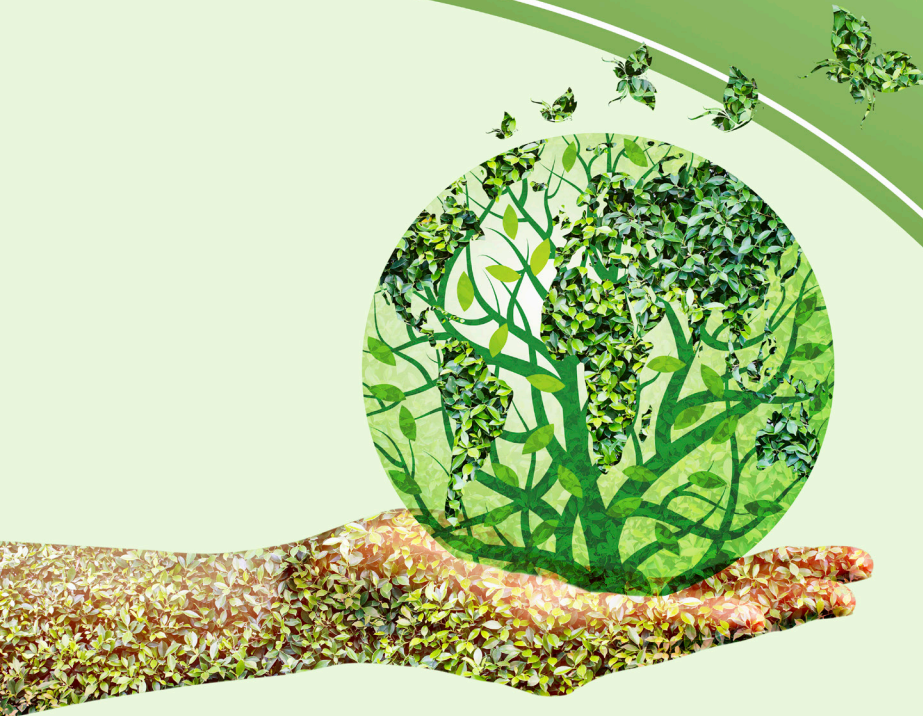


Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 3

Edson da Silva
(Organizador)



Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 3

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 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. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lillian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª 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

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 3 /
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 978-65-5983-250-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.507211207>

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.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

APRESENTAÇÃO

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

RETOSSIGMOIDOSCOPIA: BIÓPSIA A SERVIÇO DO DIAGNÓSTICO DA ESQUISTOSSOMOSE MANSÔNICA

Amanda de Jesus Santos
Isabela Teles de Souza
Jon Éder Lima Miranda
Ana Maria Guedes de Brito

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072112071>

CAPÍTULO 2..... 12

ESTUDO CLÍNICO-EPIDEMIOLÓGICO DA IMUNODEFICIÊNCIA VIRAL FELINA EM GATOS DOMÉSTICOS DA CIDADE DE SALVADOR/BAHIA/BRASIL

Nadia Rossi de Almeida
Guilherme Pereira da Silva Figueiredo
Danielle de Campos Vieira Barbosa
Bernardo de Pinho Farias
Maiara Cruz de Jesus
Bianca Ferreira Cunha
Rayana Pombinho de Oliveira
Maria Luiza Bertani de Araujo
Manuela da Silva Sòlca
Ilka do Nascimento Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072112072>

CAPÍTULO 3..... 25

A IMPORTÂNCIA DA DISCIPLINA DE BIOSSEGURANÇA NO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: CONTRIBUIÇÕES PEDAGÓGICAS PARA A FORMAÇÃO DO BIÓLOGO

Larissa da Silva
Nayra Thaislene Pereira Gomes
Lucas Yure Santos da Silva
Cicera Alane Coelho Gonçalves
Renata Torres Pessoa
Mateus Pereira Santana
Paula Patrícia Marques Cordeiro
Laíza Maria Ulisses Magalhães
Paulo Ricardo Batista
Jessyca Nayara Mascarenhas Lima
Sonia Antero de Oliveira
Nair Silva Macêdo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072112073>

CAPÍTULO 4..... 33

CRESCIMENTO E VIABILIDADE DE *BEAUVERIA BASSIANA*, *METARHIZIUM ANISOPLIAE* E *METARHIZIUM FLAVOVIRIDE* EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Ubirany Lopes Ferreira

Ana Célia Rodrigues Athayde
Elza Áurea de Luna Alves Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072112074>

CAPÍTULO 5..... 43

USO DE CASCAS DE SEMENTES DE MORINGA OLEIFERA ÍNTEGRAS E FRACIONADAS PARA FINS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DA SUINOCULTURA

Estêvão Brasiliense de Souza
Doris Sobral Marques Souza
Paula Rogovski
Rafael Dorighello Cadamuro
Maria Célia da Silva Lanna
Gislaine Fongaro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072112075>

CAPÍTULO 6..... 69

DESENVOLVIMENTO *IN SILICO* DE DISPOSITIVOS MICROFLUÍDICOS PARA A TRIAGEM DE NANOFÁRMACOS UTILIZANDO COMO MODELO ESFEROIDES CELULARES

João Pedro Dantas Ferreira
Gabriel Vieira de Oliveira
Letícia Emiliano Charelli
Tiago Albertini Balbino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072112076>

CAPÍTULO 7..... 81

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE ESPÉCIES DE BIGNONIACEAE

Nathália Duques
Maria Anita Lemos Vasconcelos Ambrosio
Osvaine Júnior Alvarenga Alves
Valéria Maria Melleiro Gimenez
Márcio Luís Andrade e Silva
Wilson Roberto Cunha
Ana Helena Januario
Patrícia Mendonça Pauletti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072112077>

CAPÍTULO 8..... 93

DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICAS PARA ISOLAMENTO DE BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES EM DIFERENTES ETAPAS NA CRIAÇÃO DE FRANGO

Hellen Yukari Kitagawa
Maísa Fabiana Menck Costa
Thiago Hideo Endo
Leonardo Pinto Medeiros
Natália Yukari Kashiwaqui
Luís Eduardo de Souza Gazal
Victor Dellevedove Cruz
Ana Angelita Sampaio Baptista

Gerson Nakazato
Renata Katsuko Takayama Kobayashi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072112078>

CAPÍTULO 9..... 103

FINDRISK: ESTRATIFICAÇÃO DO RISCO PARA DIABETES MELLITUS 2 COMO PREVENÇÃO NO CAMPO DA SAÚDE COLETIVA

José Auricélio Bernardo Cândido
Geanne Maria Costa Torres
Inês Dolores Teles Figueiredo
Ana Sávia de Brito Lopes Lima e Souza
Slayton Frota Sá Nogueira Neves
Thaúsi Frota Sá Nogueira Neves Souza
Ivina Nicássia de Melo Fernandes
Ana Paula Pires Gadelha de Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072112079>

CAPÍTULO 10..... 117

COMPORTAMENTO E HÁBITOS DAS CORUJAS BURAQUEIRAS *ATHENE CUNICULARIA*: COMPILAÇÃO DAS PRODUÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

Nari Victoria Takahashi
Andréa Fagundes Grava

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50721120710>

CAPÍTULO 11..... 124

ENFERMEIRAS NA GESTÃO DE UMA UNIDADE DE CUIDADOS DE PACIENTES PÓS-COVID-19

Rosane Maria Sordi
Terezinha de Fátima Gorreis
Rozemy Magda Vieira Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50721120711>

CAPÍTULO 12..... 133

LEITE FERMENTADO LIOFILIZADO DE BACURI (*PLATONIA INSIGNIS*)

Vinicius Costa Barros
Adriana Crispim de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50721120712>

CAPÍTULO 13..... 147

RELAÇÃO ENTRE O SISTEMA DE RECOMPENSA E A DEPENDÊNCIA QUÍMICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Sara Maria Xavier da Cruz
Maria Eduarda dos Santos Pereira de Oliveira
Rauana Gomes Barbosa da Silva
José André Camelo de Alcântara
Matheus Italo da Conceição
Jessica Marcela Barbosa da Silva Ribeiro Rocha

Camilla de Andrade Tenorio Cavalcanti
Vanessa dos Santos Nunes
Isvânia Maria Serafim da Silva Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50721120713>

CAPÍTULO 14..... 157

ATIVIDADE ANTIBIOFILME BACTERIANO DE DESINFETANTES

Lucas Marcelino dos Santos Souza
Carolina Cella Geron
Miriam Dibo
Leonardo Pinto Medeiros
Lucas Pinto Medeiros
Bruna Carolina Gonçalves
Bianca Cerqueira Dias Rodrigues
Renata Katsuko Takayama Kobayashi
Gerson Nakazato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50721120714>

CAPÍTULO 15..... 167

METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO PRESENCIAL DA DISCIPLINA HISTOLOGIA E EMBRIOLOGIA ORAL: RELATO DE EXPERIÊNCIA

Dara Karen Freire de Oliveira
Maria Eduarda Dias Monteiro Bispo
Ana Luiza Farias de Almeida
Luciana Maria Silva de Seixas Maia
Eliete Cavalcanti da Silva
Marta Gerusa Soares de Lucena

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50721120715>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 176

ÍNDICE REMISSIVO..... 177

USO DE CASCAS DE SEMENTES DE MORINGA OLEIFERA ÍNTEGRAS E FRACIONADAS PARA FINS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DA SUINOCULTURA

Data de aceite: 01/07/2021

Estêvão Brasiense de Souza

Universidade Federal de Santa Catarina
Laboratório de Virologia Aplicada
Florianópolis-SC, Brasil

Doris Sobral Marques Souza

Universidade Federal de Santa Catarina
Laboratório de Virologia Aplicada
Florianópolis-SC, Brasil
Departamento de Ciência e Tecnologia dos
Alimentos

Paula Rogovski

Universidade Federal de Santa Catarina
Laboratório de Virologia Aplicada
Florianópolis-SC, Brasil

Rafael Dorighello Cadamuro

Universidade Federal de Santa Catarina
Laboratório de Virologia Aplicada
Florianópolis-SC, Brasil

Maria Célia da Silva Lanna

Universidade Federal de Ouro Preto
Laboratório de Microbiologia e Biotecnologia
Ouro Preto-MG, Brasil

Gislaine Fongaro

Universidade Federal de Santa Catarina
Laboratório de Virologia Aplicada
Florianópolis-SC, Brasil

RESUMO: *Moringa oleifera* é uma planta originária do Sul da Ásia e é conhecida popularmente como Acácia-branca. Tal espécie é reconhecida por

diversos povos como uma “árvore milagrosa” devido às diversas propriedades medicinais e nutricionais presentes nas folhas, raízes, sementes, cascas e flores. Uma de suas características mais promissoras diz respeito à purificação de águas para consumo humano, devido a presença de compostos coagulantes naturais presentes principalmente dentro da semente da moringa. No entanto, pouco se sabe se a casca da semente de moringa, parte membranosa “alada”, a qual é descartada nos processamentos e usos diversos dessa semente, possui capacidade para adsorção e/ou coagulação de agentes biológicos, como bactérias e vírus entéricos, bem como de matéria orgânica. Nesse sentido, o presente estudo visou avaliar a capacidade de redução da turbidez de águas residuárias da suinocultura, bem como o processo de redução e/ou adsorção de bactérias entéricas (representadas pela *Escherichia coli*.) e dos vírus entéricos (representados pelos Circovírus porcino – PCV-2 e pelo Adenovírus Humano respiratório– HAoV-5 utilizado como controle interno viral) mediado por sementes íntegras de *M. oleifera*, assim como por somente membranas aladas dessas sementes. A concentração de 125 mg/L de semente apresentou redução significativa na turbidez do efluente, sendo, portanto, considerada a concentração mais promissora para testes subsequentes usando apenas membranas aladas. Assim, utilizou-se 125 mg/L de sementes, obtendo-se apenas as membranas aladas das sementes (rendendo 0,85 mg/L) para o tratamento de efluentes da suinocultura. Em até 8h houve avaliação da redução de turbidez

e patógenos, sendo que as membranas aladas foram capazes de reduzir 3 logs -99,9% de PCV-2 nos efluentes e 1 log – 90% de *E. coli* no sobrenadante tratado após período de repouso / precipitação das membranas por 15 minutos. Assim, o uso de membranas aladas de *M. oleifera* seguido de processo de sedimentação, apresenta potencial como biomaterial a ser explorado na descontaminação de águas residuárias visando seu reciclo para fins de recuperação hídrica e de nutrientes.

