

Benedito Rodrigues da Silva Neto
(Organizador)

Consolidação do Potencial Científico e Tecnológico das Ciências Biológicas 2



Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
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. 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
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. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza 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. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliariari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás

Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
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

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

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. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Kimberly Elisandra Gonçalves Carneiro
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Benedito Rodrigues da Silva Neto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C755 Consolidação do potencial científico e tecnológico das ciências biológicas 2 / Organizador Benedito Rodrigues da Silva Neto. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-649-2

DOI 10.22533/at.ed.492200212

1. Ciências biológicas. I. Silva Neto, Benedito Rodrigues 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.

APRESENTAÇÃO

A obra “Consolidação do potencial científico e tecnológico das Ciências Biológicas – volume 2” que aqui apresentamos, trata-se de mais um trabalho dedicado ao valor dos estudos científicos realizados pelo campo promissor das Ciências Biológicas.

As Ciências Biológicas constituem uma vasta área de conhecimento com aplicabilidade direta no dia-a-dia da população. O avanço desta área representa inúmeras possibilidades no campo do desenvolvimento social, já que este campo se correlaciona diretamente com a saúde coletiva, educação, pesquisa básica e aplicada dentre outros, já que a Ciências Biológicas é a área que tem como objetivo estudar todos os tipos de vida: flora, fauna, seres humanos e animais, desde a escala atômica até a taxonomia.

A consolidação desta área é ainda fundamental na descoberta de aplicações de organismos na medicina, e seu potencial científico no desenvolvimento de medicamentos e na indústria, em áreas de fabricação de bebidas e de alimentos.

Como principais aspectos temáticos, abordados neste volume, temos os estudos sobre aclimatação aquática, biologia experimental, perfil epidemiológico, acidente domésticos, plantas medicinais, coagulação sanguínea, atividade antimicrobiana, fungos, mucosa intestinal, cirurgia bariátrica, ensino-aprendizagem, coleta de resíduos sólidos, gestão pública, Sistemas de Informação geográfica, meio ambiente, políticas públicas, tecnologia, biodiversidade, inovação, fitoterápicos, produtos naturais,

Essa é uma premissa que temos afirmado ao longo das publicações da Atena Editora: evidenciar publicações desenvolvidas em todo o território nacional, deste modo, este e-book da área de Ciências Biológicas tem como principal objetivo oferecer ao leitor uma teoria bem fundamentada desenvolvida pelos diversos professores e acadêmicos de todo o território nacional, maneira concisa e didática.

Desejo a todos uma excelente leitura!

Benedito Rodrigues da Silva Neto

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A IMPORTÂNCIA DA RELAÇÃO FAMÍLIA - ESCOLA - COMUNIDADE NA ESCOLA SÔNIA HENRIQUES BARRETO

Angela Mendes Santos
Luany Jaíne de Araújo Souza
Maria Lucita Garcia Ferreira
Gislany Reis de Moraes
Martana Mara Martins Cunha
Joely Pires Aragão
Kelem Patrícia Marciel de Lima

DOI 10.22533/at.ed.4922002121

CAPÍTULO 2..... 7

ADAPTAÇÃO DE PEIXES AMAZÔNICOS EM AMBIENTE CONTROLADO PARA SEREM UTILIZADOS EM ENSAIOS DE ECOTOXICOLOGIA COMPORTAMENTAL

Daniela Andressa Ferreira Viana
Nataniely Cristina Pinto Pimentel
Soraia Baía dos Santos
João David Batista Lisboa
Milena de Sousa Vasconcelos
Ruy Bessa Lopes
Maxwell Barbosa de Santana

DOI 10.22533/at.ed.4922002122

CAPÍTULO 3..... 15

ANÁLISE DE ACIDENTES DOMÉSTICOS EM CRIANÇAS EM UMA UNIDADE DE PRONTO ATENDIMENTO 24H NO INTERIOR DA AMAZÔNIA

Carlos Eduardo Branches de Mesquita
Aríssia Micaelle Coelho Sousa
Francileno Sousa Rêgo
Línive Gambôa Lima
Adrienne Carla de Castro Tomé
Marcus Matheus Lobato de Oliveira
João Vitor Ferreira Walfredo
Layze Carvalho Borges
Juliana Ferreira da Silva
Ana Caroline de Macedo Pinto
Susan Karolayne Silva Pimentel
Adriele Feitosa Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.4922002123

CAPÍTULO 4..... 25

AVALIAÇÃO DA BIOATIVIDADE ANTICOAGULANTE E ANTIMICROBIANA DE DIFERENTES EXTRATOS DAS PLANTAS *Cordia salicifolia* E *Chrysothamnus icacola*

Ana Luísa Ferreira Giupponi

Beatriz da Silva Cunha
Marco Túlio Menezes Carvalho
Mateus Goulart Alves
Marlon Vilela de Brito
Sérgio Ricardo Ambrósio
Larissa Costa Oliveira
Pedro Pereira Orsalino
Caio Cesar da Silva Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.4922002124

CAPÍTULO 5.....40

**BIOATIVIDADE ANTICOAGULANTE E ANTIMICROBIANA DOS ÓLEOS VEGETAIS
EXTRAÍDOS DA *COPAIFERA PAUPERA* E *COPAIFERA PUBIFLORA***

