

Atena
Editora
Ano 2021

Zoologia e Meio Ambiente



**José Max Barbosa Oliveira-Junior
Lenize Batista Calvão
(Organizadores)**

Atena
Editora
Ano 2021

Zoologia e Meio Ambiente



**José Max Barbosa Oliveira-Junior
Lenize Batista Calvão
(Organizadores)**

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

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.



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

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
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^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele 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
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^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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. 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

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 Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

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. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

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. 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
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 Dra. 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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª 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. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. 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. 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
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 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/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
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: José Max Barbosa Oliveira-Junior
Lenize Batista Calvão

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

048 Oliveira-Junior, José Max Barbosa
Zoologia e Meio Ambiente / José Max Barbosa Oliveira-
Junior, Lenize Batista Calvão – Ponta Grossa - PR:
Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-755-0

DOI 10.22533/at.ed.550210902

1. Zoologia. 2. Meio ambiente. IV. 5. Eletrólise. 6. Rede
esgoto. I. Oliveira-Junior, José Max Barbosa. II. Calvão,
Lenize Batista. III. Título.

CDD 590

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.

APRESENTAÇÃO

Em sua primeira edição, o e-book “**Zoologia e Meio Ambiente**” é composto por 13 capítulos que abordam diferentes tópicos da zoologia (uma especialidade da biologia que estuda os animais) bem como algumas relações com o meio ambiente.

Na zoologia os cientistas estudam o reino animal, desde os maiores animais até os menores organismos. Compreender a biologia básica, evolução, ecologia, o comportamento e suas relações com o meio ambiente (biótico, abiótico e antrópico) fornece uma visão holística de como a vida humana e animal são mantidas, e como eles respondem às inúmeras alterações globais (tais como mudanças climáticas, desmatamento, queimadas, poluição, e a própria segurança alimentar). Zoólogos juntamente com os gestores ambientais, em suas ações e pesquisas tentam proteger a vida animal dessas inúmeras alterações ambientais impostas pelas atividades humanas, buscando as melhores ferramentas para tal, almejando salvar e aprender mais sobre a importância da vida humana nesse processo.

Nesse e-book você terá oportunidade de estudar sobre uma ampla gama de temas, desde gado de leite, até a vida selvagem em diferentes regiões do mundo, como pequenos organismos, aves, tubarões, com ênfase tanto no trabalho de campo como no de laboratório - ambos de grande importância para a zoologia.

Embora a zoologia seja especificamente o estudo de animais, ela pode estar (e quase sempre está) relacionada às questões ambientais, por exemplo, quando estudamos sobre os ambientes dos animais, as interações dos animais com seus ambientes, e o efeito das alterações ambientais sobre eles. A zoologia têm sido cada dia mais trabalhada na ciência ambiental, um campo de estudo interdisciplinar que inclui muitas disciplinas, e, é nessa perspectiva que você também poderá estudar nesse e-book questões sobre percepção ambiental, aprendizagem dinâmica e inteligências múltiplas envolvendo essa disciplina.

Nesse contexto, o e-book “Zoologia e Meio Ambiente”, aborda os seguintes tópicos (i) histórico, curadoria e inventário de alguns taxa de coleção zoológica; (ii) possibilidades de estudo sobre radiografias odontológicas como novos horizontes de pesquisa com elasmobrânquios; (iii) análise comparativa dos poros das ampolas de Lorenzini em tubarões-martelo; (iv) crescimento e condição multianual de *Prochilodus magdalenae* (Characiformes: Prochilodontidae) na bacia do rio San Jorge, Colômbia; (v) observações do uso do habitat e à presença de grupos conspecíficos de *Scytalopus magellanicus* (Passeriformes: Rhinocryptidae) pela primeira vez na estação pós-reprodutiva em Cabo de Hornos, Chile; (vi) nova aparição de *Piranga rubra* (Passeriformes: Cardinalidae) numa parte do bosque do Tamarugo (*Prosopis tamarugo*), norte do Chile; (vii) sucesso reprodutivo entre dois gêneros diferentes de Fringillidae; (viii) primeiros registros da fauna de cupins da Ilha de Marajó, Pará; (ix) análise da letra da cantiga “estrela-do-mar” para diagnosticar como conteúdos biológicos de Asteroidea são abordados; (x) avaliação da epiderme de

Girardia tigrina (Platyhelminthes) sob condições estressoras; (xi) desenvolvimento de um estudo sobre o táxon Priapulida por meio da produção de mapas conceituais; (xii) ação de agentes biológicos (insetos e fungos) na fase de putrefação em modelo experimental *Sus scrofa* (Suidae); e (xiii) percepção de produtores rurais de vacas leiteiras sobre as vacinações obrigatórias para bovinos leiteiros bem como o manejo hídrico que visem o bem-estar animal em suas propriedades.

Nesse cenário esperamos que o arcabouço teórico apresentado seja de um despertar para todos aqueles interessados em construir um mundo melhor com respeito ao meio ambiente, e à toda a biodiversidade que nele existe. De maneira geral, nesse e-book você poderá conhecer um pouco mais sobre aspectos gerais da abordagem da zoologia e o que os conhecimentos gerados por esta ciência influencia no dia a dia e no meio ambiente.

A você leitor(a), desejamos uma excelente leitura!