PALAVRAS - CHAVE: Biocontrole; Recuperação de recursos naturais; Águas Residuárias; Vírus entéricos; Bactérias entéricas.

1 | INTRODUÇÃO

Como grande parte dos países em desenvolvimento, o Brasil não possui sistemas eficientes de tratamento de água para atender a maioria de sua população, enfrentando falta de água limpa mesmo com o enorme volume hídrico do país. Sendo que entre 2003 a 2016, o país teve aproximadamente 50% de seus municípios (2,783) declarados em estado de emergência devido a secas prolongadas (ANA, 2017). Grande parte desse problema é devido à poluição por dejetos domésticos, dejetos industriais e provenientes da agricultura, assim como sistemas de descontaminação inapropriados ou ausentes (FERREIRA et al., 2019).

Um dos principais setores responsáveis pela contaminação de recursos hídricos no Brasil, porém essencial para o desenvolvimento econômico do país, é o setor agropecuário. Ele consome grande quantidade de água em sua atividade, utilizando cerca de 70% de toda a água canalizada do país (SEBRAE, 2014; HESPANHOL, 2002). Um sistema de reuso seguro proveniente dos setores agropecuários, portanto, é altamente pertinente dentro do conceito de economia circular, visto a possibilidade de reciclo hídrico e de nutrientes para fins de lavagem de instalações, para fertilização de solos e irrigação de plantas (VIANCELLI et al., 2013; VELHO et al., 2012; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016).

Dentre as atividades do setor agropecuário que mais utilizam e contaminam água está a suinocultura, estimando-se o consumo de $6m^3$ de água para produzir um kilo de carne suína (PALHARES et al., 2011). A criação de suínos, além de necessitar de um consumo elevado de água para manutenção dos animais, acarreta na contaminação de grandes volumes desse recurso hídrico, inviabilizando sua reutilização sem tratamento prévio.

Na China granjas de suínos em pequena escala produzem cerca de 216 a 773 toneladas (Zhang et al., 2017) de dejetos anualmente, tais excretas possuem usualmente uma alta concentração de bactérias e protozoários entéricos, muitos responsáveis por diversos surtos na indústria de alimentos e consumo local como: *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Citrobacter freundii*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia*, *Cryptosporidium* e *Giardia* (GUAN et al., 2003; GIÁCOMAN-VALLEJOS et al., 2015). Ainda, ressalta-se que essas matrizes ambientais podem apresentar vírus entéricos, muito deles zoonóticos. O Circovírus porcino (PCV2), Adenovírus porcino (PAv), Rotavírus A (RV-A),

vírus da hepatite E (HEV), entre outros, são exemplos de patógenos virais que podem estar presentes nos dejetos suínolas (VIANCELLI *et al.*, 2012; MENG, 2013; FONGARO *et al.*, 2015; VLASOVA *et al.*, 2017; SOUZA *et al.*, 2020).

O método mais comumente utilizado na região Sul brasileira para tratar dejetos provenientes da atividade da suinocultura, baseia-se em biodigestão, por meio de reatores chamados de biodigestores anaeróbios do tipo lagoa coberta (KUNZ *et al.*, 2009). O sistema de tratamento consiste em lagoas de dejetos suínolas, nas quais as excretas dos animais (assim como possíveis carcaças) são acumuladas em câmaras hermeticamente fechadas e mantidas estocadas por cerca de 45 dias e retenção hidráulica (TRH) - (AMARAL *et al.*, 2014). Os biodigestores anaeróbios (BA) do tipo Lagoa Coberta ou Canadense são os modelos mais adotados por propriedades suínolas da região Sul brasileira, por seu menor custo de implantação e manutenção, quando comparados a outros modelos de biodigestores anaeróbios (OLIVEIRA, 2006).

1.1 PATÓGENOS ENTÉRICOS E MARCADORES DE CONTAMINAÇÃO FECAL NA SUINOCULTURA

1.1.1 Vírus entéricos

Os vírus entéricos são primariamente transmitidos por meio da via fecal-oral pela ingestão de água ou alimentos contaminados, podendo ser raramente transmitidos por via parental como é o caso do vírus da hepatite E (HEV) (SÁNCHEZ *et al.*, 2016).

Como os vírus são unidades que necessitam de um hospedeiro para seu desenvolvimento, não possuindo metabolismo próprio que lhes permita multiplicação ou propagação fora de um organismo vivo, eles se encontram vulneráveis quando expostos ao ambiente externo. Tendo a estabilidade e a sobrevivência influenciadas por suas características estruturais e pelos estresses sofridos no ambiente (SÁNCHEZ *et al.*, 2016). Tais adversidades podem incluir: radiação ultravioleta, aumento da temperatura, disrupções físicas (como vibrações e pressão), proteases, lipases (no caso de vírus envelopados), salinidade, amônia, variações no pH, agentes virucidas produzidos artificialmente ou por organismos. Mesmo com a desvantagem adaptativa de não possuir metabolismo próprio a fim de contornar adversidades ambientais, os vírus entéricos costumam ter uma maior estabilidade em comparação aos patógenos bacterianos, podendo permanecer estáveis por grandes períodos de tempo em ambientes inóspitos para a maior parte dos patógenos bacterianos (LOPMAN *et al.*, 2004; SCALLAN *et al.*, 2011). Tornando esses agentes infecciosos mais prevalentes em sistemas com baixo tratamento de resíduos ou águas (LOPMAN *et al.*, 2004).

É importante realçar que quanto maior for o tempo de estabilidade do vírus em relação às forças externas, maior é seu potencial de transmissão. Pois o meio em que se encontra (seja um substrato como solo ou um meio líquido) permanece por mais tempo

infeccioso pela presença de partículas virais ativas ou “vírions” (RZEŠUTKA *et al.*, 2004).

Outro fator que eleva a periculosidade dos vírus entéricos em comparação com microrganismos bacterianos é a relação da dose infecciosa necessária para ocasionar um quadro de infecção, sendo necessário somente de 1 a 5 partículas virais ativas para ocasionar um quadro infeccioso (HUSMAN *et al.*, 2013). Comparativamente, microrganismos como *Campylobacter sp.*, patógeno frequente em contaminações, necessitam em torno de 100 a 1000 unidades ativas para ocasionar uma infecção (ACHESON *et al.*, 2001).

Considerando que um indivíduo pode eliminar cerca de 10^{13} partículas por ml por meio de secreções como vômito ou diarreia, mesmo que assintomático, e visto como tais partículas podem se manter estáveis por grandes períodos mesmo em ambientes hostis, é fácil reconhecer como uma contaminação por estes patógenos podem se espalhar com grande facilidade e potencialmente, podendo os vírus persistirem infecciosos por meses fora do seu hospedeiro (BOSCH *et al.*, 2008; HUSMAN *et al.*, 2013).

Akin *et al.* (1971) e Sattar *et al.* (1981), por exemplo, verificaram que a perda de unidades infecciosas virais de poliovírus, coxsackieviruses e echovírus em diferentes tipos de águas (águas de rios poluídos e não poluídos, águas provenientes de lençóis freáticos e de abastecimento caseiro) é menos de $1 \log_{10}$ por dia (sendo a maior redução em águas de torneira com reduções diárias de $0.576 \log_{10} d^{-1}$).

Vírus podem ser propagados através da contaminação de superfícies. Bidawid *et al.* (2004) demonstrou que dedos contaminados por calicivírus felino são capazes de transferirem mais de 46% do total desses vírus para a superfície de lâminas de presunto durante sua manipulação. Adenovírus humano (HAdV-2) manteve-se infeccioso por mais de 120 dias a 20°C em águas de aquíferos, apresentando somente uma redução de 2.4 logs da concentração original. Quando observada a temperatura de 4°C, não houve decaimento significativo na concentração viral (OGORZALY *et al.*, 2010). A diferença da estabilidade de amostras de rotavírus humano em diferentes temperaturas foram associadas por Raphael *et al.* (1985) à atuação de microrganismos, a qual possuíam uma taxa metabólica mais acentuada em altas temperaturas e assim produziam mais compostos reativos.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, o vírus da hepatite E (HEV) é o maior responsável por quadros de hepatite entérica mundialmente (WHO, 2011). Tal vírus é identificado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como sendo o responsável por cerca de 3.3% da mortalidade mundial relacionada às hepatites virais. De acordo com a OMS, tal patógeno é responsável por cerca de 20 milhões de infecções anualmente, constituindo 3.3 milhões de casos assintomáticos e 44.000 mortes somente em 2015 (WHO, 2011; REIN *et al.*, 2012). HEV usualmente ocasiona hepatite aguda, porém em pacientes imunocomprometidos tal quadro pode progredir para cronicidade, com a excreção do vírus por longos períodos. Em pacientes com prévias enfermidades hepáticas e gestantes, HEV pode ocasionar insuficiência hepática fulminante (JILANI *et al.*, 2007).

Além de ser um dos mais importantes vírus causadores de gastroenterites,

principalmente em países em desenvolvimento, e o principal agente em hepatites causadas por patógenos virais, tal vírus também precisa ser abordado como um contaminante tanto de animais quanto humanos, visto que possui característica zoonótica, podendo transitar de animais para humanos e vice-versa (GARCÍA *et al.*, 2020). Algumas variantes são mais prevalentes em animais do que outras, havendo fenótipos que só infectam especificamente uma espécie, enquanto outros conseguem ocasionar doença em mais de uma espécie. As variantes HEV-1 e HEV-2, por exemplo, são conhecidas por somente provocar infecção em humanos. HEV-3 e HEV-4, as mais encontradas em suínos, possuem capacidade zoonótica, sendo o fenótipo do tipo “3” a mais prevalente em infecções humanas propagadas por contato prévio com o vírus replicado em hospedeiros suínos (GARCÍA *et al.*, 2020).