Marco Túlio Menezes Carvalho
Anna Karolina Pereira de Souza
Daniela Gontijo Tsutake
Ana Luísa Ferreira Giupponi
Beatriz da Silva Cunha
Mateus Goulart Alves
Marlon Vilela de Brito
Sérgio Ricardo Ambrósio

DOI 10.22533/at.ed.4922002125

CAPÍTULO 6.....53

CONTROLE BIOLÓGICO, *IN VITRO*, DE FITOPATÓGENOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS

Bruno Rodrigo de Jesus dos Santos
Jéssica Carine do Nascimento de Matos
Rayssa Xavier Rebelo
Katiane Araújo Lourido
Geomarcos da Silva Paulino
Bruna Cristine Martins de Sousa
Thiago Almeida Vieira
Denise Castro Lustosa

DOI 10.22533/at.ed.4922002126

CAPÍTULO 7.....68

**EFEITOS DA DERIVAÇÃO DUODENOJEJUNAL SOBRE A MORFOLOGIA DO DUODENO
EM RATOS OBESOS COM DIETA DE CAFETERIA**

Lia Mara Teobaldo Tironi
Allan Cezar Faria Araujo
Sandra Lucinei Balbo
Marcia Miranda Torrejais
Angelica Soares

DOI 10.22533/at.ed.4922002127

CAPÍTULO 8.....	80
EFEITOS DO EFLUENTE CONTAMINADO COM COMPOSTOS NITROAROMÁTICOS NA INDUÇÃO DE ESTRESSE OXIDATIVO EM <i>AZOLLA SP</i>	
Bruna Durat Coelho Patrícia Carla Giloni-Lima Vanderlei Aparecido de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.4922002128	
CAPÍTULO 9.....	90
HERBÁRIOS COMO ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE EDUCAÇÃO: A EXPERIÊNCIA DO SAMES NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO	
Kamila Jesus de Souza Elisa Mitsuko Aoyama Luis Fernando Tavares de Menezes	
DOI 10.22533/at.ed.4922002129	
CAPÍTULO 10.....	105
MAPEAMENTO DOS PONTOS DE DESCARTE INADEQUADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BAIRRO CENTRO, BRAGANÇA/PA	
Izabelle Victória Silva Lopes Tiago Cristiano Santos de Oliveira Luiz Antonio Soares Cardoso	
DOI 10.22533/at.ed.49220021210	
CAPÍTULO 11.....	119
OCORRÊNCIA DE MICOBACTÉRIAS NÃO TUBERCULOSAS (MNT) EM PRIMATAS NÃO HUMANOS EM SANTARÉM-PARÁ	
Adjanny Estela Santos de Souza Renata Estela Souza Viana Welligton Conceição da Silva Eveleise Samira Martins Canto Maurício Morishi Ogusku	
DOI 10.22533/at.ed.49220021211	
CAPÍTULO 12.....	127
PARASITOFAUNA DO TRATO INTESTINAL DO ACARI-BODÓ (<i>LIPOSARCUS PARDALIS</i>, CASTELNAU 1855) COMERCIALIZADO NAS FEIRAS DE MANAUS	
Suzana da Silva de Oliveira Martins Denise Corrêa Benzaquem	
DOI 10.22533/at.ed.49220021212	
CAPÍTULO 13.....	139
PDDE ESCOLAS SUSTENTÁVEIS COMO INSTRUMENTO DE FINANCIAMENTO PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
José Flávio Rodrigues Siqueira Angela Maria Zanon	
DOI 10.22533/at.ed.49220021213	

CAPÍTULO 14.....	147
PRODUÇÃO DE BIOMASSA MICROBIANA UTILIZANDO O VINHOTO COMO SUBSTRATO	
Amanda Ribeiro Veloso	
Danielle Marques Vilela	
Vitória Caroline Gonçalves Miraglia	
Maricy Raquel Lindenbah Bonfá	
DOI 10.22533/at.ed.49220021214	
CAPÍTULO 15.....	157
PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DA <i>ACHYROCLINE SATUREIODES</i> (LAM.) DC. (MACELA)	
Ana Graziela Soares Rêgo Lobão	
DOI 10.22533/at.ed.49220021215	
CAPÍTULO 16.....	164
PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DA <i>ECHINODORUS GRANDIFLORUS</i> (<i>CHAPÉU-DE-COURO</i>)	
Ana Graziela Soares Rêgo Lobão	
DOI 10.22533/at.ed.49220021216	
CAPÍTULO 17.....	172
PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DA <i>SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS</i> RADDI (ANACARDIACEAE) – AROEIRA VERMELHA	
Ana Graziela Soares Rêgo Lobão	
DOI 10.22533/at.ed.49220021217	
CAPÍTULO 18.....	180
<i>SYZYGIUM CUMINI</i>: UMA PLANTA MEDICINAL COM PROPRIEDADE VASORELAXANTE	
Rachel Melo Ribeiro	
Matheus Brandão Campos	
Carlos José Moraes Dias	
Herikson Araujo Costa	
Raphael Ferreira Faleiro	
Vinícius Santos Mendes	
Gabriel Gomes Oliveira	
Fernanda Maria dos Santos Ribeiro	
Fabio de Souza Monteiro	
Marilene Oliveira da Rocha Borges	
Antonio Carlos Romão Borges	
DOI 10.22533/at.ed.49220021218	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	190
ÍNDICE REMISSIVO.....	191