José Max Barbosa Oliveira-Junior
Lenize Batista Calvão

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

COLEÇÃO ZOOLOGICA DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS (PUC-CAMPINAS): HISTÓRICO E ACERVO ATUAL

Renata Aparecida dos Santos Alitto

Luiza Ishikawa Ferreira

Monica Pinto de Oliveira

Gabriel Franco Piovesana

Letícia Maria Penachin

Vinicius Garcia Rodolfo

Beatriz Herrera Poltronieri

Beatriz Moreira Picolli

Vitor Cavicchia de Paula

Pamela Salles de Magalhães

Ana Vitória Volpato Jensen

Leonardo da Silva Gasparino

Julia Giacomini

Stella Prado Nogueira

Thomaz Antonio Ferreira Fantini

Luciane Kern Junqueira

DOI 10.22533/at.ed.5502109021

CAPÍTULO 2..... 24

DIRECIONAMENTOS EM RADIOGRAFIA ODONTOLÓGICA COM ELASMOBRANQUIOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Maiara Gonçalves Rodrigues

Estela Silva Antoniassi

Carlos Eduardo Malavasi Bruno

Marcos Vinícius Mendes Silva

DOI 10.22533/at.ed.5502109022

CAPÍTULO 3..... 34

ANÁLISE COMPARATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DOS POROS DAS AMPOLAS DE LORENZINI EM TUBARÃO-MARTELO *SPHYRNA LEWINI* E *SPHYRNA ZYGAENA*

Alessandra Tudisco da Silva

Gabriel Nicolau Santos Sousa

Inara Pereira da Silva

Gustavo Augusto Braz Vargas

Gabriela Machado Corrêa de Moraes

Daniela de Alcantara Leite dos Reis

Carlos Eduardo Malavasi Bruno

Marcos Vinícius Mendes Silva

DOI 10.22533/at.ed.5502109023

CAPÍTULO 4.....	42
RELACIÓN LONGITUD-PESO MULTIANUAL DEL BOCACHICO <i>PROCHILODUS MAGDALENAE</i> EN LA CUENCA DEL RÍO SAN JORGE, COLOMBIA	
Charles W. Olaya-Nieto	
Juan M. Villalba-Quintero	
Ángel L. Martínez-González	
William A. Pérez-Doria	
Fredys F. Segura-Guevara	
Glenys Tordecilla-Petro	
Delio C. Solano-Peña	
DOI 10.22533/at.ed.5502109024	
CAPÍTULO 5.....	56
OBSERVACIONES DEL CHURRÍN MAGALLÁNICO (<i>SCYTALOPUS MAGELLANICUS</i> , FAM. RHINOCRYPTIDAE) EN EL EXTREMO AUSTRAL DEL SUR DEL MUNDO, CABO DE HORNOS, CHILE	
Alejandro Correa Rueda	
DOI 10.22533/at.ed.5502109025	
CAPÍTULO 6.....	66
<i>PIRANGA RUBRA</i> (CARDINALIDAE) NOVA REGISTRO NO CHILE	
Alejandro Correa Rueda	
DOI 10.22533/at.ed.5502109026	
CAPÍTULO 7.....	70
REPRODUCTIVE SUCCESS BETWEEN TWO DIFFERENT GENERA OF FRINGILLIDAE: <i>SPINUS BARBATUS</i> VS <i>SERINUS CANARIA DOMESTICA</i> (PASSERIFORMES)	
Alejandro Correa Rueda	
DOI 10.22533/at.ed.5502109027	
CAPÍTULO 8.....	82
TERMITES OF THE MARAJÓ ISLAND, STATE OF PARÁ, BRAZIL: COMPOSITION, HABITAT, FEEDING GROUPS AND NESTS	
Maria Lucia Jardim Macambira	
DOI 10.22533/at.ed.5502109028	
CAPÍTULO 9.....	89
ECHINODERMATA PARA CRIANÇAS: ANÁLISE DOS CONTEÚDOS SOBRE A CLASSE ASTEROIDEA NA CANTIGA “ESTRELA-DO-MAR” DO LIVRO/AUDIOLIVRO E CD “AQUÁTICO”	
Walter Ramos Pinto Cerqueira	
DOI 10.22533/at.ed.5502109029	
CAPÍTULO 10.....	99
AVALIAÇÃO DA EPIDERME DE GIRARDIA TIGRINA SOB CONDIÇÕES ESTRESSORAS	
Tabatha Benitz	
Matheus Salgado de Oliveira	

Cristina Pacheco Soares
Nádia Maria Rodrigues de Campos Velho
DOI 10.22533/at.ed.55021090210

CAPÍTULO 11 119

MAPPING CONCEPTS ABOUT THE TAXON PRIAPULIDA FOR RESEARCH AND DIDACTIC PRODUCTION IN ZOOLOGY

Anne Albuquerque Filgueira
Elineí Araújo de Almeida
Ruann Ramires Nunes Paiva
Douglas de Souza Braga Acirole
Roberto Lima Santos
Martin Lindsey Christoffersen

DOI 10.22533/at.ed.55021090211

CAPÍTULO 12 133

BIOTANATOLOGIA: AÇÃO DOS FENÔMENOS CADAVERÍCOS DE FAUNA E FLORA OBSERVADOS EM CARÇA DE SUINO *SUS SCROFA* LINNAEUS (SUIDAE) ORIUNDOS DE ÁREA SILVESTRE NA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL

Diniz Pereira Leite Júnior
Elisangela Santana de Oliveira Dantas
Diana Costa Nascimento
Heitor Simões Dutra Correa
Paulo Anselmo Nunes Felipe
Rodrigo Antônio Araújo Pires
Luciana da Silva Ruiz
Márcia de Souza Carvalho Melhem
Claudete Rodrigues Paula

DOI 10.22533/at.ed.55021090212

CAPÍTULO 13 177

VACINAÇÃO EM BOVINOS LEITEIROS: UMA PRÁTICA DE BEM-ESTAR ANIMAL CONHECIDA PELOS PRODUTORES?