Os rotavírus também possuem potencial zoonóticos e são frequentemente encontrados em mananciais contaminados por esgoto humano ou animal. De acordo com um relatório realizado com a UNICEF de 480.000 crianças menores do que 5 anos de idade morrem anualmente decorrente de quadros de diarreia provocados pela falta de água limpa de qualidade. O Rotavírus A (RV-A) é responsável por cerca de 29,3% desses óbitos mundialmente (LANATA *et al.*, 2013). Pode iniciar uma infecção mesmo com um pequeno número de partículas virais ativas (GRAHAM *et al.*, 1987). RV-A permaneceu infeccioso por mais de 200 dias em condições anaeróbicas, assim como em câmaras de dejetos de suíno por diversos meses, decaindo em somente um log após 6 meses (PESARO *et al.* 1995; SIDHU *et al.*, 2015). Assim como demais vírus entéricos, tais patógenos possuem uma alta persistência frente às diferentes condições ambientais, sendo necessários protocolos adicionais de tratamento dos dejetos para sua remoção (SIDHU *et al.*, 2015).

Outro vírus entérico importante no manejo de infecções em sistemas de suinocultura é o Porcino Vírus 2 (PCV2), que embora não seja um patógeno zoonótico, está entre os mais prevalentes e danosos em suínos. Seu quadro infeccioso ocasiona diversas alterações no sistema imunológico e danifica o aparelho respiratório, permitindo diversas infecções secundárias que podem ainda mais agravar o quadro (ROSE *et al.*, 2012). Tal vírus pode ocasionar características clínicas, podendo ser muitas vezes confundido com um patógeno bacteriano por profissionais inexperientes. Quadros como o complexo de doenças respiratórias do suíno (PRDC), podendo em certos casos ser causada por microrganismos bacterianos, usualmente é caracterizado por proeminente perda de peso, emaciação, dispneia, taquipneia e icterícia (THACKER *et al.*, 2001). Circovirose suína (PMWS) é caracterizada como danos ao sistema imunológico dos animais, um outro sintoma comum em animais infectados, podendo facilitar a infecção secundária do indivíduo debilitado (OPRIESSNIG *et al.*, 2007). Síndrome dermatite e nefropatia suína (PDNS), caracterizada pelo aparecimento de lesões cutâneas como necrose e petéquias, febre, letargia e alteração da estrutura renal, podendo o quadro ser fatal em casos graves (OPRIESSNIG *et al.*, 2007).

A maior parte das cepas de *Escherichia coli* são não patogênicas, sendo encontradas

comumente no intestino de animais e humanos como bactérias da microbiota natural, apresentando efeitos benéficos como a regulação da concentração de vitaminas K e B12 no corpo (EGGESBØ *et al.*, 2010). Porém, certas variedades patogênicas causam grandes danos no organismo nos animais infectados, como as *E.coli* enterohemorrágicas, podendo se alastrar em toda uma cadeia produtiva a partir de um material contaminado, sendo a análise de sua presença altamente visada em sistemas agropecuários (CROXEN *et al.*, 2013; STROMBERG *et al.*, 2018).

Visto à periculosidade das espécies patogênicas e levando em consideração que tal bactéria é um dos microrganismos mais estudados, *E. coli* é utilizada comumente como um marcador de contaminação por patógenos entéricos, sendo sua presença em águas e sólidos um indicativo de contaminação por excretas (WEN *et al.*, 2020; CROXEN *et al.*, 2013). Sua redução, portanto, é um essencial indicador de qualidade sanitária.

1.2 Métodos Alternativos e Descentralizados Para Tratamento de Recursos Hídricos Baseado em *Moringa Oleifera*

A floculação de partículas orgânicas visando a redução da turbidez das águas é uma das técnicas mais tradicionais utilizadas pelo mundo e por grande parte da história humana. Tal método tem como objetivo reduzir o número total de substratos suspensos, a qual por sua vez podem estar abrigando uma larga quantidade de microrganismos aderentes (MATILAINEN *et al.*, 2005). Nisso a agregação de partículas suspensas continua a ser um método viável no controle de patógenos no meio ambiente, sendo necessário a caracterização das propriedades físico-químicas e comportamentais entre o substrato, patógeno e coagulante para uma maior retenção de partículas potencialmente infecciosas.

O uso de materiais orgânicos de característica flocculante são candidatos cada vez mais explorados para serem utilizados como potenciais substitutos a métodos de coagulação tradicionais, como o uso de sulfato de alumínio. Ao contrário da aplicação de sulfato de alumínio, mais custoso e conhecido por deixar resíduos na água tratada, sendo associado com o desenvolvimento de doenças neurodegenerativas como a doença de Alzheimer (YEGAMBARAM *et al.*, 2015), as sementes de *Moringa oleifera* são biomateriais de baixo custo e biodegradáveis os quais demonstraram possuir propriedades como flocculantes naturais de baixo impacto ambiental. Sendo, muito possivelmente, o melhor coagulante natural atualmente disponível (NOUHI *et al.*, 2019).

M. oleifera, conhecida popularmente também como Acácia-branca, se refere à uma árvore nativa do Sul da Ásia (FAO, 2019) a qual tem havido uma crescente demanda para seu consumo assim como utilização de suas propriedades para fins de saúde em geral, sendo reconhecida tanto por suas qualidades nutritivas assim como suas alegadas propriedades no tratamento de doenças cardiovasculares, diabetes, câncer, etc (ANVISA, 2019). Em países como Índia, Etiópia, Filipinas, Sudão, entre outros, a *M. oleifera* é utilizada como um importante suplemento nutricional. Sendo consumido tanto suas sementes, folhas, casca,

raízes e flores (FAO, 2019). Por suas qualidades medicinais e alimentícias, tal planta é referida como a “árvore milagrosa” por diversas tribos africanas (MATIC et al. 2018). Uma importante aplicação da *M. oleifera* se dá com a aplicação do macerado das sementes na desinfecção de reservatórios de água, bem como na redução da turbidez da mesma, diminuindo o número de partículas sólidas que servem de substrato para patógenos se desenvolverem e se protegerem (BAPTISTA et al., 2017; DELELEGN et al. 2018). Tal utilização já era observada por comunidades mais carentes do Sudão, assim como em áreas da Indonésia, Nordeste da África e América do Sul, que empregavam a semente macerada como alternativa à aplicação de sulfato de alumínio em locais de baixa renda (SUTHERLAND JP, FOLKARD G, GRANT WD, 1990).

1.3 Cascas de *M. Oleifera* para o Tratamento de Águas Residuais

Ao contrário de sulfato de alumínio e outros agentes coagulantes metálicos, compostos orgânicos, como extratos a base de *M. oleifera*, além de serem biodegradáveis apresentam baixa toxicidade (MADRONA et al., 2012). Porém, tal pressuposto pode ser necessário ser revisto com mais dados devido às características bioquímicas específicas da *M. oleifera*, visto que já foram observados efeitos citotóxicos com concentrações de 1 a 50 mg/L em ensaios celulares sistemas de células inteiras imobilizadas (AL-ANIZI et al., 2014). Kavitha et al. (2012), inclusive, identificou em seu estudo que extratos de *M. oleifera* possuem capacidade tóxica em *Cyprinus carpio* (capa-comum), identificando uma concentração subletal a 124 mg/L, inferindo que tais compostos podem trazer efeitos adversos à diferentes espécies de um local de aplicação, como por exemplo, caso tal tecnologia fosse inserida em um rio ou fonte de água potável além da prevista aplicação em águas suínícolas. Porém, não se sabe se tal efeito é similar em cascas de *M. oleifera*, sendo necessário experimentos futuros para verificar a segurança do material em largas aplicações.

A capacidade de floculação se dá pela presença de floculantes no macerado da semente, tais como globulina e albumina, aos quais foram verificadas proporcionando uma alta redução da turbidez da água, assim como uma significativa purificação da mesma. Porém, pouco se sabe a respeito da capacidade floculante da membrana “alada” que envolve as sementes de moringa, as quais são descartadas muitas vezes em processos que utilizam tal macerado para a floculação e ainda que utilizam a semente para fins alimentícios e fitoterápicos (GARCIA-FAYOS et al. 2015; BAPTISTA et al. 2017; DELELEGN et al. 2018; HOA e HUE 2018; VALVERDE et al. 2018).

Estudos associaram a capacidade floculante dos extratos de *M. oleifera* à presença de proteínas de alto peso molecular (em torno de 13 kDa) com capacidade de adsorção de moléculas presentes na água, apresentando ponto isoelétrico de 10 e 11, demonstrando o caráter catiônico dessas proteínas. Experimentos anteriores utilizando macerados de sementes descascadas e sementes íntegras (apresentando tanto extratos macerados

do interior da semente como sua casca) indicaram que sementes íntegras apresentaram menor capacidade adsorptiva em águas em comparação às descascadas. Isso demonstra uma clara concentração das proteínas ativas em seu interior, porém, como há uma grande concentração de proteínas e óleos em sua casca é possível que haja a presença das mesmas proteínas coagulantes, porém em menor quantidade (NDABIGENGESERE et al., 1995).

Outro poluente de recursos hídricos que está correlacionado aos surtos por patógenos virais é a presença elevada de metais na água. Tal presença está diretamente relacionada às diversas interações entre as proteínas virais, promovendo uma maior funcionalidade e estabilidade nessas estruturas (AL-BADAIL e SHUHAIMI-OTHTMAN, 2015). Diversos metais como zinco, cobre e manganês mediam a atividade viral, aumentando a taxa de sobrevivência assim como a taxa de suscetibilidade de infecção (CHATURVEDI et al., 2004). Por exemplo, Zinco, foi identificado sendo relacionado a atividade da transcriptase reversa em HIV-1 (GUO et al., 2000). Tais metais também possibilitam uma maior presença de vírus viáveis nas águas onde suas concentrações são maiores, como por exemplo, é observado em estudo com o HADV em águas com alta presença de manganês, níquel, arsênio, bário e chumbo (REIS et al., 2019).

Estudos anteriores demonstraram eficiência na utilização de “bolos” de *M. oleifera* (obtidos pelo mascaramento das sementes e sucessivas secagem do material a fim de obter um material com consistência de pasta) na absorção de diferentes tipos de metais em água, incluindo chumbo (GONÇALVES JUNIOR *et al.*, 2013). Porém pouco se sabe se um resultado semelhante pode ser obtido pela utilização de cascas das sementes que são comumente descartadas. Neste sentido, o presente estudo baseou-se na hipótese de que membranas aladas de semente de *M. oleifera* atuam na redução de turbidez, *E. coli* e vírus entéricos em efluentes suínolos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Efluentes da Suinocultura: Coletas e Características Físico-Químicas

Para realização deste estudo foram coletados efluentes da saída de biodigestores anaeróbios provenientes de três granjas de criação de suínos, situadas no município de Concórdia-SC (27°18' S, 51°59' W). Tratavam-se de granjas de suínos em fase de engorda (fase de terminação), com aproximadamente 300 animais em cada uma. Os biodigestores anaeróbios possuíam uma média de 15 m de comprimento, 7 m de largura, volume de 135 m³ de dejetos suínolos, com alimentação diária de 3 m³/dia e tempo de retenção hidráulica estimado entre 30 – 50 dias.