EFEITOS DO EFLUENTE CONTAMINADO COM COMPOSTOS NITROAROMÁTICOS NA INDUÇÃO DE ESTRESSE OXIDATIVO EM *AZOLLA SP*

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 03/09/2020

Bruna Durat Coelho

Universidade Estadual do Centro-Oeste
(Unicentro)
Guarapuava – PR
<http://lattes.cnpq.br/3313678795404475>

Patrícia Carla Giloni-Lima

Universidade Estadual do Centro-Oeste
(Unicentro), Departamento de Ciências
Biológicas (DEBIO)
Guarapuava – PR
<http://lattes.cnpq.br/6684589993372601>

Vanderlei Aparecido de Lima

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento de Química (DAQUI)
Pato Branco – PR
<http://lattes.cnpq.br/9090461949264421>

RESUMO: Os efluentes contaminados por compostos nitroaromáticos correspondem a uma preocupante forma de contaminação ambiental, devido a utilização em grande escala e por apresentar potencial efeito tóxico e mutagênicos aos sistemas biológicos. Uma possível alternativa para o seu tratamento corresponde a remediação realizada por plantas aquáticas. Dentre estas, a macrófita aquática *Azolla sp.*, considerada representante vegetal apropriado para atividades de fitorremediação, devido sua tolerância à poluição e elevada produção de biomassa. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi

analisar a capacidade biorremediadora de *Azolla sp.*, em sistemas contaminados com compostos nitroaromáticos, por meio da indução da atividade antioxidante das enzimas catalase (CAT) e peroxidases totais (POX), investigadas por ensaios ecotoxicológicos agudo e crônico. Os resultados obtidos revelaram elevação significativas das enzimas antioxidantes e sugerem que a condição de estresse foi marcada no ensaio agudo pela atividade enzimática da CAT, o que indicou que as condições de exposição aos compostos da classe dos nitroaromáticos foram danosos à macrófita. No ensaio crônico, os dados demonstraram elevada atividade enzimática da POX, fato que sinaliza o emprego de mecanismos para diminuir os estresses prejudiciais causados pelo efluente rico em compostos nitroaromáticos.

PALAVRAS - CHAVE: antioxidante, ecotoxicologia, fitoproteção, TNT.

EFFECTS OF EFFLUENT CONTAMINATED WITH NITROAROMATIC COMPOUNDS ON THE INDUCTION OF OXIDATIVE STRESS IN *AZOLLA SP*

ABSTRACT: The effluents contaminated by nitroaromatic compounds correspond to a worrying form of environmental contamination, due to their use on a large scale and because they have a potentially toxic and mutagenic effect on biological systems. A possible alternative for its treatment is the remediation performed by aquatic plants. Among these, the aquatic macrophyte *Azolla sp.*, is considered an appropriate plant representative for phytoremediation activities, due to its tolerance to pollution and high biomass production. In this context, the objective of this

work was to analyze the bioremediation capacity of *Azolla* sp., in systems contaminated with nitroaromatic compounds, by inducing the antioxidant activity of catalase (CAT) and total peroxidases (POX) enzymes, investigated by acute ecotoxicological tests and chronic. The results obtained revealed significant elevation of the antioxidant enzymes. This suggests that the stress condition was marked in the acute assay by the enzymatic activity of CAT, which indicated that the conditions of exposure to compounds of the class of nitroaromatics were harmful to the macrophyte. In the chronic test, the results showed high POX enzymatic activity, a fact that signals the use of mechanisms to reduce the harmful stresses caused by the effluent rich in nitroaromatic compounds.

KEYWORDS: Antioxidant, ecotoxicology, phytoprotection, TNT.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da sociedade depende do uso da água, recurso natural que frequentemente é degradado pelo descarte inadequado de efluentes advindos da produção industrial (MCGRATH et al., 2001; LONE, 2008; NANDAN et al., 2013); que por consequência, prejudicam tanto o ambiente aquático, quanto a saúde humana (LONE, 2008).

O composto nitroaromático 2,4,6-trinitrotolueno (TNT), originado pela manufatura de explosivos, corresponde a um poluente de destaque devido à sua liberação em grande escala (NANDAN et al., 2013) e sua tendência a permanecer no ambiente, não sendo degradados biologicamente, embora possa ser transformado em outros produtos (LONE, 2008).

Uma possível medida para o tratamento deste efluente corresponde à fitorremediação (NANDAN et al., 2013), uma tecnologia verde que reabilita áreas contaminadas a partir da remoção, contenção ou redução das concentrações de contaminantes por meio de atividade de plantas aquáticas (CONAMA, 2009; NANDAN et al., 2013). Dentre essas, a macrófita aquática flutuante *Azolla* sp. apresenta potencial biorremediador (CARRAPIÇO, 2001; NANDAN et al., 2013) por ser considerada tolerante à poluição, cosmopolita e que apresenta crescimento rápido com elevada produção de sua biomassa (SANTOS, 2013).