Larissa Grunitzky
João Rogério Centenaro
Iago Mariani Cheffer
Paulo Henrique Braz

DOI 10.22533/at.ed.55021090213

SOBRE OS ORGANIZADORES 183

ÍNDICE REMISSIVO 184

AVALIAÇÃO DA EPIDERME DE *GIRARDIA TIGRINA* SOB CONDIÇÕES ESTRESSORAS

Data de aceite: 04/02/2021

Data de submissão: 06/11/2020

Tabatha Benitz

Universidade do Vale do Paraíba, Laboratório de Planárias (LAPLA)
São José dos Campos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/175858642333316>

Matheus Salgado de Oliveira

Universidade do Vale do Paraíba, Faculdade de Educação e Artes
São José dos Campos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/2548952324084138>

Cristina Pacheco Soares

Universidade do Vale do Paraíba, Laboratório Dinâmica de Compartimentos Celulares
São José dos Campos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/9091470548988255>

Nádia Maria Rodrigues de Campos Velho

Universidade do Vale do Paraíba, Laboratório de Planárias (LAPLA)
São José dos Campos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/9213324424642314>

RESUMO: As planárias apresentam alta capacidade regenerativa e possuem por toda sua existência células tronco totipotentes chamadas de neoblastos, sendo capazes de regenerar cortes em sua estrutura. O objetivo do trabalho foi avaliar a epiderme de *Girardia tigrina* sob condições estressoras. Foram selecionados 12 indivíduos amputados em: cabeça, região

faringeal e pós-faringeal. A cabeça não foi utilizada devido sua baixa regeneração. Os fragmentos foram submetidos a hipergravidade (3,3G) durante 9 dias seguidos, 9 horas ao dia e 15 horas de repouso, a uma temperatura média 18°C e 24°C. O grupo controle se regenerou em condições normais. Dado um intervalo de 24 horas, os espécimes foram submetidos a irradiação de laser de baixa intensidade 685 nm, dosagem de 1,25/cm², potência 13,3 ± 0,3 mW/cm², durante 3 minutos. Logo após, foram preparados e fixados em lâmina para análise em MEV, dividindo o grupo irradiado em dois: 24 horas e 48 horas pós irradiação, para avaliar a absorção da irradiação nesses dois períodos. As estruturas que foram avaliadas e identificadas a partir das micrografias do MEV foram: gotículas secretoras, células ciliadas, rabditos, poros excretores, microvilos e tecido de superfície. Para as estruturas que foram contabilizadas a partir das micrografias (rabditos e poro excretor), os dados foram submetidos a tratamento estatístico realizado com o software SISVAR. Para análise e interpretação dos resultados foi utilizado o ANOVA com o teste de TUKEY, p<0,05. Os espécimes fixados em lâmina após 48 horas de irradiação apresentam estruturas mais danificadas, sendo o fragmento faringeal com maior taxa de alteração. O grupo controle regenerou-se normalmente. Conclui-se que as planárias são ótimos modelos de estudos regenerativos suportando a exposição a fatores estressores, contudo, apresentando danos em suas estruturas da epiderme que podem variar conforme o fragmento do corpo, mas mantendo sua capacidade regenerativa.

PALAVRAS - CHAVE: Hipergravidade, Laser de Baixa Potência, Planárias límnicas, Microscopia eletrônica de varredura, Platyhelminthes, Turbellaria.

EVALUATION OF GIRARDIA TIGRINA EPIDERMIS EXPOSED TO STRESSING CONDITIONS

ABSTRACT: Planarians have shown high regenerative capacity and possess totipotent stem cells called neoblasts throughout their body, being able to regenerate cuts caused in its structure. The aim of the study was evaluate the *Girardia tigrina* epidermis exposed to stressing conditions. 12 planarians were selected and amputated forming body fragments: head, pharyngeal and post-pharyngeal region. The head fragment was not used due to its low regeneration. The fragments were subjected to hypergravity (3.3G) for 9 consecutive days, 9 hours a day and 15 hours of rest, at an average temperature of 18 ° C and 24 ° C. The control group regenerated under normal conditions. Given a time gap of 24 hours, the specimens were subjected to low intensity laser irradiation 685 nm, dosage of 1.25 / cm², power 13.3 ± 0.3 mW / cm², for 3 minutes. Soon after, they were prepared and fixed on slide for analysis in SEM, dividing the irradiated group in two: 24 hours and 48 hours after irradiation, to assess the absorption of irradiation in these two periods. The structures that were evaluated and identified from the SEM micrographs were: secretory droplets, hair cells, rhabdites, excretory pores, microvilli and surface tissue. For structures that were counted from micrographs (rhabdites and excretory pores), the data were subjected to statistical treatment using the SISVAR software. For analysis and results interpretation, ANOVA was used with the TUKEY test, p <0.05. The specimens attached to the slide after 48 hours of irradiation show more damaged structures in the epidermis, with the pharyngeal fragment showing a higher rate of structural changes. The control group regenerated normally. We conclude that planarians are excellent models of regenerative studies supporting exposure to stressors, however, presenting damage to their epidermal structures that may vary according to the body fragment, but maintaining its regenerative capacity.

KEYWORDS: Hypergravity, Low Power Laser, Planarians, Scanning Electron Microscopy, Platyhelminthes, Turbellaria.

1 | INTRODUÇÃO

As planárias possuem alta capacidade regenerativa e apresentam durante a sua vida células tronco totipotentes chamadas de neoblastos, capazes de regenerar cortes ocorridos em sua estrutura corporal, por meio de diferenciação dessas células provenientes do mesênquima, em qualquer tecido do próprio corpo, fato que, as torna alvo de pesquisa moderna para o entendimento desse mecanismo e possível aplicação no estudo das células tronco humanas. A regeneração desses animais envolve a geração de tecido novo no local da ferida através da proliferação de células resultando a formação do blastema, e remodelação de tecidos pré-existentes, a fim de restaurar a simetria e morfologia (GARCIA et al. 2006).

Cada vez mais utilizadas como modelo experimental, pois além de sua capacidade

regenerativa, apresentam rápida adaptação e fácil manutenção em laboratório. Além disso, seu manejo é facilmente realizado em laboratório, com baixo custo de manutenção (GUECHEVA; HENRIQUES; ERDTMANN, 2001), além de serem utilizadas em estudos de genotoxicidade, fisiologia, percepção de luz e monitoramento ambiental (HORVAT et al. 2005; CALEVRO et al. 1999; RIVERA et al. 1994). Estudos com organismos modelo, como as planárias, nos permite tentar compreender os espaços existentes no entendimento das células tronco quando submetidas a condições extremas, contribuindo na compreensão da organização e reação dos tecidos em determinadas condições.