Amostras compostas de efluentes ($n=3$ amostras), cada uma de 1 L, foram coletadas em duas campanhas amostrais, em outubro de 2019 e em outubro de 2020. Amostras

foram transportadas refrigeradas até o Laboratório de Virologia Aplicada (LVA) da UFSC, sob refrigeração.

2.2 Sementes de *M. oleifera*

Sementes de *M. oleifera* foram obtidas comercialmente. As sementes íntegras da planta possuem um envoltório não membranoso e uma membrana alada que circunda a semente conforme a Figura 1.



Figura 1: Sementes de *M. oleifera* íntegras. Indicando as membranas aladas (indicadas por “1” em vermelho), seu envoltório não membranoso (indicadas por “2” em azul).

2.3 Avaliação e Quantificação de Patógenos Entéricos Virais

2.3.1 Vírus entéricos

Para a concentração de ácidos nucleicos das amostras, o HAdV-5 foi utilizado como controle interno nas amostras, previamente inoculadas com 3×10^6 PFU (unidades formadoras de placa). Os ácidos nucleicos virais foram extraídos através do kit comercial PureLink® Viral RNA/DNA, Invitrogen (Life Technologies), de acordo com as instruções do fabricante, utilizando-se 200 μ L de cada amostra. O concentrado de material genético foi armazenado à - 20 °C para sua amplificação e quantificação viral pelo método de PCR (Reação da Cadeia da Polimerase) em tempo real (qPCR).

Os protocolos utilizados nas qPCRs são os mesmos descritos em Hundesa et al. (2009), Opriessnig et al. (2003), Jothikumar et al. (2006), Zeng et al. (2008) e Hernroth et al. (2002), visando a detecção e quantificação PAdV, PCV-2, HEV, RV-A e do controle

interno HAdV-5, respectivamente. Para vírus de RNA, como foi o caso do RV-A e HEV, foi utilizado o OneStep RT-PCR Kit (QIAGEN), contendo a enzima transcriptase reversa, o que permite a síntese do cDNA previamente à qPCR, promovendo a RT-qPCR em uma única reação. Plasmídeos contendo os fragmentos gênicos dos vírus avaliados foram utilizados em diluição seriada para a formação da curva padrão. Todas as análises contaram com controle negativo e foram realizadas em placas de 96 cavidades (MicroAmp Applied Biosystems), no aparelho StepOnePlus™ Real-Time PCR System (Applied Biosystems).

2.3.2 Análises de *E. coli*

A análise e quantificação de *E. coli* foi realizada por meio de isolamento direto em Ágar seletivo e diferencial MacConkey (frequentemente utilizado para diferenciar vários bacilos gram-negativos capazes de fermentar a lactose, produzindo colônias rosas). O efluente foi diluído seriamente na base 10 em tampão fosfato salino 1 X (pH 7,5). Um total de 100 µL de cada diluição até na diluição de 100 mil vezes foi plaqueado em condições assépticas e as placas foram incubadas a 37°C durante 24h. A contabilização deu-se em Unidade Formadora de Colônia (UFC)/ml.

2.4 Análise de Turbidez Adaptada - Espectrofotometria Óptica

Para fins de análises de turbidez dos efluentes, realizou-se a avaliação espectral da densidade óptica (DO) utilizando o aparelho SpectraMax® M2^o. As leituras foram realizadas na faixa de 540 nm, usando 200µL de efluente em placas de 96 cavidades, em quadruplicatas.

2.5 Desenho Experimental

Realizaram-se três ensaios para alcançar os respectivos objetivos deste estudo: Ensaio 1 (Piloto investigativo com sementes íntegras de *M. oleifera* – denominado tratamento SIMO); Ensaio 2 e 3 (ensaios dependentes usando MASMO seguido de sedimentação, respectivamente).

a) Ensaio 1: Piloto investigativo usando semente íntegra de *M. oleifera* (SIMO)

Efluentes da suinocultura foram segregados em frascos de vidro, em um volume de 200 ml cada, em réplicas experimentais, em dois experimentos independentes. Neste piloto avaliou-se a capacidade de sementes íntegras reduzirem turbidez em efluentes da suinocultura. Para tal fim, sementes íntegras foram adicionadas na concentração de 62 mg/L, 125 mg/L e 240 mg/L, considerando estudos prévios da literatura (BHUARTAWAT *et al.*, 2007). O efluente foi mantido em agitação constante (150 RPM-min), em temperatura ambiente de 23°C. Amostras de 1-4 ml foram retiradas para análises de turbidez considerando intervalos de 0, 2, 4, 6 e 8h de tratamento. Controles não tratados igualmente foram avaliados. Todos os ensaios foram realizados em duplicatas experimentais independentes.

B) Ensaio 2: Tratando efluente suinícola com membrana alada de *M. oleifera* (MASMO)

Para fins de estudo da hipótese de que a membrana alada da casca da semente possuía capacidade de adsorção/redução microbiana, realizou-se a segregação de tal membrana de cada unidade de semente individualizada. Em virtude de que os resultados do ensaio 1 apresentaram melhor redução da turbidez dos efluentes tratados usando a concentração de 125 mg/L de sementes íntegras, utilizou-se esse quantitativo para a extração mecânica das membranas aladas de cada grão, rendendo 0,85 mg/L de membranas aladas de sementes de *M. oleifera* (MASMO) – Figura 2.



Figura 2: Comparação entre a semente de *Moringa oleifera* (A: placa à esquerda) e sua membrana “alada” (B: placa à direita), onde o volume de membranas da imagem corresponde diretamente às sementes descascadas em uma relação de 2,5g de sementes para 0,17 g de membranas aladas.

Os ensaios foram conduzidos nas mesmas condições que o ensaio 1 (descrito acima), utilizando-se efluente da suinocultura sabidamente negativo para PADv, RVA e HEV, mas positivo para PCV-2. Para análises bacterianas, utilizou-se como modelo *E. coli*, sendo inoculado artificialmente 3×10^6 UFC/ml de *E. coli* ATCC13706 previamente produzida em caldo Brain Heart Infusion Broth (BHI). Como controle interno viral do processo, utilizou-se o HAdV-5, previamente produzido em cultura celular no LVA, o qual foi inoculado na concentração de 3×10^6 PFU/ml.

Nesse experimento o tratamento baseou-se exclusivamente em MASMO, analisando-se aqui a redução de turbidez, PCV-2 natural e *E. coli* inoculada (ambos microrganismos abundantes em efluentes da suinocultura e modelos microbianos para estudos).

C) Ensaio 3: Sedimentação natural pós-tratamento MASMO

Adicionalmente, após 8h de tratamento na condição MASMO (**Ensaio 2**), realizou-se ensaio de sedimentação das membranas e verificação da redução de vírus e bactérias no efluente tratado. Efluentes foram colocados em repouso para processo de sedimentação natural em tempo fixo de 15 min. Após tal intervalo, 5 ml de amostras do sobrenadante

foram recolhidas e analisadas de acordo com turbidez, *E. coli* e vírus entéricos (PCV-2 e HAdV-5), conforme o realizado com as amostras anteriores, considerando efluentes suinícolas tratados e não tratados com MASMO.

2.6 Citotoxicidade DOs efluentes tratados com SIMO e MASMO

Ensaio de citotoxicidade do efluente pós-tratamento com SIMO e MASMO foram conduzidos em cultura celular animal, usando a linhagem VERO (oriundas de rim de macaco verde da África -ATCC® CCL81™). Para o ensaio, o efluente controle e os tratados com MAMO e SIMO foram previamente adicionados de 1% de antibióticos (Penicilina G 100U/ml; Streptomicina 100U/ml e Anfotericina B 25g/ml) e diluídos (1:32; 1:64, 1:128, 1:264). As células VERO previamente cultivadas foram alocadas em placas de 24 cavidades, foram lavadas com solução salina (PBS pH 7,0) e receberam 100 µl das respectivas diluições em duplicata, sendo então incubadas em estufa de CO₂ a 37°C durante 1h. Em seguida, o sobrenadante foi aspirado e 1 ml do meio de manutenção (Meio Mínimo Essencial -MEM 1X, 1% Antibióticos, 2% Soro Fetal Bovino) foi adicionado em cada poço. As placas foram então levadas novamente à estufa de cultura celular animal, na qual permaneceram por 12h (afim de evitar grande propagação de fungos e bactérias, bem como viral). Após esse período houve remoção do meio de cultura, lavagem celular com solução de PBS e coloração de células viáveis usando 250 µl de preto de naftaleno. A citotoxicidade aparente foi avaliada por meio de comparação da viabilidade celular entre células controle e àquelas desafiadas com os efluentes da suinocultura.

2.7 Análises Estatísticas

Análises estatísticas de variação entre os grupos experimentais foram conduzidos no GraphPad Prisma 5.0 (EUA) usando o teste ANOVA e regressão linear, sendo consideradas diferenças significativas quando $p \leq 0,05$.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ensaio 1 - SEMENTE ÍNTEGRA (SIMO)

Nas análises do ensaio 1 observou-se a maior redução da turbidez utilizando 125 mg/L de SIMO. A Tabela 1 demonstra os resultados da análise de turbidez por espectrofotometria óptica, havendo uma redução máxima de 53,78% da turbidez usando 125 mg/L de sementes.

Tempo (horas)	62 mg/L	125 mg/L	240 mg/L	Controle não tratado
2	1,85	2,51	2,04	2,31
4	1,76	1,50	1,94	2,31
6	1,63	1,07	1,47	2,50
8	1,49	1,16	1,41	2,09
Redução Total (%)	19,45	53,78	30,8	9,5

Tabela 1: Média dos resultados da turbidez via leitura espectrométrica em SpectraMax® M2^e à 540 nm e a redução percentual após os tratamentos usando sementes íntegras de *M. oleifera*.

Houve uma tendência linear de decaimento entre os tempos 2 e 6 h com redução significativa no tratamento SIMO usando 125 mg/L – Figura 3.