Durante a fitorremediação, as plantas transformam compostos tóxicos em subprodutos (LONE et al., 2008), produzindo em decorrência disto, espécies reativas de oxigênio (EROs) ao longo do processo, os quais geram uma condição de estresse para as plantas, afetando seu crescimento e produtividade (HOSSAIN et al., 2015). As plantas, por sua vez, desenvolveram mecanismos contra esta citotoxicidade, como o metabolismo antioxidante, que é capaz de neutralizar os danos causados pelas EROs (BARBOSA et al., 2014), como, por exemplo, a capacidade de refrear a espécie reativa peróxido de hidrogênio (H_2O_2), através da ação das enzimas antioxidantes (FERREIRA, 2007) catalase (CAT) e peroxidases totais (POX). Essas enzimas desempenham um papel fundamental na inibição do dano celular causado por corpos de água contaminados com espécies químicas tóxicas (FATIMA; AHMAD, 2005; ABRAHAM, 2010).

Nesse contexto, este estudo visou investigar pela indução do sistema de defesa antioxidante, o potencial biorremediador de *Azolla* sp. exposta ao efluente contaminado com compostos nitroaromáticos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Cultivo de *Azolla* sp. e montagem dos ensaios

Os bioensaios foram realizados no Laboratório de Ecotoxicologia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Unicentro. Os indivíduos da macrófita *Azolla* sp., provenientes do laboratório, foram aclimatados por 24 horas em solução nutritiva de Clark (1975)¹.

Os testes ecotoxicológicos foram estabelecidos por meio de duas abordagens: o ensaio agudo, realizado durante 7 dias; e o ensaio crônico mantido por 28 dias. Ambos bioensaios consistiram em 30 unidades experimentais, onde cada unidade experimental continha um volume de 35 mL de solução nutritiva de Clark (1975) em pH 5,5. Nessas unidades, foram selecionados 0,5 g de indivíduos de *Azolla* sp., procedentes da etapa anterior da aclimação. Em cada ensaio foi adicionado 0,00 (controle); 0,013; 0,026; 0,050; 0,070 e 0,10% da concentração do efluente e água destilada, este último foi adicionado para que em todas as unidades experimentais, os volumes finais fossem equivalentes. As faixas de concentração do efluente contendo compostos nitroaromáticos foram estipuladas a partir de ensaios-teste. Nos ensaios sempre utilizou-se cinco repetições durante a realização dos experimentos.

Deste modo, o delineamento experimental foi constituído por 60 unidades experimentais, onde exemplares de *Azolla* sp. foram submetidas ao efluente contaminado com compostos nitroaromáticos. Os bioensaios foram mantidos em fotoperíodo de 12 horas de luminosidade artificial provenientes de lâmpada fluorescente e 12 horas de ausência de luminosidade artificial, sob temperatura ambiente.

2.2 Atividade das enzimas antioxidantes

A atividade enzimática foi determinada a partir da extração, quantificação das proteínas, e ensaio das atividades das enzimas antioxidantes Catalase (CAT) e Peroxidases Totais (POX) em extratos das unidades experimentais, contendo *Azolla* sp. exposta ao estressor.

2.2.1 Extração das enzimas

Realizada segundo a metodologia proposta por Azevedo et al. (1998), consistiu na pesagem do material vegetal para determinação do volume de tampão fosfato, como exemplificado na Equação 1.

¹ Composição da solução: NaH₂PO₄.H₂O 1 mL/L, K₂SO₄ 1 mL/L, CaCl₂.H₂O 1 mL/L, MgSO₄.7H₂O 1 mL/L, Fe-SO₄.7H₂O + EDTA 1 mL/L, MnCl₂.4H₂O 1 mL/L, Na₂MoO₄.2H₂O 1 mL/L, H₃BO₃ 1 mL/L, ZnSO₄.7H₂O 1 mL/L, CuSO₄ 5H₂O 1 mL/L, CoCl₂.6H₂O.

$$V(\text{ml}) = 4\text{ml} \times \text{massa (g) de } Azzola \text{ sp. de cada tratamento} \quad (1)$$

A pesagem se fez necessária para se determinar o meio de extração utilizado, o tampão fosfato (7,265g de K_2HPO_4 , 1,13g de KH_2PO_4 , 0,186g de EDTA; 500mL, pH 7,5) e Polivinilpolipirrolidone (PVPP), cuja proporção é apresentada na equação 2.

O valor estipulado (V) de tampão fosfato necessário é determinado por:

$$V = \frac{\text{Massa de PVPP (mg)} \times 100 \text{ mL}}{3 \text{ mg} \times \text{volume da solução tampão (mL)}} \quad (2)$$

A partir deste cálculo, as plantas de *Azolla* sp. em cada tratamento, juntamente com o seu volume de tampão e PVPP correspondente, passaram a ser maceradas com uso de graal e pistilo até a obtenção de um extrato líquido de enzimas. Esse último foi transferido para dois *eppendorfs* de 2,0 mL, posteriormente centrifugado a 4°C, 10.000 rpm a 30 minutos em centrífuga refrigerada (Eppendorf, 5804R). Esse extrato foi denominado de extrato enzimático e foi utilizado nas etapas posteriores dos experimentos.

2.2.2 Determinação do Teor de Proteínas

O método de Bradford (1976) foi utilizado para a determinação do teor de proteínas, e se baseia na análise da ligação do azul brilhante da Coomassie, do extrato proteico em comparação a um extrato padrão. Desta maneira, para cada tratamento e suas respectivas concentrações, se adicionou em um tubo de ensaio o volume 1.500 μL do reagente de Bradford, 1.450 μL de água destilada, e 50 μL do extrato enzimático centrifugado. O meio reacional com a amostra foi mantido em repouso por 5 minutos a temperatura ambiente e posteriormente foi lido por espectrofotometria na absorvância de 595 nm, em espectrofotômetro GEHAKA (modelo UV/Visível - UV 340G). Os resultados foram expressos em mg/mL, que serviram para a construção da curva de calibração. O branco, consistiu na adição de 1.500 μL azul brilhante da Coomassie e 1.500 μL de água destilada.