A epiderme é revestida por uma camada de células cubóides que se encontra em uma membrana basal elástica na porção ventral e em grande parte revestida por cílios que servem para a locomoção. Possuem células glandulares que ficam abaixo das camadas musculares com o colo das glândulas encostando na epiderme ou espalhadas na mesma (NEWMARK et al. 2001). Essas glândulas produzem um muco que facilita a locomoção e deglutição de presas, além de realizarem excreção do animal. A epiderme externa é também bastante glandular, apresentando intensa secreção de muco (SALÓ, 2006).

As planárias possuem os rabditos, células ovoides localizadas próximas a cavidade na epiderme, cuja função não é totalmente compreendida, sendo essas estruturas descritas como células excretoras por Bowen e Ryder (1974), que as descreveram como células formadoras e excretoras de muco, que formam e acumulam o muco produzindo pequenas bolsas, que são liberadas pelo poro excretor na epiderme.

Os rabditos se rompem e liberam o muco na epiderme da planária, em resposta a algum mecanismo ou ação externa, como por exemplo, algum tipo de estresse causado no ambiente em que o animal está inserido, alimentação ou locomoção. Segundo Ball (1981), os rabditos protegem o animal de ataques e condições adversas. As microvilosidades existentes na epiderme ciliar, definidas por Smales et al. (1978) como aglomeração de cílios, auxiliam na locomoção e deglutição do animal.

O sistema excretor é formado basicamente pelas células flama ou solenócito, tratando-se de uma célula em forma de tubo. Em seu interior existe uma cavidade com um grupo de flagelos que drenam os resíduos metabólicos para os ductos excretores, sendo eliminados para o exterior através de poros dorsais. As trocas gasosas ocorrem por difusão direta através da epiderme, não existindo órgãos respiratórios. Os gases difundem-se diretamente de célula a célula, não havendo líquido circulatório (MARCONDES, 1994).

A gravidade é um efeito permanente na superfície do planeta e os seres estão adaptados a viver de acordo com este fator, que pode alterar o ambiente mecânico dentro dos tecidos e desestabilizar a homeostase dos seres vivos, sem causando obrigatoriamente óbito no animal (BOURG et al. 2004).

Gomes (2007) relata que para analisar aspectos físicos envolvidos na hipergravidade, deve-se observar, através de um referencial inercial, para que as leis de Newton sejam válidas e não seja preciso criar forças fictícias para validá-las. Para observar-se o fenômeno

do movimento ponto de vista biomédico e fisiológico, pode-se compreender a partir de um referencial acelerado, onde as reais forças atuantes no sistema são desprezadas e substituídas por uma simples força gravitacional, a fim de explicar os acontecimentos decorrentes de tal situação.

Bourg et al. (2004) comentam que a exposição de moscas *Drosophila melanogaster* a hipergravidade de 3G e 5G em idade jovem aumenta em duas semanas a longevidade masculina, com retardamento comportamental e resistência ao calor em ambos os sexos, demonstrando alterações provocadas nesses animais, após exposição à hipergravidade.

Organismos simples, com capacidade regenerativa, quando expostos a hipergravidade podem ajudar a compreender o que ocorre aos astronautas e animais em diferentes ambientes gravitacionais. Estudos feitos por Campos-Velho (2011), mostram que os espécimes de *Girardia tigrina*, mantiveram a capacidade regenerativa em ambientes de hipergravidade, sendo que os fragmentos posteriores apresentaram um crescimento médio significativamente maior que o grupo controle. No caso dos seres humanos, a exposição mesmo que rápida a hipergravidade, causa deslocamento dos fluidos corporais para a parte inferior do corpo reduzindo a pressão arterial na cabeça e no tórax que provocarão danos no sistema nervoso afetando a memória e concepção visual (ALBUQUERQUE, et. al 2010).

Rahmann et al. (1992) utilizaram em seu estudo peixes e larvas de rã, para verificar a influência da hipergravidade no sistema nervoso desses animais, submetendo-os por 9 dias a 2G e 4G. Os resultados obtidos através de microscopia eletrônica de varredura, demonstra uma redução do volume cerebral total, diminuição na atividade da creatina quinase e aumento local do funcionamento de citocromo-oxidase.

Junior et al. (2012) em revisão geral sobre o efeito do exercício com vibração corporal total sobre o sistema neuromuscular, mostra que a força gravitacional é de grande importância para a manutenção das propriedades celulares e conseqüentemente, do desempenho musculoesquelético frente às atividades de vida diária ou esportivas. O aumento da carga gravitacional (hipergravidade) amplia a resposta adaptativa do músculo e, conseqüentemente, sua capacidade funcional. Por outro lado, a diminuição da carga gravitacional (microgravidade) sobre o corpo exerce efeitos contrários, diminuindo a capacidade muscular de geração de força, assim como sua massa (FITTS et al. 2001).

Para observação de microestruturas sólidas em diversas áreas como biologia, odontologia, química, farmácia, metalurgia, física, medicina e geologia, pode-se utilizar o microscópio eletrônico de varredura (MEV) que fornece rapidamente informações sobre a morfologia e identificação de elementos químicos de amostras sólidas, além de permitir grande profundidade de foco em pequenos e maiores aumentos, garantindo assim maior credibilidade de imagem das estruturas analisadas (DEDAVID et al. 2007).

Ciguel et al. (1984) analisaram a microestrutura esquelética da concha dos *Tentaculites crotalinus* coletados em afloramentos da formação Ponta Grossa (Devoniano), objetivando o

reconhecimento das relações filogenéticas desses invertebrados. Avaliou-se a composição química da camada e do molde externo da concha através de espectrometria e difratometria de raio x e microscopia eletrônica de varredura, obtendo-se que a microestrutura esquelética foliada sugere que a ordem Tentaculitida pode ser mais propriamente incluída no Filo Mollusca.