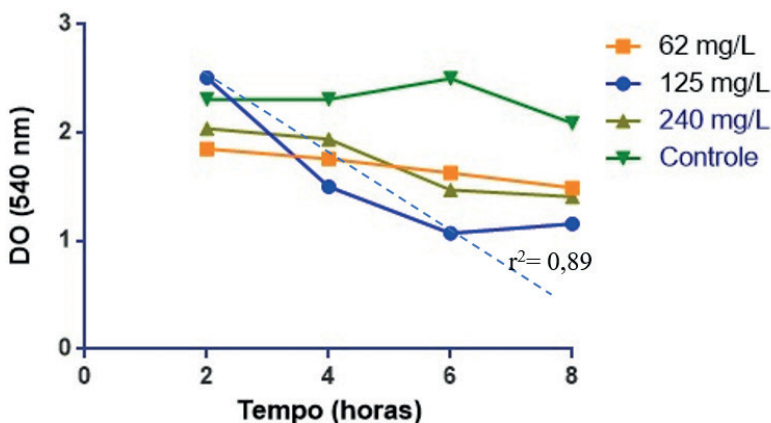


Figura 3: Redução com tendência linear de decaimento da turbidez no tratamento SIMO usando 125 mg/L.

As sementes íntegras podem ter atuado na agregação de sólidos em suspensão reduzindo a turbidez aparente dos efluentes em relação ao controle. Além disso, o estudo de toxicidade não apresentou efeitos citotóxicos nas diluições 1:128 e 1:264, porém apresentando citotoxicidade nas diluições 1:32 e 1:64 do efluente tratado em comparação com o controle em células VERO. Isso é um fato inédito, pois não usamos semente maceradas e sim íntegras, evitando a maior liberação de compostos tóxicos, porém mostrando sua capacidade na redução de turbidez amostral. Estudos prévios demonstram a efeitos citotóxicos, mesmo em altas diluições, superiores a 1:1000 em

diferentes organismos quando utiliza-se extratos macerados de sementes de *M. oleifera*, incluindo ensaios *in vitro* e *in vivo* (*Cyprinus carpio* (carpa-comum)) - (AL-ANIZI *et al.*, 2014 e KAVITHA *et al.* 2012).

Esses dados foram fundamentais para avaliarmos o quanto a membrana alada de *M. oleifera* era responsável por tal redução de turbidez, bem como passou-se a questionar se haveria eficiência em reduzir patógenos entéricos.

3.2 Ensaios 2 e 3 - Tratando efluente suinícola com membrana alada de *M. oleifera* (MASMO) seguido de sedimentação

- **Turbidez**

Os dados do primeiro experimento foram importantes para formular o desenho experimental dos Ensaios 2 e 3, validando o possível efeito adsorptivo de MASMO.

A Figura 4 apresenta a turbidez de efluente tratado e não tratado com MASMO em até 8h. Entre 6 e 8 h a curva do controle interpola-se com a curva do tratado, demonstrando uma potencial tendência de redução da turbidez. No entanto não houve redução significativa da turbidez do efluente suinícola tratado com MASMO até as primeiras 8 h de avaliação.

A variação de turbidez tanto no controle quanto no tratamento, pode ser devido a replicação bacteriana no efluente. Tal comportamento, porém, não foi o mesmo obtido no Ensaio 1, podendo haver influência de inibição bacteriana da possível liberação de compostos da semente íntegra a qual não são encontrados nas membranas aladas.

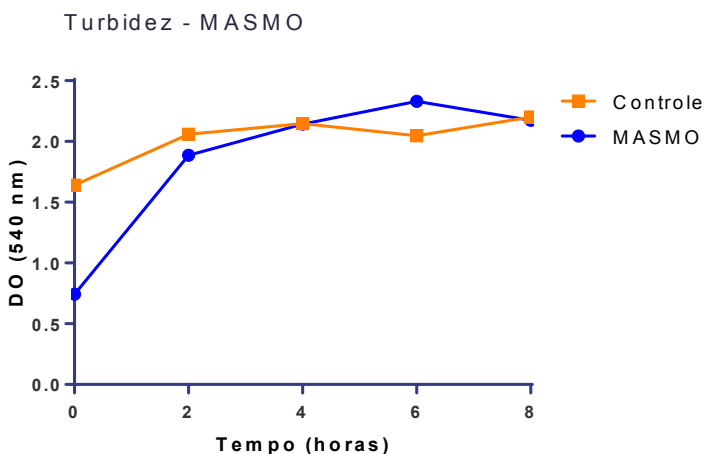


Figura 4: Turbidez de efluente tratado e não tratado com MASMO em até 8h.

No entanto após sedimentação de 15 minutos o efluente tratado com MASMO teve redução de 69% em sua turbidez, quando comparado ao controle não tratado (Tabela 2). Isso representa um importante achado do ponto de vista operacional do tratamento de MASMO seguido de sedimentação do efluente, visando maior remoção de sólidos suspensos.

Tempo (15min)	MASMO-Sedimentação	Controle não tratado
2	0,96±0,06	1,39±0,29
Redução Total (%)	69,06	

Tabela 2: Redução da turbidez do efluente suinícola após MASMO seguido de sedimentação de 15 min em relação ao controle não tratado.

Examinando os dados de turbidez e comparando com estudos anteriores os quais utilizaram extratos da semente de *M. oleifera* (DELELEGN et al. 2018; BAPTISTA et al., 2017), um novo tipo de amostragem foi proposta, considerando o fenômeno de sedimentação. Esse teste não foi realizado no primeiro ensaio porque usando SIMO havia floculação das sementes e não sedimentação como ocorrido em MASMO.

- **Redução viral e bacteriana**

Quando PCV-2 foi avaliado durante o tratamento do efluente da suinocultura usando MASMO, entre 4-8 h houve uma redução viral significativa de 3 log₁₀ (99,9%) em relação ao controle não tratado. Quanto ao HAdV-5, usado como controle viral interno, houve uma redução branda e não significativa de 1 log₁₀ após 6h de tratamento usando MASMO (Figura 5). Considera-se ainda que o HAdV-5 foi inoculado artificialmente na amostra, para fins de controle viral; Já o PCV-2 naturalmente ocorre nessas amostras, estando aclimatado e propiciando avaliar melhor seu comportamento experimental frente ao MASMO. A redução viral pode estar relacionada com a ampla afinidade de vírus não envelopados com compostos orgânicos em suspensão. Podendo por um lado, auxiliar na sedimentação viral e predação por protozoários ali presentes, bem como, inferir em uma maior estabilidade destes vírus ao gerar o efeito agregativo (CHATTOPADHYAY et al., 2000; CHATURVEDI et al., 2004; AL-BADAI AND SHUHAIMI-OTHMAN 2015).

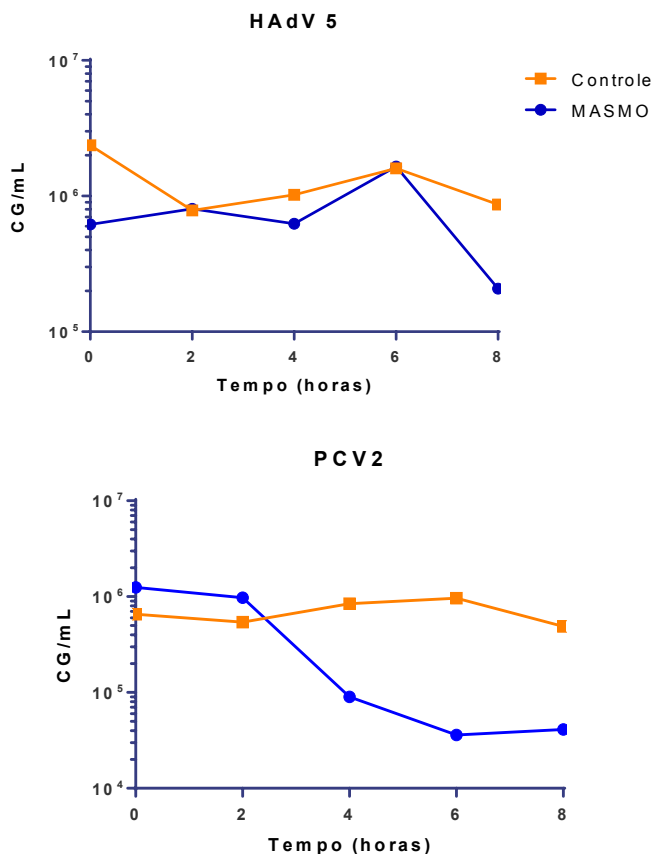


Figura 5: Média detectada de HAdV-5 e PCV-2 após tratamento com MASMO, onde o controle e tratamento (MASMO) estão representados em cores laranja e azul, respectivamente.

Cabe ressaltar que a inibição e/ou redução de PCV-2 possui grande importância no âmbito de se obter granjas suínicas que evitem retro-infecção no sistema, possuindo grande capacidade de contaminação de um sistema de criação após contato com uma cepa viral ativa. Tal vírus é amplamente distribuído em criações de suínos no mundo, sendo raro os casos no qual há granjas livres do patógeno. PCV-2 ocasiona diversas lesões teciduais e enfraquece o organismo, sendo que tal vírus pode provocar infecção em todas as fases de criação animal, independente do estado imunológico (OPRIESSNIG *et al.*, 2020).

Os ensaios de citotoxicidade demonstraram que MASMO não apresentou efeitos negativos sob células animais (VERO), mesmo em diluição baixas (1:32; 1:64; 1:128 e 1:264), do efluente tratado após 8h em comparação com o controle não tratado neste mesmo tempo.

É importante ressaltar que certos peptídeos encontrados no interior das sementes de *M. oleifera* apresentaram facilidade em se ligar em partículas negativamente carregadas

de característica coloidal, como por exemplo, partículas virais (BARAKAT *et al.*, 2016), havendo redução viral significativa em diferentes filtros tratados com extratos macerados das sementes, sejam eles compostos de biomateriais ou areia (XIONG *et al.*, 2017; FRANCISCO *et al.*, 2014). Porém nossos resultados apontam um possível uso simplificado e escalonável, apenas das membranas residuais de tais semente, sem aparente citotoxicidade, evitando-se o processo de maceração que pode interferir na toxicidade da matriz ambiental tratada.

No que se referiu à *E. coli* avaliada em MASMO não houve redução significativa, havendo apenas às 8h de tratamento a interpolação das curvas de efluentes não tratado e tratado, o que indicaria um possível início de inativação ou redução bacteriana (Figura 6). Observa-se uma flutuação nos valores de *E. coli* ao longo das 8 horas experimentais. Tal flutuação pode ser devido à influência da adição de nutrientes no efluente comparado ao controle, hipotetizando que entre 4 e 6 h MASMO pode ter auxiliado no desenvolvimento bacteriano.

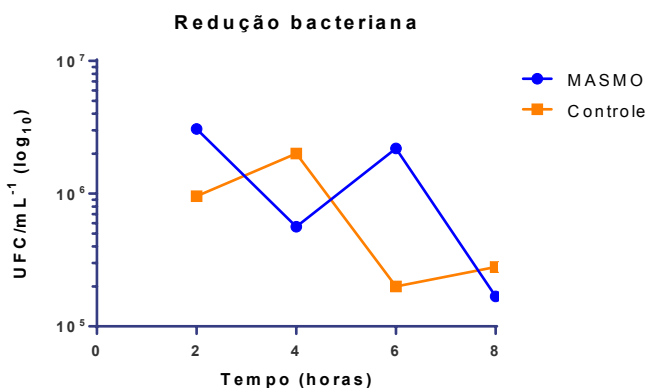


Figura 6: Variação em unidades formadoras de colônias de *E. coli* após tratamento com MASMO. Controle e tratamento (MASMO) estão representados respectivamente em laranja e azul.