2.2.3 Atividade enzimática da Catalase- CAT (EC 1.11.1.6)

A análise da CAT foi baseada na metodologia descrita por Kraus et al. (1995) com modificações propostas por Azevedo et al. (1998). O meio reacional consistiu-se de tampão fosfato de potássio pH 7,5 e peróxido de hidrogênio 25%. A atividade enzimática foi determinada a partir do consumo do substrato, peróxido de hidrogênio, pelo método cinético com leituras a cada segundo na absorvância de 240 nm, sendo promovido a leitura de 1 em 1 segundo por 61 segundos em espectrofotômetro. O branco consistiu de 1000 μL da solução tampão fosfato de potássio e peróxido de hidrogênio 25% e 25 μL de água destilada.

2.2.4 Atividade enzimática das Peroxidases Totais-POX (EC 1.11.1.7)

A análise da POX foi baseada na metodologia proposta por Peixoto et al. (1999),

delineado pelo meio reacional constituído por tampão fosfato de potássio (7,265g de K_2HPO_4 , 1,13g de KH_2PO_4 , 0,186g de EDTA; 500mL, pH 6,8), 1,2611g de ácido pirogálico e 680 μ L de H_2O_2 50%. A reação foi paralisada por uma solução de ácido sulfúrico a 5%. O branco consistiu de 4,9 mL do meio reacional, constituído por 100 μ L de tampão fosfato de potássio pH 6,8 e 0,5 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4). O meio reativo do ensaio foi constituído de 4,9 mL do meio de reação e 100 μ L do extrato vegetal, agitados em vórtex e após 1 minuto a reação foi paralisada com 0,5 mL seguido de agitação em vórtex. A leitura foi realizada em espectrofotômetro GEHAKA (modelo UV/Visível - UV 340G) no comprimento de onda de 420 nm.

2.3 Análises Estatísticas

Os dados foram analisados pelos Modelos Lineares Generalizados (MLG) com distribuição normal gama e função de ligação Identidade (PAULA, 2010). O teste de contraste de média foi realizado por Bonferroni ao nível de 5% de significância no software SPSS.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade da catalase nos bioensaios e em seus diferentes tratamentos contendo o efluente contaminado com compostos nitroaromáticos, é apresentado na Figura 1.

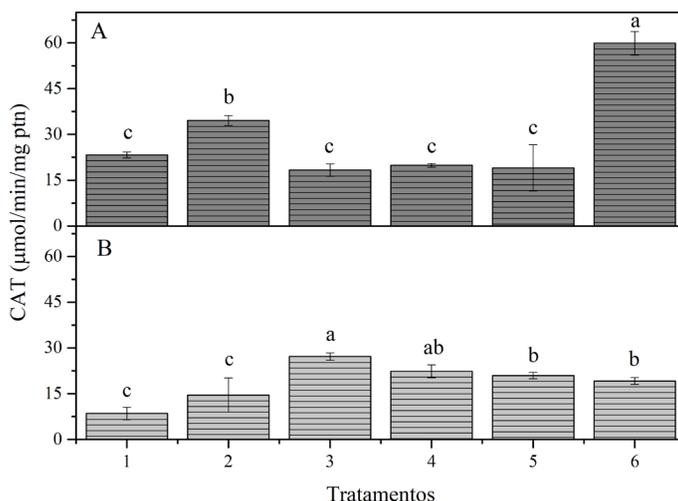


Figura 1. Variação da Catalase (CAT) nos bioensaios com *Azolla* sp. submetidas às concentrações 0,00% (1); 0,013% (2); 0,026% (3); 0,050% (4); 0,070% (5) e 0,10% (6) de efluente contaminado com compostos nitroaromáticos. A) Ensaio agudo. B) Ensaio crônico. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância.

No ensaio agudo houve aumento significativo na atividade da catalase, em sua maior concentração do efluente, 0,10%. O teor de CAT nesse tratamento foi diferente dos demais e estatisticamente significativo ($p < 0,05$). Porém, os valores de CAT para as concentrações 0,026, 0,050 e 0,070% foram similares ao valor observado no controle, não apresentando diferença estatística significativa entre si ($p > 0,05$). No ensaio crônico, o maior valor para atividade da enzima catalase ocorreu na concentração 0,026%, sendo que desta, apenas o tratamento 4 (0,050%) não diferiu estatisticamente ($p > 0,05$) ao nível de 95% de probabilidade.

Dados similares à atividade enzimática da CAT encontradas nos valores mais altos de concentração de toxicantes foram observados na pesquisa realizada por Vafaei e colaboradores (2012), onde a espécie de *Azolla filiculoides* foi submetida à diversas concentrações que variaram de 10 a 20 mg L⁻¹ de efluente contaminado pelo corante BR46. Nessa pesquisa foi observado que o aumento da atividade de CAT em comparação ao controle não foi significativo no tratamento com 10 mg de L⁻¹, e significativo na maior concentração, 20 mg L⁻¹.