O laser de baixa potência é utilizado no tratamento de feridas no tecido humano e sua interação com o local da ferida, aumenta o metabolismo celular e a vascularização (LOPES; BRUGNERA, 1998; EFENDIEV et al. 1992). Os efeitos de estimulação do laser de baixa potência dependem do comprimento de onda, dose, e potência da luz utilizada no processo de irradiação (SOMMER et al. 2001).

Pereira (2009) avaliou em seu trabalho o efeito da radiação laser de baixa potência em linhagem odontoblástica (MDPC-23) de camundongos, utilizando duas dosagens 0,2 J/cm² e 1,0 J/cm². A radiação laser modulou a atividade funcional das células estudadas, e constatou-se que a dose de 0,2 J/cm² gera resultados mais efetivos, permitindo a viabilidade celular, redução da proliferação celular, aumento na quantidade de proteína total e atividade de fosfatase alcalina, além da quantidade de nódulos mineralizados.

Barboza et al. (2013) utilizaram em seu trabalho células tronco mesenquimais, derivadas da medula óssea e do tecido adiposo, as quais foram submetidas a duas aplicações (T0 e T48h) de laser de baixa potência (660 nm; doses de 0,5 e 1,0J/cm). As células-tronco mesenquimais derivadas da medula óssea responderam a terapia com laser de forma dose-dependente e um maior crescimento celular foi observado quando as células foram irradiadas com dose de 1,0J/cm², especialmente depois de 24h (p<0,01). As células-tronco mesenquimais derivadas do tecido adiposo responderam melhor à dose de 1,0J/cm², com maior proliferação após 48 (p<0,05) e 72h (p<0,01).

Estudos realizados por Skinner et al. (1996), mostram que a utilização de laser de baixa potência estimula fibroblastos humanos embrionários em cultura com diferentes doses por 4 dias, e que, as doses mais baixas podem favorecer a síntese proteica. Segundo estudos de Abergel et al. (1987) o efeito do laser de baixa potência na síntese proteica pode ocorrer através de estimulação metabólica, com a aceleração da taxa de transcrição de RNAm de genes ou mudanças enzimáticas após a biomodulação com laser.

As planárias têm sido consideradas ótimos modelos no estudo de terapia com laser, uma vez que possuem células regenerativas e mecanismo de modelamento celular durante todo o seu ciclo vital, contribuindo assim para o avanço da área e utilização na medicina, já que proporciona a investigação da diferenciação celular, podendo contribuir na compreensão desse processo nas células humanas (REDDIEN; ALVARADO, 2004).

Lopes et al. (2009) realizaram estudos com laser de baixa potência em *Girardia tigrina*, com 30 exemplares seccionados na região auricular e irradiados 48h após o corte. As planárias foram divididas em 03 tratamentos de 10 espécimes cada: 1) Grupo controle (não irradiado), 2) Grupo 1; com irradiação por 1 minuto e 3) Grupo 2; irradiação por 3

minutos. Foram realizadas 14 sessões durante 22 dias sobre a cabeça e fragmentos do corpo da planária, que posteriormente foram fixadas para análise histológica. Foi possível identificar as estruturas anatômicas da planária a partir da análise histológica e para o processo regenerativo, o grupo 2 apresentou arquitetura corporal mais perfeita do tecido comparado com o grupo 1 e o grupo controle. Assim, o laser de baixa potência tem influenciado no processo regenerativo de planárias com o tratamento de radiação óptica.

2 | OBJETIVO

Avaliar a morfologia da epiderme de *Girardia tigrina* regenerante sob ação de hipergravidade e laser de baixa potência.

3 | MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Modelo experimental

Utilizou-se planárias da espécie *Girardia tigrina* (Girard 1850), com matrizes provenientes do Rio Paraíba do Sul, no trecho do município de Jacareí, SP (Figura 1), que se encontravam aderidas a macrófitas, da espécie *Pistia stratiotes* e alimentando-se de detritos orgânicos (Figura 2). Os exemplares coletados foram aclimatados por um período de dois anos no laboratório de Pesquisas de Planárias (LAPLA) do Centro de Estudos da Natureza (CEN) da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP).



Figura 1. Local de coleta, Rio Paraíba do Sul, Jacareí, com destaque para o ponto de coleta

Fonte: Google Earth, 2018.



Figura 2. Detalhes de macrófitas da espécie *Pistia stratiotes*

Fonte: <http://gallipatoalcublano.blogspot.com.br>

3.2 Manutenção em laboratório

Os espécimes pertencentes ao LAPLA, encontram-se sob condições de temperatura entre 18°C e 24°C \pm 1°C.

A alimentação dos espécimes ocorre uma vez por semana com fígado bovino cru (Figura 3), retirado após 5h de deglutição, seguido de limpeza e troca da água dos recipientes, evitando a putrefação que pode ocorrer pelos restos de fígado deixados na água, causando óbito dos animais. Os recipientes são acompanhados diariamente e se necessário, a água é substituída antes da próxima alimentação.



Figura 3. Planárias se alimentando em laboratório com fígado bovino

Fonte: Carvalho (2013)

3.3 Seleção e amputação dos animais

Foram selecionados aleatoriamente 12 indivíduos adultos, íntegros medindo aproximadamente entre 0,5 e 1 cm e que permaneceram uma semana em supressão de alimentação (Garcia-Fernandéz, 1991), evitando assim restos de fígado no trato digestório, fato que poderia interferir no momento da amputação dos fragmentos. Além disso, a supressão de alimentação reduz a secreção de muco dos exemplares, que pode contaminar a água do recipiente, levando as planárias a óbito. Os indivíduos permaneceram individualmente em frascos e mantidos sob iluminação natural. Os espécimes foram anestesiados e posicionados com a superfície ventral para voltada para cima e amputados nas regiões faringeal ou mediano e pós-faringeal ou posterior (Figura 4),

De acordo com Adell et al (2010) as planárias amputadas em qualquer nível ao longo do eixo antero-posterior podem regenerar a cabeça, mas a taxa de regeneração da cabeça diminui posteriormente, sendo assim, não utilizamos o fragmento cabeça devido a essa redução regenerativa, que poderia interferir nos resultados experimentais.