Considerando o fenômeno de sedimentação após 8h de MASMO houve redução de 90% de *E. coli*, PCV-2 e HAdV-2. Explica-se que com a precipitação de MASMO ao longo na coluna de efluente houve uma maior sedimentação viral ou sua inativação, comprovando assim o efeito agregativo ou inativatório em relação aos controles não tratados com MASMO e igualmente sedimentados.

Essa possível atração deve-se a capacidade adsorptiva de patógenos às membranas que podem desempenhar um importante papel como biofiltros, como foi demonstrado por Xiong *et al.* (2017) a qual aumentou significativamente a eficácia a retenção de impurezas d'água após a adição de sementes de *M. oleífera* em filtros de areia. Assim como Francisco *et al.* (2014), a qual aumentou a eficiência de biofiltros compostos orgânicos

como carvão e folhas de eucalipto e bambu, após a adição do extrato do interior da semente de *M. oleifera*. Ao invés do extrato do interior da semente, a qual é comumente utilizado para aumentar capacidades de retenção de partículas em suspensão, MASMO poderia ser possivelmente utilizado como aditivo em diferentes tipos de filtros, utilizando tal material que seria normalmente descartado.

Em suma, com o aumento de 2,5 vezes do número total de suínos entre 1960 e 2010 (FAO, 2019) e com a perspectiva da população mundial de alcançar 9,6 bilhões de indivíduos em 2050 (UN, 2013), demandando proteína para fonte nutricional, bem como produção de grãos, cada vez mais o aspecto sanitário e epidemiológico se torna necessário na reciclagem de efluentes animais. Nisso, tratamentos adicionais acessíveis para uma própria eliminação de vírus e bactérias presentes no sistema de digestão anaeróbia, são de grande interesse.

Neste contexto, resíduos de sementes de *M. oleifera* como aqui estudado (resíduos da semente - membrana alada) podem ser de grande utilidade, por se tratar de um recurso barato, biodegradável, comumente descartado e a qual apresenta capacidade na redução de patógenos virais e bacterianos.

4 | CONCLUSÃO

Nossos resultados mostram o potencial do uso de membranas aladas de cascas de sementes de *M. oleifera* seguido de sedimentação (membranas usualmente descartadas na produção de alimentos e medicamentos), alcançando a redução de patógenos bacterianos e virais em efluentes da suinocultura, visando melhorias para fins de biofertilização.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências de fomento pelas bolsas disponibilizadas aos autores: CNPq (Estêvão Brasiliense de Souza), CAPES/PNPD (Doris Sobral Marques Souza), CAPES (Paula Rogovski) e FAPESC (Rafael Dorighello Cadamuro; Termo de Outorga: 2020TR715), bem como ao Projeto Extensionista (Sigpex-UFSC: 201917940) do Laboratório de Virologia Aplicada-MIP-CCB-UFSC.

REFERÊNCIAS

ACHESON, D. et al. *Campylobacter jejuni* Infections: update on emerging issues and trends. **Clinical Infectious Diseases**, [S.L.], v. 32, n. 8, p. 1201-1206, 15 abr. 2001. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1086/319760>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Atlas esgotos**: despoluição de bacias hidrográficas. Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017a. 88 p.

AKIN, E.W., et al (1971). Enteric viruses in ground and surface waters: a view of their occurrence and survival. In: *Water Quality: Occurrence and Control, Thirteenth Water Quality Conference Proceeding*, University of Illinois, Urbana-Champaign, pp. 59–74

AL-BADALI F, SHUHAIMI-OTHMAN M (2015) Water pollution and its impact on the prevalence of antibiotic-resistant *E. coli* and total coliform bacteria: a study of the Semenyih River, Peninsular Malaysia. *Water Qual Exp Health* 7:319–330

AL-ANIZI, Ali Adnan et al. Toxicity assessment and modelling of *Moringa oleifera* seeds in water purification by whole cell bioreporter. **Water Research**, [S.L.], v. 56, p. 77-87, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2014.02.045>.

AMARAL, André C. do et al. Swine effluent treatment using anaerobic digestion at different loading rates. **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 34, n. 3, p. 567-576, jun. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-69162014000300019>.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. “**Proibidos alimentos com Moringa oleifera**” **Resolução RE 1.478/2019**, de 4 de maio de 2019. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/proibidos-alimentos-com-moringa-oleifera/219201?p_p_auth=VVlavxiK&inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fportal.anvisa.gov.br%2Fnoticias%3Fp_p_auth%3DVLavxiK%26p_p_id%3D101_INSTANCE_FXrpx9qY7FbU%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3D_118_INSTANCE_KzfwbqagUNdE__column-2%26p_p_col_count%3D2> Acessado em: 20 julh. 2019.

APPELS, Lise et al. Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge. **Progress In Energy And Combustion Science**, [S.L.], v. 34, n. 6, p. 755-781, dez. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pecs.2008.06.002>.

AUER, Agathe et al. Agricultural anaerobic digestion power plants in Ireland and Germany: policy and practice. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, [S.L.], v. 97, n. 3, p. 719-723, 28 set. 2016. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.8005>.

BAPTISTA, Aline Takaoka Alves et al. Protein fractionation of seeds of *Moringa oleifera* lam and its application in superficial water treatment. **Separation And Purification Technology**, [s.l.], v. 180, p.114-124, jun. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.seppur.2017.02.040>

BARAKAT, Hassan et al. Physicochemical Properties of *Moringa oleifera* Seeds and Their Edible Oil Cultivated at Different Regions in Egypt. **Food And Nutrition Sciences**, [S.L.], v. 07, n. 06, p. 472-484, 2016. Scientific Research Publishing, Inc., <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2016.76049>.

BELLI FILHO, P. Stockage et odeurs des dejections animales cas du lisier de porc. Tese (Doutorado). Univesrsidade de Rennes I. France. 181 p, 1995

BHUPTAWAT, Hitendra et al. Innovative physico-chemical treatment of wastewater incorporating *Moringa oleifera* seed coagulant. **Journal Of Hazardous Materials**, [S.L.], v. 142, n. 1-2, p. 477-482, abr. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.08.044>.

BIDAWID, S., et al. "Norovirus Cross-Contamination during Food Handling and Interruption of Virus Transfer by Hand Antisepsis: Experiments with Feline Calicivirus as a Surrogate†". *Journal of Food Protection*, vol. 67, nº 1, janeiro de 2004, p. 103–09. DOI.org (Crossref), doi:10.4315/0362-028X-67.1.103.

BOSCH, A., GUIX, S., SANO, D., & PINTÓ, R. M. (2008). New tools for the study and direct surveillance of viral pathogens in water. *Current Opinion in Biotechnology*, 19(3), 295–301. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2008.04.006>

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano. 2006. Disponível em:<http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/publicacoes/diretriz_nacional_plano_amostragem_agua.pdf> Acessado em 20 julh. 2019.

BUKOWSKI, E. *Houston Chronicle*. 1986.

CHASNYYK, O. et al. Historical, technical and economic aspects of biogas development: case of poland and ukraine. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 52, p. 227-239, dez. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.122>.

CHATTOPADHYAY, Sandip et al. Forces dictating colloidal interactions between viruses and soil. **Chemosphere**, [S.L.], v. 41, n. 8, p. 1279-1286, out. 2000. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0045-6535\(99\)00519-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0045-6535(99)00519-6).

CHATURVEDI U.C. Shrivastava R. Upreti R.K. (2004) Viral infections and trace metals: a complex interaction. *Curr. Sci*. 87.

CHOLLOM S. C. "Investigation of aqueous extract of Moringa oleifera lam seed for antiviral activity against newcastle disease virus in ovo". *Journal of Medicinal Plants Research*, vol. 6, nº 22, junho de 2012. DOI.org (Crossref), doi:10.5897/JMPR12.394.

CROXEN, M. A. et al. Recent Advances in Understanding Enteric Pathogenic Escherichia coli. **Clinical Microbiology Reviews**, [S.L.], v. 26, n. 4, p. 822-880, 1 out. 2013. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/cmr.00022-13>.

DELELEGN, A., Sahile, S. & Husen, A. Water purification and antibacterial efficacy of Moringa oleifera Lam. *Agric & Food Secur* 7, 25 (2018) doi:10.1186/s40066-018-0177-1

EGGESBØ, Merete et al. Development of gut microbiota in infants not exposed to medical interventions. **Apmis**, [S.L.], v. 119, n. 1, p. 17-35, 25 out. 2010. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0463.2010.02688.x>.

FAO. FAO Statistical Database. 2009. Disponível em:<<http://faostat.fao.org/>> Acessado em 20 julh. 2019.

FERREIRA, Douglisnilson de Moraes et al. WASTEWATER USE IN AGRICULTURE: ANALYTICAL LIMITS OF SEWAGE FOR IMPACT CONTROL IN BRAZIL. **Revista Caatinga**, [s.l.], v. 32, n. 4, p.1048-1059, dez. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252019v32n421rc>.

FONGARO, G. et al. Human and animal enteric virus in groundwater from deep wells, and recreational and network water. **Environmental Science And Pollution Research**, [s.l.], v. 22, n. 24, p.20060-20066, 25 ago. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-015-5196-x>.

FONGARO, G. et al. Utility of specific biomarkers to assess safety of swine manure for biofertilizing purposes. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 479-480, p. 277-283, maio 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.004>.

FONGARO, G. Higienização de dejetos suínos visando reciclo agrícola sanitariamente seguro. 2016. Tese. (Doutorado em Biotecnologia e Biociências. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Biociências, Florianópolis, 2016.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. 2019 Disponível em:<<http://www.fao.org/traditional-crops/moringa/en/>> Acessado em 20 julh. 2019.

FRANCISCO, João P. *et al.* Evaluation of the effect of the seed extract of Moringa oleifera Lam over the efficiency of organic filters in wastewater treatment of dairy cattle breeding. **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 143-152, fev. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-69162014000100015>.

GARCÍA, Nerea et al. Occurrence of Hepatitis E Virus in Pigs and Pork Cuts and Organs at the Time of Slaughter, Spain, 2017. **Frontiers In Microbiology**, [S.L.], v. 10, p. 20-24, 28 jan. 2020. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2019.02990>.

GARCIA-FAYOS, B. et al. Use of Moringa oleifera in drinking water treatment: study of storage conditions and performance of the coagulant extract. **Desalination And Water Treatment**, [s.l.], v. 57, n. 48-49, p.23365-23371, 23 nov. 2015. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/19443994.2015.117820>.