Na Figura 2 apresenta-se as atividades das peroxidases totais (POX) em bioensaios contendo *Azolla* sp. submetidas às concentrações do efluente contaminado com compostos nitroaromáticos.

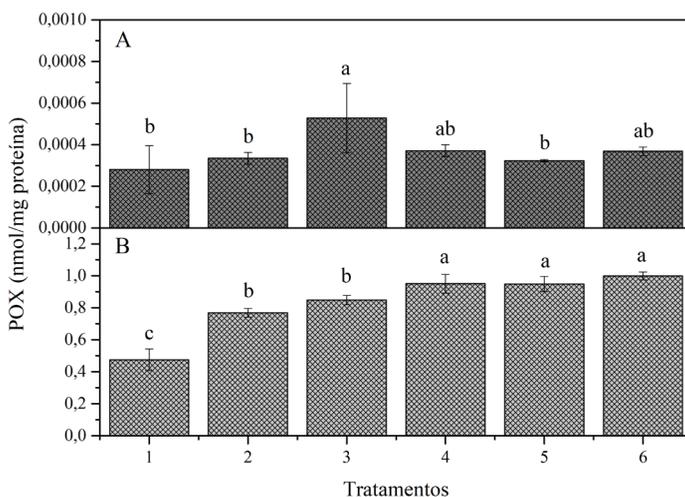


Figura 2. Variação de Peroxidases Totais (POX) de *Azolla* sp. submetidas às concentrações de efluente contaminado com compostos nitroaromáticos. A) Ensaio agudo. B) Ensaio crônico. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância. Tratamento 0,00% (1); 0,013% (2); 0,026% (3); 0,050% (4); 0,070% (5) e 0,10% (6).

Houve aumento significativo na atividade enzimática de POX na concentração do efluente, 0,026%, no ensaio agudo. Os valores das concentrações 0,013; 0,050; 0,070 e 0,10% para este mesmo ensaio foram similares aos valores observados no controle, sendo quase não detectada a atividade da POX neste ensaio realizado durante os sete dias de exposição ao efluente contaminado com compostos nitroaromáticos. Para o teste crônico, aumento significativo foi observado na maior concentração do contaminante, 0,10%, sendo que para as concentrações 0,050 e 0,070% foram estatisticamente iguais. As concentrações mais baixas do ensaio crônico (0,013 e 0,026%) para a POX não diferiram entre si, mas foram significativamente diferentes do controle e das concentrações mais elevadas do efluente contaminado ($p < 0,05$).

Avaliações da atividade enzimática da POX também foram descritas no trabalho de Vafaei et al. (2012), onde foi observado em ambas as concentrações (10 e 20 mg L⁻¹) do efluente contaminado por C.I. Basic Red 46 (BR46) a ocorrência de aumento significativo da atividade da peroxidase em comparação ao controle ($p < 0,001$).

Observa-se ainda, que no ensaio crônico, a maior atividade enzimática da CAT ocorreu no tratamento 3, Figura 1B. Já no ensaio agudo da POX, também foi observado os maiores valores da enzima antioxidante no tratamento, quando a concentração do efluente foi de 0,026%; Figura 2A.

Para Carias et al. (2008), o aumento de atividade enzimática pode ser observado em concentrações intermediárias do contaminante, em comparação aos valores mais elevados, provavelmente devido ao estresse causado pelo excesso de H₂O₂ e derivados formados por este.

Esse decréscimo de interferência do toxicante frente às altas concentrações é denominado de hormesis ou resposta hormética a dose, e corresponde a uma estratégia de combate aos danos de um contaminante sobre o organismo, podendo caracterizar uma quebra de tendência de efeito da espécie reativa ou da atividade enzimática (CALABRESE; BLAIN, 2009). Como citado anteriormente, no processo de hormesis, as baixas doses dos compostos tóxicos podem induzir uma série de respostas estimulatórias sobre o organismo, e acabam promovendo uma ruptura temporal na sua homeostase, a qual, baseada neste processo, é seguida de uma resposta compensatória (CALABRESE, 1999). Para Calabrese (2015), a detecção dessa resposta característica da hormese, depende das concentrações da dose, como também da própria resposta do organismo.

A interação entre as espécies reativas e enzimas antioxidantes almejam a manutenção de certo controle frente a esta condição de estresse. Desta forma, o aumento nos teores enzimáticos expressam a respostas do organismo-teste à presença das EROs, atuando como potencial ferramenta no biomonitoramento ambiental (ABRAHAM, 2010; SANTOS, 2013). No presente estudo, pode-se observar que a partir da exposição inicial, apresentada no teste agudo, a enzima que apresentou mais atividade foi a catalase.

É notório que dentre as enzimas que atuam sobre o peróxido de hidrogênio, a CAT

é a mais eficiente por não necessitar de equivalentes redutores da célula para ser ativada (GADJEV; STONE; GECHEV; 2008; BETTINI et al., 2014). Entretanto, hipóteses indicam também, que essa enzima é susceptível a degradação após ser inativada por exposição luminosa, o que a torna dependente de novas sínteses (BETTINI et al., 2014), fato que poderia explicar os seus menores teores no ensaio crônico.