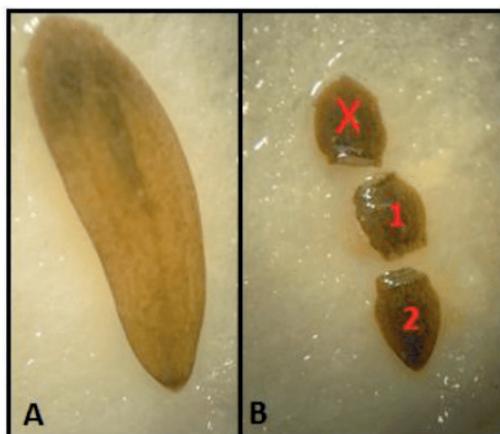


Figura 4. Amputação de *Girardia tigrina*. A: espécime íntegro com a região ventral voltada para cima 40 x, b: exemplar seccionado em três fragmentos: cabeça (não utilizado), 1: faringeal e B: pós-faringeal 10 x.

Fonte: Acervo dos autores.

3.4 Definição dos grupos experimentais

Os grupos de estudo foram definidos em grupo controle e experimental utilizando-se as regiões faringeal e pós-faringeal.

3.5 Exposição à Hipergravidade

Os fragmentos foram acondicionados em tubos de 50 ml e distribuídos quatro

fragmentos por tubo, com água de manutenção e centrifugados em uma centrífuga modelo C3i/CR3i da marca Jouan, do Laboratório de Biologia Celular e Tecidual do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Univap. Para se atingir 3.3 G, utilizou-se 550 rpm (rotações por minuto). Os tubos foram mantidos durante nove dias consecutivos, centrifugando-se por 9h/dia e 15h/repouso/dia, a uma temperatura média entre 18°C e 24°C \pm 1°C, ideal para manutenção dos fragmentos e igual condição do grupo controle.

3.6 Irradiação do Laser de baixa potência

Após a centrifugação e intervalo de 24h, os exemplares foram distribuídos em placas com área de 2 cm² e água de manutenção, para diminuir a região de mobilidade, garantindo assim, maior incidência do laser no espécime. Foram irradiados na ausência de luz com Laser de Baixa Potência, Thera Lase DMC - 685 nm, dosagem de 1,25/cm², potência 13,3 \pm 0,3 mW/cm² durante 3 minutos.

3.7 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Para analisar a epiderme durante o processo regenerativo dos fragmentos submetidos à hipergravidade e ao laser de baixa potência, utilizou-se o microscópio eletrônico SEM ZEISS EVO mA10 em dois fragmentos da região faríngeal e dois fragmentos da região pós-faríngeal, dos grupos controle e experimental. Para o grupo experimental foram realizadas duas etapas de aplicação laser nos fragmentos que se regeneraram na hipergravidade conforme o quadro 1 abaixo:

REGIÃO DO CORTE		A) CONTROLE MEV	B) HIPERGRAVIDADE (INTERVALO 24h) LASER 3' - MEV	C) HIPERGRAVIDADE (INTERVALO 24h) LASER 3' (INTERVALO 24h) - MEV
	FARINGEAL	2 fragmentos	2 fragmentos	2 fragmentos
	PÓS-FARINGEAL	2 fragmentos	2 fragmentos	2 fragmentos

Quadro 1. Microscopia eletrônica de varredura, A) Grupo controle, regenerando 9 dias sem interferência e análise por MEV; B) Hipergravidade por 9 dias, intervalo de 24h, aplicação de laser baixa potência por 3 minutos e análise por MEV; C) Hipergravidade por 9 dias, intervalo de 24h, laser de baixa potência por 3 minutos, intervalo de 24h e análise por MEV (grupo 48h).

As amostras foram fixadas com 2 % de paraformaldeído e 8 % de solução tampão PBS (solução salina tamponada) por 24h. Após foram lavadas com PBS e processadas pela desidratação seriada em acetona (50 %, 70 % 90 % e 100 % por 10 minutos), e desidratação completa com utilização de acetona 100 % com HMDS (Hexametildisilazana), em seguida adicionado HMDS puro para secagem na capela. Posteriormente, as amostras

foram aderidas em *stubs* contendo fita adesiva e metalizadas com 19 cm³ de ouro em pó e fotografadas em MEV.

3.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a tratamento estatístico realizado com o software SISVAR versão 5,6 (FERREIRA, 2019; FERREIRA, 2014). Para análise e interpretação dos resultados foi utilizado o ANOVA com o teste de TUKEY, $p < 0,05$.

4 | RESULTADOS

4.1 Estruturas Identificadas e Avaliação das alterações na epiderme

Para facilitar o entendimento das figuras 5, 6, 7 e 8, foram marcados círculos coloridos na figura 5 as estruturas observadas e avaliadas a partir do MEV a saber: gotículas secretoras e tecido de superfície (verde), células ciliadas (laranja), rabditos (amarelo), poros excretores (vermelho), microvilos (azul). Observou-se que os espécimes fixados após 48h de irradiação apresentam estruturas danificadas, sendo o fragmento faringeal o mais alterado. O grupo controle regenerou completamente.