GIÁCOMAN-VALLEJOS, G. et al. Pathogen removal from domestic and swine wastewater by experimental constructed wetlands. **Water Science And Technology**, [S.L.], v. 71, n. 8, p. 1263-1270, 4 mar. 2015. IWA Publishing. <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2015.102>.

GIBSON, Kristen E. et al. Detection of Bacterial Indicators and Human and Bovine Enteric Viruses in Surface Water and Groundwater Sources Potentially Impacted by Animal and Human Wastes in Lower Yakima Valley, Washington. **Applied And Environmental Microbiology**, [S.L.], v. 77, n. 1, p. 355-362, 12 nov. 2010. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/aem.01407-10>.

GIGLIO, Osvalda de et al. Enteric Viruses and Fecal Bacteria Indicators to Assess Groundwater Quality and Suitability for Irrigation. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [s.l.], v. 14, n. 6, p.558-700, 24 maio 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph14060558>.

GIRONES, Rosina et al. Molecular detection of pathogens in water – The pros and cons of molecular techniques. **Water Research**, [s.l.], v. 44, n. 15, p.4325-4339, ago. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2010.06.030>.

GONÇALVES JUNIOR, Affonso C. *et al.* Applicability of Moringa oleifera Lam. pie as an adsorbent for removal of heavy metals from waters. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 94-99, jan. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662013000100013>.

GUO, J. et al. Zinc Finger Structures in the Human Immunodeficiency Virus Type 1 Nucleocapsid Protein Facilitate Efficient Minus- and Plus-Strand Transfer. **Journal Of Virology**, [S.L.], v. 74, n. 19, p.8980-8988, 1 out. 2000. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/jvi.74.19.8980-8988.2000>.

GUAN, Tat Yee et al. Pathogen Survival in Swine Manure Environments and Transmission of Human Enteric Illness-A Review. **Journal Of Environmental Quality**, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 383-392, mar. 2003. Wiley. <http://dx.doi.org/10.2134/jeq2003.3830>.

GRAHAM, D. Y. et al. Minimal infective dose of rotavirus. **Archives Of Virology**, [S.L.], v. 92, n. 3-4, p. 261-271, set. 1987. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf01317483>.

HERNROTH, Bodil E. *et al.* Environmental Factors Influencing Human Viral Pathogens and Their Potential Indicator Organisms in the Blue Mussel, *Mytilus edulis*: the first scandinavian report. **Applied And Environmental Microbiology**, [S.L.], v. 68, n. 9, p. 4523-4533, set. 2002. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/aem.68.9.4523-4533.2002>.

HESPANHOL, Ivanildo. Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Industria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s.l.], v. 7, n. 4, p.75-95, 2002. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v7n4.p75-95>.

HOA, Nguyen Thanh; HUE, Cao Thi. Enhanced water treatment by *Moringa oleifera* seeds extract as the bio-coagulant: role of the extraction method. **Journal Of Water Supply: Research and Technology-Aqua**, [s.l.], p.634-647, 19 set. 2018. IWA Publishing. <http://dx.doi.org/10.2166/aqua.2018.070>.

HUNDESA, A. et al. Development of a qPCR assay for the quantification of porcine adenoviruses as an MST tool for swine fecal contamination in the environment. **Journal Of Virological Methods**, [S.L.], v. 158, n. 1-2, p. 130-135, jun. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jviromet.2009.02.006>.

HUSMAN, A.M. de Roda et al. Quantitative risk assessment for food- and waterborne viruses. **Viruses In Food And Water**, [S.L.], p. 159-175, 2013. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1533/9780857098870.2.159>.

JILANI, Nishat et al. Hepatitis E virus infection and fulminant hepatic failure during pregnancy. **Journal Of Gastroenterology And Hepatology**, [S.L.], v. 22, n. 5, p. 676-682, 18 abr. 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1440-1746.2007.04913.x>.

JINGURA, Raphael M. et al. Optimization of biogas production by anaerobic digestion for sustainable energy development in Zimbabwe. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 13, n. 5, p. 1116-1120, jun. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2007.06.015>.

JOTHIKUMAR, Narayanan *et al.* A broadly reactive one-step real-time RT-PCR assay for rapid and sensitive detection of hepatitis E virus. **Journal Of Virological Methods**, [S.L.], v. 131, n. 1, p. 65-71, jan. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jviromet.2005.07.004>.

KAVITHA, Chokkalingam et al. Toxicity of *Moringa oleifera* seed extract on some hematological and biochemical profiles in a freshwater fish, *Cyprinus carpio*. **Experimental And Toxicologic Pathology**, [S.L.], v. 64, n. 7-8, p. 681-687, nov. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.etp.2011.01.001>.

KHAN, M.A. et al. Comparing the value of bioproducts from different stages of anaerobic membrane bioreactors. **Bioresource Technology**, [S.L.], v. 214, p. 816-825, ago. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2016.05.013>.

KLOUS, Gijs et al. Human–livestock contacts and their relationship to transmission of zoonotic pathogens, a systematic review of literature. **One Health**, [S.L.], v. 2, p. 65-76, dez. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.onehlt.2016.03.001>.

Knipe, D.M., Howley, P.M. (Eds.), 2013. *Fields Virology*, 6 th. ed. Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business, Philadelphia.

KUNZ, A. et al, 2005. Biodigestor para o tratamento de dejetos de suínos: influência da temperatura ambiente. Comunicado Técnico, Embrapa/CNPISA, vol. 416, pp. 1–5.

KUNZ, A. et al. Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil. **Bioresource Technology**, [S.L.], v. 100, n. 22, p. 5485-5489, nov. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2008.10.039>.

LANATA, Claudio F. et al. Global Causes of Diarrheal Disease Mortality in Children: a systematic review. **Plos One**, [S.L.], v. 8, n. 9, p. 1-13, 4 set. 2013. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0072788>.

LOPMAN, Ben A. et al. Epidemiology and Cost of Nosocomial Gastroenteritis, Avon, England, 2002–2003. **Emerging Infectious Diseases**, [S.L.], v. 10, n. 10, p. 1827-1834, out. 2004. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). <http://dx.doi.org/10.3201/eid1010.030941>.

MADRONA, Grasielle Scaramal et al. Evaluation of extracts of *Moringa oleifera* Lam seeds obtained with NaCl and their effects on water treatment. **Acta Scientiarum. Technology**, [S.L.], v. 34, n. 3, p. 1-5, 28 maio 2012. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actascitech.v34i3.9605>.

YEGAMBARAM, Manivannan *et al.* Role of Environmental Contaminants in the Etiology of Alzheimer's Disease: a review. **Current Alzheimer Research**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 116-146, 24 fev. 2015. Bentham Science Publishers Ltd.. <http://dx.doi.org/10.2174/1567205012666150204121719>.

MATIC, Ivana et al. Investigation of medicinal plants traditionally used as dietary supplements: a review on *Moringa oleifera*. **Journal Of Public Health In Africa**, [s.l.], v. 9, n. 3, p.1-20, 21 dez. 2018. PAGEPress Publications.

MATILAINEN, A. et al. Comparison of the Efficiency of Aluminium and Ferric Sulphate in the Removal of Natural Organic Matter During Drinking Water Treatment Process. **Environmental Technology**, [S.L.], v. 26, n. 8, p. 867-876, ago. 2005. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09593332608618502>.

MENG, Xiang-jin. Zoonotic and Foodborne Transmission of Hepatitis E Virus. **Seminars In Liver Disease**, [s.l.], v. 33, n. 01, p.041-049, 5 abr. 2013. Georg Thieme Verlag KG. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1338113>.

NDABIGENGESERE, Anselme, et al. "Active Agents and Mechanism of Coagulation of Turbid Waters Using *Moringa Oleifera*". *Water Research*, vol. 29, nº 2, fevereiro de 1995, p. 703–10. DOI.org (Crossref), doi:10.1016/0043-1354(94)00161-Y.

NGUYEN, Nhung Thi Hong, et al. Influence of Three Soil Types in Okinawa, Japan and N, P, K Fertilizations on Growth, Yield, and Oxyphinatanine Concentration of *Hemerocallis Fulva* L. Var. *Sempervirens*. Japanese Society for Tropical Agriculture, 2016. DOI.org (CSL JSON), <https://doi.org/10.11248/jsta.60.109>.

NOUHI, Shirin et al. Comparative study of flocculation and adsorption behaviour of water treatment proteins from *Moringa peregrina* and *Moringa oleifera* seeds. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 45-111, 29 nov. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-54069-2>.

OGORZALY, Leslie, et al. "Occurrence, Survival, and Persistence of Human Adenoviruses and F-Specific RNA Phages in Raw Groundwater". *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 76, n° 24, dezembro de 2010, p. 8019–25. DOI.org (Crossref), doi:10.1128/AEM.00917-10.

OLIVEIRA, P. et al. Geração e utilização do biogás em unidades de produção de suínos. Programa Nacional do Meio Ambiente – PNMA II; Projeto de Controle da Degradação Ambiental Decorrente da Suinocultura em Santa Catarina. Embrapa Suínos e Aves. Concórdia, p. 41, 2006

OPRIESSNIG, T. et al. Effect of Vaccination with Selective Bacterins on Conventional Pigs Infected with Type 2 Porcine Circovirus. **Veterinary Pathology**, [S.L.], v. 40, n. 5, p. 521-529, set. 2003. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1354/vp.40-5-521>.

OPRIESSNIG, Tanja et al. Porcine Circovirus Type 2–Associated Disease: update on current terminology, clinical manifestations, pathogenesis, diagnosis, and intervention strategies. **Journal Of Veterinary Diagnostic Investigation**, [S.L.], v. 19, n. 6, p. 591-615, nov. 2007. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/104063870701900601>.

OPRIESSNIG, Tanja et al. Porcine circoviruses: current status, knowledge gaps and challenges. **Virus Research**, [S.L.], v. 286, p. 198044, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198044>.

PALHARES, Júlio César Pascale et al. Pegada hídrica dos suínos abatidos nos Estados da Região Centro-Sul do Brasil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, [S.L.], v. 33, n. 3, p. 1-6, 8 jun. 2011. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i3.9924>.

PESARO, F. et al. In situ inactivation of animal viruses and a coliphage in nonaerated liquid and semiliquid animal wastes. *Appl Environ Microbiol* 61(1):92–97. 1995.

Raphael, Roderick A., et al. "Long-Term Survival of Human Rotavirus in Raw and Treated River Water". *Canadian Journal of Microbiology*, vol. 31, n° 2, fevereiro de 1985, p. 124–28. DOI.org (Crossref), doi:10.1139/m85-024.

REIN, David B. et al. The global burden of hepatitis E virus genotypes 1 and 2 in 2005. **Hepatology**, [S.L.], v. 55, n. 4, p. 988-997, 27 mar. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/hep.25505>.

REIS, Deyse Almeida dos et al. The Relationship Between Human Adenovirus and Metals and Semimetals in the Waters of the Rio Doce, Brazil. **Archives Of Environmental Contamination And Toxicology**, [s.l.], v. 77, n. 1, p.144-153, 11 abr. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00244-019-00625-w>.