Na exposição prolongada observada a partir do ensaio crônico, foi observado maiores teores da enzima POX, sendo então mais atuante do que no ensaio de 7 dias. Dados na literatura sugerem que a peroxidase é uma classe de enzima que além de catalizar a oxidação do H_2O_2 , participa de uma ampla variedade de processos fisiológicos em plantas (NASCIMENTO; BARRIGOSI, 2014). Peroxidases são expressas em todos os compartimentos celulares, até mesmo na parede celular, devido a geração das EROs em várias regiões nas células, atuantes nos cloroplastos, mitocôndrias, cadeias de transporte de elétrons da membrana peroxissomal, junto a xantina oxidase da matriz do peroxissomo, NADPH oxidases da membrana plasmática, etc. (DEMIDCHIK, 2015). Sua importância faz com que esta enzima seja utilizada como um modelo em estudos de defesa de plantas em respostas a estresses (NASCIMENTO; BARRIGOSI, 2014) o que pode justificar os maiores teores desta enzima no ensaio de 28 dias.

Tendo como base os resultados apresentados neste trabalho, é possível avaliar os dois tipos de bioensaios, agudo e crônico realizados com a espécie *Azolla* sp. submetida ao estresse pela presença de compostos nitroaromáticos. A condição de estresse é marcada no ensaio agudo pela presença da atividade enzimática da catalase.

No ensaio crônico por outro lado, os resultados indicaram a adoção de medidas fisiológicas para a manutenção das funções vegetais a partir da elevada atividade da POX. Denota-se com isto, que o efluente contaminado com compostos nitroaromáticos foi para a macrófita *Azolla* sp., um agente estressante que demandou a necessidade de ativação destas medidas protetivas. Essas medidas, não foram totalmente eficientes para caracterizar a espécie *Azolla* sp., como potencialmente biorremediadora.

4 | CONCLUSÕES

A partir do ensaio ecotoxicológico, a toxicidade de efluente de indústria de explosivos foi analisado frente a pteridófito *Azolla* sp. a partir dos resultados obtidos nos dois bioensaios realizados, foi observado que este contaminante afetou o desenvolvimento dessa macrófita.

No ensaio agudo, por meio da gradativa elevação do teor de enzimas antioxidantes concomitantemente com o aumento das concentrações do estressante nos tratamentos, em especial a Catalase na faixa de 0,10% e o ensaio crônico da POX, expressaram que o estresse produzido pelo composto foi expressivamente danoso à macrófita nas condições dos ensaios.

Esses fatos permitem expressar a baixa tolerância da *Azolla* sp. frente ao composto, que apesar da presença de meios de resposta a condição de estresse, ao mesmo passo demonstram que estas foram insuficientes para evitar os danos produzidos pelos compostos derivados de TNT.

As explicações fornecidas a partir destes ensaios proporcionam novos conhecimentos sobre os possíveis impactos de compostos nitroaromáticos descartados em sistemas aquáticos. Ainda não existem limites restritivos para o lançamento desses compostos nos corpos hídricos. Desta forma, pesquisas desta natureza são importantes na prospecção de organismos biorremediadores.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, G. Antioxidant enzyme status in *Azolla microphylla* in relation to salinity and possibilities of environmental monitoring. **Thin Solid Films**, v. 519, p. 1240–1243, 2010.
- AZEVEDO, R. A.; et al. Response of antioxidant enzymes to transfer from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in the leaves and roots of wild-type and a catalase-deficient mutant of barley. **Physiologia Plantarum**, v. 104, p. 280-292, 1998.
- BARBOSA, M. R.; et al. Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, v. 44, n. 3, mar, 2014.
- BETTINI, M. O.; et al. **Métodos de Trabalho em Bioquímica Vegetal e Tecnologia de Enzimas**, Cap. 05, Editora UNESP Cultura Acadêmica, p.23-28. 2014.
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantization of microgram quantities of protein utilising the principle of protein-dye binding. **Anal. Biochem.** v. 72, p. 248-254, 1976.
- CALABRESE, E. J. Evidence That Hormesis Represents an “Overcompensation” Response to a Disruption in Homeostasis. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.42, p. 135-137, 1999.
- CALABRESE, E. J. Hormesis: principles and applications. **Homeopathy**, v. 104, p. 69- 82, 2015.
- CALABRESE, E. J.; BLAIN, R. B. Hormesis and plant biology. **Environmental Pollution**, v. 157, p. 42-48, 2009.
- CARIAS, C.C.; NOVAIS, J. M.; MARTINS-DIAS, S. Are *Phragmites australis* enzymes involved in the degradation of the textile azo dye acid orange 7? **Bioresource Technology**, v. 99, p. 243–251, 2008.
- CARRAPIÇO, F. J. N. **Azolla em Portugal**. Instituto da Água. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Centro de Biologia. Ambiental. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 2001.
- CLARK, R. B. Characterization of phosphates in intact maize roots. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 23, p.458–460, 1975.

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). 2009. **RESOLUÇÃO 420**. Ministério do meio ambiente.

DEMIDCHIK, V. Mechanisms of oxidative stress in plants: From classical chemistry to cell biology. **Environmental and Experimental Botany**, v. 109, p. 212–228, 2015.

FATIMA, R. A.; AHMAD, M. Certain antioxidant enzymes of *Allium cepa* as biomarkers for the detection of toxic heavy metals in wastewater. **Science of the Total Environment**, v. 346, p. 256-273, 2005.

FERREIRA, I. C. F. R.; ABREU, R. M. V. Stress Oxidativo, Antioxidantes e Fitoquímicos. **Bioanálise**, Ano IV, N° 2, 2007.