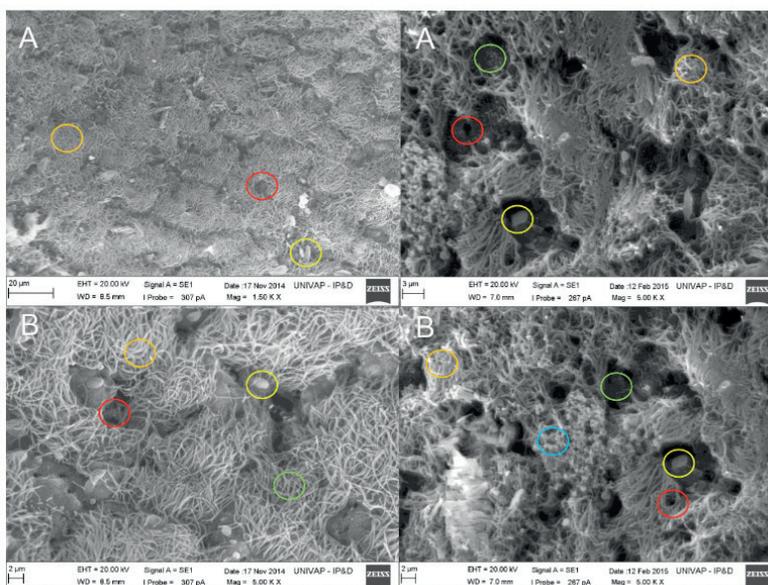


Figura 5. A- Grupo controle 24h fragmento faringeal, B- Grupo controle 48 h fragmento faringeal

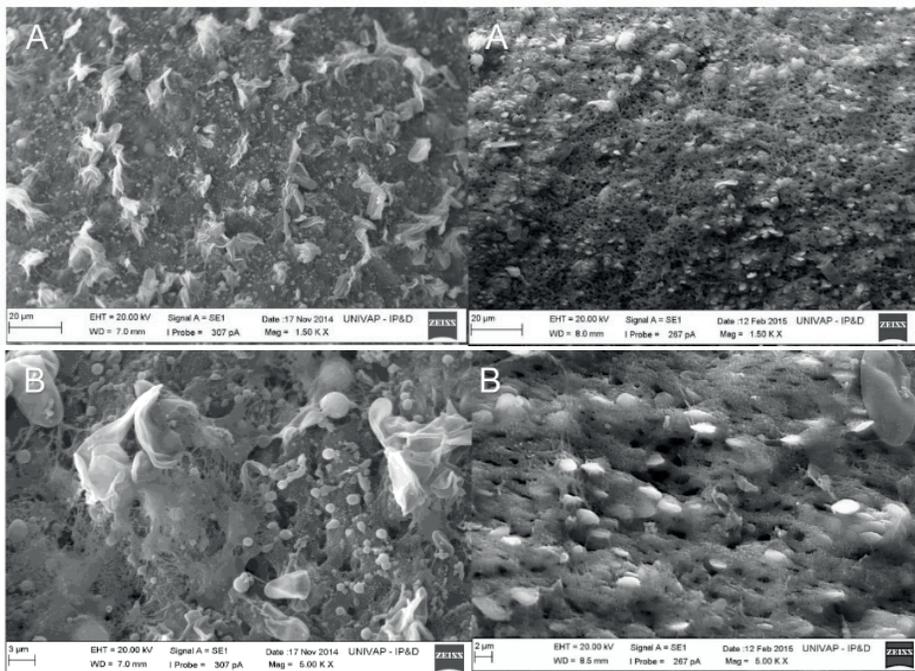


Figura 6. A- Grupo Experimental 24h fragmento faringeal, B- Grupo Experimental 48 h fragmento faringeal

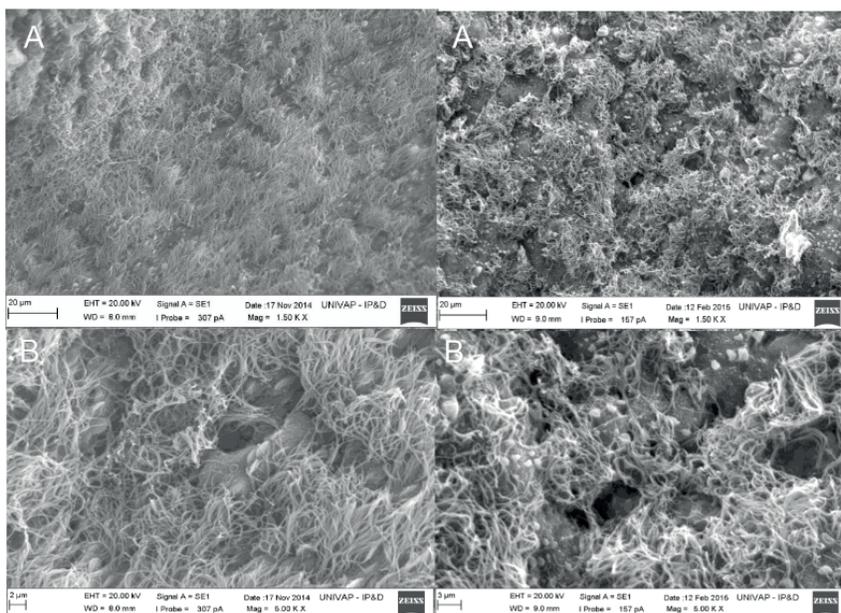


Figura 7. A- Grupo controle 24h fragmento pós-faringeal, B- Grupo controle 48 h fragmento pós-faringeal