ROSE, Nicolas et al. Epidemiology and transmission of porcine circovirus type 2 (PCV2). **Virus Research**, [S.L.], v. 164, n. 1-2, p. 78-89, mar. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.virusres.2011.12.002>.

RUPPACH, H. Log10 Reduction Factors in Viral Clearance Studies, *BioProcess. J.*, **12(4)**, 24–30 [Online] <https://www.bioprocessingjournal.com/> (7 January 2014)

- RZEŠUTKA, Artur et al. Survival of human enteric viruses in the environment and food. **Fems Microbiology Reviews**, [S.L.], v. 28, n. 4, p. 441-453, out. 2004. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1016/j.femsre.2004.02.001>.
- SÁNCHEZ, Gloria et al. Survival of Enteric Viruses in the Environment and Food. **Viruses In Foods**, [S.L.], p. 367-392, 2016. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-30723-7_13.
- SATTAR, S.A. et al (1981) Virus survival in receiving waters. In: *Viruses and Wastewater Treatment* (Goddard, M., Burler, M., Eds.), pp.91–108 Pergamon Press, New York.
- SCALLAN, Elaine et al. Foodborne Illness Acquired in the United States—Unspecified Agents. **Emerging Infectious Diseases**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 16-22, jan. 2011. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). <http://dx.doi.org/10.3201/eid1701.p21101>.
- SCHRADER, C. et al. PCR inhibitors - occurrence, properties and removal. **Journal Of Applied Microbiology**, [S.L.], v. 113, n. 5, p. 1014-1026, 24 jul. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2672.2012.05384.x>.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO A MICROS E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. Irrigação e uso racional da água no campo. 2014. Disponível em: <http://www.sebraemercados.com.br/irrigacao-e-uso-racional-da-agua-no-campo/>. Acesso em: 18 fev. 2016.
- SIDHU, J. P. S. et al. Pathogen Decay during Managed Aquifer Recharge at Four Sites with Different Geochemical Characteristics and Recharge Water Sources. **Journal Of Environmental Quality**, [S.L.], v. 44, n. 5, p. 1402-1412, set. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.2134/jeq2015.03.0118>.
- SOUZA, Doris Sobral Marques et al. Hepatitis E Virus in Manure and Its Removal by Psychrophilic anaerobic Biodigestion in Intensive Production Farms, Santa Catarina, Brazil, 2018–2019. **Microorganisms**, [S.L.], v. 8, n. 12, p. 2045, 21 dez. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/microorganisms8122045>.
- STROMBERG, Zachary R. et al. Pathogenic and non-pathogenic Escherichia coli colonization and host inflammatory response in a defined microbiota mouse model. **Disease Models & Mechanisms**, [S.L.], v. 11, n. 11, p. 1-13, 1 nov. 2018. The Company of Biologists. <http://dx.doi.org/10.1242/dmm.035063>.
- Sutherland JP, Folkard G, Grant WD. Natural coagulants for appropriate water treatment: a novel approach. *Waterlines*. 1990;8:30–2. <https://doi.org/10.3362/0262-8104.1990.020>
- THAPALIYA, Dipendra et al. Zoonotic Diseases of Swine: food-borne and occupational aspects of infection. **Zoonoses - Infections Affecting Humans And Animals**, [S.L.], p. 23-68, 9 dez. 2014. Springer Netherlands. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-9457-2_2.
- THACKER, Eileen L. et al. Immunology of the Porcine Respiratory Disease Complex. **Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practice**, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 551-565, nov. 2001. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0749-0720\(15\)30006-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0749-0720(15)30006-2).
- TRETER, Janine et al. Washing-resistant surfactant coated surface is able to inhibit pathogenic bacteria adhesion. **Applied Surface Science**, [S.L.], v. 303, p. 147-154, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsusc.2014.02.123>.

UN, 2012. World Population Prospects, the 2012 Revision. Disponível em:<<https://www.un.org/en/development/desa/publications/world-population-prospects-the-2012-revision.html>> Acessado em 5 agosto de 2019.

VELHO, Viviane F et al. The viability of treated piggery wastewater for reuse in agricultural irrigation. **International Journal Of Recycling Of Organic Waste In Agriculture**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 10, 2012. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/2251-7715-1-10>.

VIANCELLI, Aline et al. A review on alternative bioprocesses for removal of emerging contaminants. **Bioprocess And Biosystems Engineering**, [S.L.], v. 43, n. 12, p. 2117-2129, 17 jul. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00449-020-02410-9>.

VIANCELLI, A. et al. Detection of circoviruses and porcine adenoviruses in water samples collected from swine manure treatment systems. **Research In Veterinary Science**, [s.l.], v. 93, n. 1, p.538-543, ago. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2011.07.022>.

VIANCELLI, A. et al. Performance of two swine manure treatment systems on chemical composition and on the reduction of pathogens. **Chemosphere**, [S.L.], v. 90, n. 4, p. 1539-1544, jan. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.08.055>.

VLASOVA, Anastasia et al. Porcine Rotaviruses: epidemiology, immune responses and control strategies. **Viruses**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 48, 18 mar. 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/v9030048>.

WEBER, Kela et al. Pathogen removal in constructed wetlands. 2008.

WEN, Xiaotong et al. Microbial Indicators and Their Use for Monitoring Drinking Water Quality—A Review. **Sustainability**, [S.L.], v. 12, n. 6, p. 2249, 13 mar. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su12062249>.

WHO. Guideline for drinking water quality incorporation first addendum. Vol.1, Recommendations 3rd ed. 2006.

WHO, 2011. Hepatitis E [WWW Document]. World Heal. Organ. URL www.who.int (acessado em 4.27.20).

XIONG, Boya *et al.* Moringa oleifera f-sand Filters for Sustainable Water Purification. **Environmental Science & Technology Letters**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 38-42, 28 nov. 2017. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.estlett.7b00490>.

ZHANG, Di et al. Impacts of Small-Scale Industrialized Swine Farming on Local Soil, Water and Crop Qualities in a Hilly Red Soil Region of Subtropical China. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 14, n. 12, p. 1524, 6 dez. 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph14121524>.

ZENG, S.-Q. et al. One-step quantitative RT-PCR for the detection of rotavirus in acute gastroenteritis. **Journal Of Virological Methods**, [S.L.], v. 153, n. 2, p. 238-240, nov. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jviromet.2008.08.004>.

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

Aceitação Sensorial 133
Albinismo 117, 121
Aprendizagem 26, 27, 30, 148, 174, 175
Avicultura 94, 102

B

Bactérias 11, 27, 30, 31, 43, 44, 48, 53, 54, 60, 83, 84, 85, 86, 93, 94, 95, 100, 101, 133, 134, 135, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 165
Bactérias entéricas 43, 44
Bactérias lácticas 133
Bignoniaceae 11, 81, 82, 89, 90, 91, 92
Biossegurança 10, 25, 26, 27, 29, 31, 32

C

Cadeia Ecológica 117
Cefotaxima 94, 95, 96, 97, 99, 100
Coronavírus 27, 32, 124, 125, 126, 128, 130, 131, 132
COVID-19 12, 25, 26, 31, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132
Cuidado Parental 117, 121
Cultivo celular 3D 70

D

Diabetes Mellitus 12, 103, 104, 105, 107, 108, 114, 115, 116, 176
Dopamina 147, 148, 149, 150, 151, 152

E

Enfermagem 103, 116, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 165
Ensino 13, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 140, 167, 168, 169, 174, 175
Ensino-Aprendizagem 26, 30, 175
Entomopatogênicos 33, 34, 40, 42
Epidemiologia 10, 11, 12, 13, 15, 21, 115
Escherichia coli 43, 44, 47, 62, 67, 81, 82, 95, 101, 102, 157, 158, 159, 160, 166
Esquistossomose 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

F

Fatores de risco 16, 19, 104, 106, 111, 112, 113, 114, 115, 116

Felinos 13, 15, 22

Fermentação 133, 137, 143

G

Gestão de riscos 124

H

Hyphomycetes 33

L

Lactobacillus 133, 134, 136, 143, 145, 146

Lentivirus 12, 13, 14

M

Modelagem computacional 70

N

Nanobiotecnologia 70

Nanoprata 158

O

Orégano 157, 158, 160, 161, 163, 165

P

Produção conidial 33, 34, 37, 40

Promoção da saúde 104, 105, 112, 113, 114, 115, 116

R

Recursos Naturais 44

Replica Plating 96, 97, 100, 102

Retossigmóide 1, 4, 5

S

Schistosoma mansoni 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 90

Sistema de recompensa 147, 148, 149, 150, 151, 152





Staphylococcus aureus 81, 82, 157, 158, 159, 160, 165

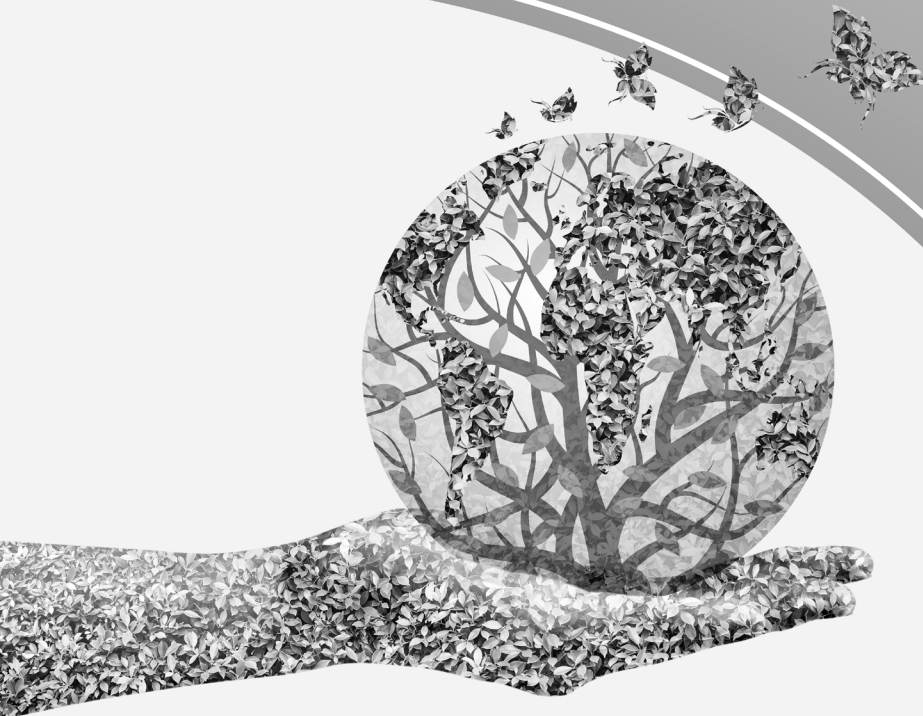
Substâncias Psicoativas 148, 149, 150, 151

V

Vírus entéricos 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 54

Ciências biológicas: Realidades e virtualidades 3

 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 3

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