GADJEV, I.; STONE, J. M.; GECHEV, T. S.; programmed cell death in plants: new insights into redox regulation and the role of hydrogen peroxide. **International Review of Cell and Molecular Biology**, v. 270, p. 1937-6448, 2008.

HOSSAIN, M. A.; et al. Hydrogen peroxide priming modulates abiotic oxidative stress tolerance: insights from ROS detoxification and scavenging. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, artigo 420, 2015.

KRAUS, T. E.; MCKERSIE, B. D.; FLETCHER, R. A. Paclobutrazol-induced tolerance of wheat leaves to paraquat may involve increased antioxidant enzyme activity. **Journal Plant Physiology**, v. 145, p. 570-576, 1995.

LONE, M. Phytoremediation of heavy metal polluted soils and water: Progresses and perspectives, **Journal of Zhejiang University Science B**, v. 9, n. 3, p. 210-220, 2008.

MCGRATH, S. P.; ZHAO, F. J.; LOMBI, E. Plant and rhizosphere processes involved in phytoremediation of metal-contaminated soils. **Plant and Soil**, v. 232, p. 207–214, 2001.

NANDAN, S.; et al. Phytoremediation of 2,4,6-trinitrotoluene (TNT) using selected macrophyte, *Azolla microphylla*. **International Journal of Applied Engineering Research**, v. 8, n. 9, p. 39- 44, 2013.

NASCIMENTO, J. B.; BARRIGOSI, J. A. F. O papel das enzimas antioxidantes na defesa das plantas contra insetos herbívoros e fitopatógenos. **Agrarian Academy**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 1, n. 01; p. 234-250, 2014.

PAULA, G. A. **Modelos de regressão com apoio computacional**. São Paulo: IME/USP. 2010.

PEIXOTO, P. H. P.; et al. Aluminum effects on lipid peroxidation and on activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 11, n. 3, p.137-143, 1999.

SANTOS, R. L. **Avaliação do estresse causado pelo herbicida 2,4d na pteridófito aquática *Azolla* sp. sob diferentes fotoperíodos**. 2013. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013.

VAFAEI, F.; et al. Bioremoval of an azo dye by *Azolla filiculoides*: Study of growth, photosynthetic pigments and antioxidant enzymes status. **International Biodeterioration & Biodegradation**. v. 75, p. 194-200, 2012.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acanthocephala 127, 128, 131, 133, 134, 137
Acidente Domésticos 9, 16
Aclimação Aquática 9, 8
Agentes de biocontrole 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 63, 64
Amazônia 10, 6, 9, 14, 15, 104, 119, 122, 127, 128, 135, 136, 137, 138
Animais silvestres 120, 121, 122, 124, 126
Anticoagulante 10, 11, 25, 26, 28, 36, 40, 41, 44, 49, 51
Antioxidante 27, 80, 81, 82, 86, 158, 161, 164, 165, 173, 174
Atividade antimicrobiana 9, 29, 31, 41, 43, 44, 48, 49, 52

B

Biologia Experimental 9, 8

C

Chrysobalanus icaco L. Antimicrobiano 26
Cirurgia Bariátrica 9, 69, 70
Coagulação sanguínea 9, 28, 40, 41, 42
Coleta de resíduos sólidos 9, 105, 110, 117
Colossoma macropomum 8, 9, 14
Comunidade 10, 1, 2, 4, 5, 6, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 131, 140, 141, 142
Controle Alternativo 54
Copaifera pubiflora 11, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
Cordia Salicifolia 10, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39
Criança 16, 17, 20, 22, 23, 24

E

Ecotoxicologia 10, 7, 8, 14, 80, 82
Ecotoxicologia Comportamental Aquática 8
Ensino-aprendizagem 9, 1, 2, 5, 90, 91, 92, 93, 98, 140
Ensino de Botânica 90, 93, 104, 139
Escola 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 38, 39, 92, 95, 96, 97, 99, 101, 103, 104, 127, 140, 141, 142, 144, 146, 155
Espécies Arbóreas 54
Extrato vegetal 41, 84

F

Família 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 17, 23, 27, 127, 129, 169, 173, 182

Financiamento 12, 139, 141, 145

Fitoproteção 80

Fungos 9, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 67, 120, 127, 129, 190

G

Gestão Pública 9, 105

L

Liposarcus pardalis 12, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138

M

Meio Ambiente 9, 54, 64, 89, 99, 106, 107, 115, 116, 123, 139, 140, 141, 142, 144

Mucosa Intestinal 9, 69, 70, 74, 131

Mycobacterium 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126

P

Parasita 127, 129, 131, 132, 133, 134

Parede Intestinal 68, 69, 73

Perfil Epidemiológico 9, 16, 17

Plantas medicinais 9, 26, 27, 38, 39, 41, 42, 52, 158, 164, 165, 171, 173, 182, 183

Políticas Públicas 9, 101, 139, 145

S

Símios 119, 122

Sistemas de Informação Geográfica 105

T

Tabaqui 7, 8, 9, 14

TNT 80, 81, 88, 89

Trato intestinal 12, 127, 129, 131, 132, 133, 134

Consolidação do Potencial Científico e Tecnológico das Ciências Biológicas 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Consolidação do Potencial Científico e Tecnológico das Ciências Biológicas 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 