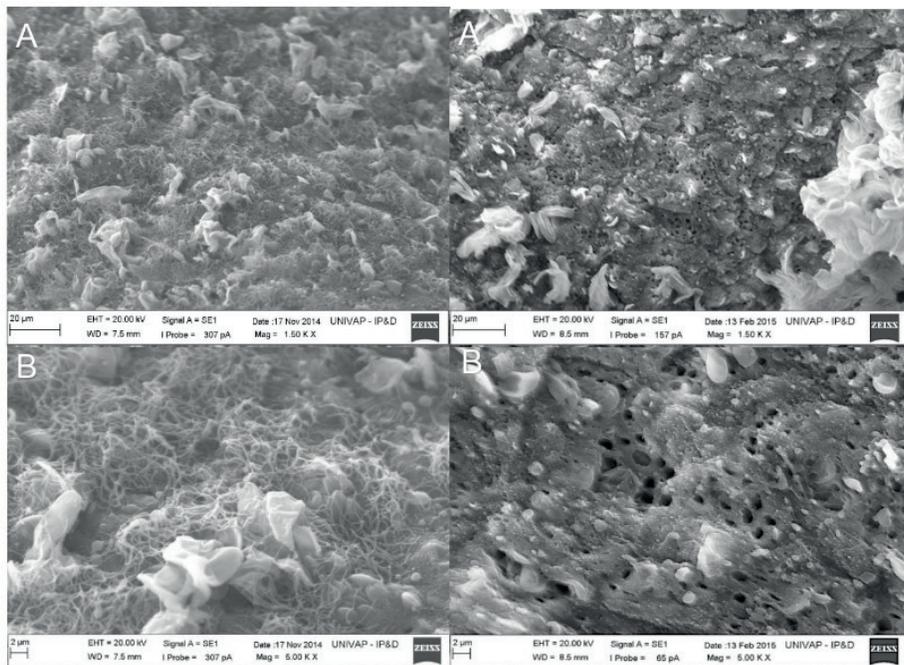


Figura 8. A- Grupo experimental 24h fragmento faringeal, B- Grupo experimental 48h fragmento faringeal

Na análise através do MEV, o grupo controle fixado 24h após 9 dias de regeneração e o grupo controle fixado 48h após o mesmo processo, apresentaram diferença significativa, uma vez que o grupo controle 48h apresentou-se mais íntegro na identificação dos componentes da epiderme e organizado, além de ser o único grupo em que se registrou no fragmento faringeal a presença de microvilosidades, estrutura presente em planárias morfológicamente perfeitas.

Os resultados do grupo controle e experimental mostram todas as estruturas da epiderme: cílios, gotículas excretoras ativas e inativas, microvilosidades (somente no grupo controle 48h), poros excretores e rabditos, porém, pode-se observar claramente a alteração que a hipergravidade e laser de baixa potência provocam na organização da epiderme. Os rabditos observados no grupo controle, tem sua presença reduzida no grupo experimental, e os que permanecem mostram-se desorganizados. As cavidades, irregularidades na superfície epitelial e poros excretores, aparecem com maior frequência no grupo experimental, principalmente no grupo 48h. Essas observações podem estar relacionadas ao estresse na epiderme desse grupo após exposição a hipergravidade e absorção do laser de baixa potência, gerando aumento na produção e excreção de muco, o que não se registra no grupo controle. Os cílios do grupo controle apresentam-se organizados e uniformes, e no grupo experimental estas estruturas encontram-se reduzidas ou ausentes.

Comparando os fragmentos faringeal e pós-faríngeal dos grupos controle e experimental, encontram-se diferenças, ao passo que o fragmento faríngeal dos grupos experimentais 24h e 48h não apresentam cílios em observação por meio do MEV, já no grupo controle, verifica-se a presença abundante dos cílios. Em relação aos fragmentos da região pós-faríngeal, os cílios estão presentes nos grupos experimental e controle (24h e 48h), todavia, apresentam-se mais reduzidos e desorganizados no grupo experimental. Essas observações através do MEV, sugerem que a região pós-faríngeal do grupo experimental sofreu pouca alteração e desorganização em suas estruturas após a hipergravidade e laser de baixa potência. De maneira geral, os procedimentos estressores não impediram ou atrapalharam o processo regenerativo, mas geraram desorganização em sua epiderme.

4.2 Estruturas fisiológicas da epiderme analisadas após os tratamentos

Para a observação e quantificação das estruturas fisiológicas da epiderme, priorizou-se a contagem e tratamento estatístico de rãbditos e poros excretores por serem estruturas fisiológicas relacionadas a secreção de muco protetor e a manutenção da reconstrução tecidual (Oliveira et al., 2018).

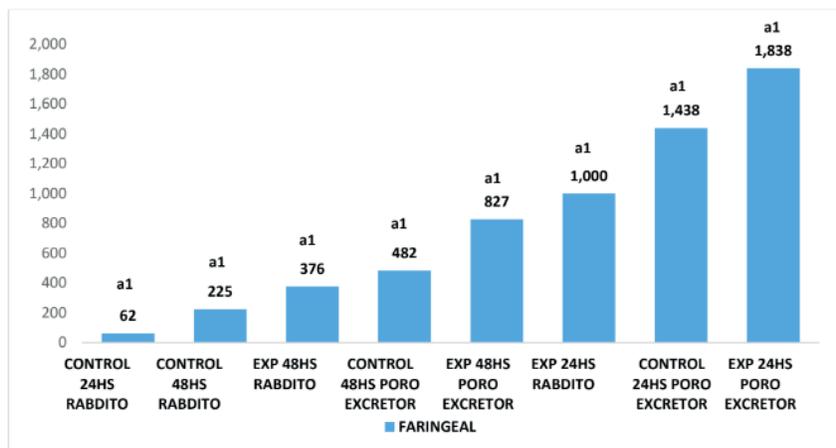


Gráfico 1: Identificação e quantificação das estruturas fisiológicas da epiderme das planárias do fragmento faríngeal para o grupo controle (CONTROL) e experimental (EXP), para o tempo de observação de 24h e 48h. As médias seguidas pela mesma letra e numeral não diferem estatisticamente entre si. Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$, Tukey).

Para as estruturas fisiológicas quantificadas, rãbditos e poros excretores do fragmento faríngeal, fora observado diferença quantitativa entre as médias, porém não houve diferença estatística significativa ($F = 1,690$). A estrutura mais observada no fragmento faríngeal foi o poro excretor para o tempo de 24h do grupo experimental, seguido da mesma estrutura para o grupo controle 24h (Gráfico 1). Para a estrutura rãbditos também

foi observado maior presença para o grupo experimental no tempo de observação de 24h. Pode-se afirmar que as estruturas foram mais frequentemente observadas na epiderme dos animais no tempo de observação de 24h. Sugere-se que poros excretores e rabditos estejam elevados sob a superfície da epiderme das planárias no tempo de 24h pois são estruturas atuantes na formação do muco protetor e reconstrução tecidual.

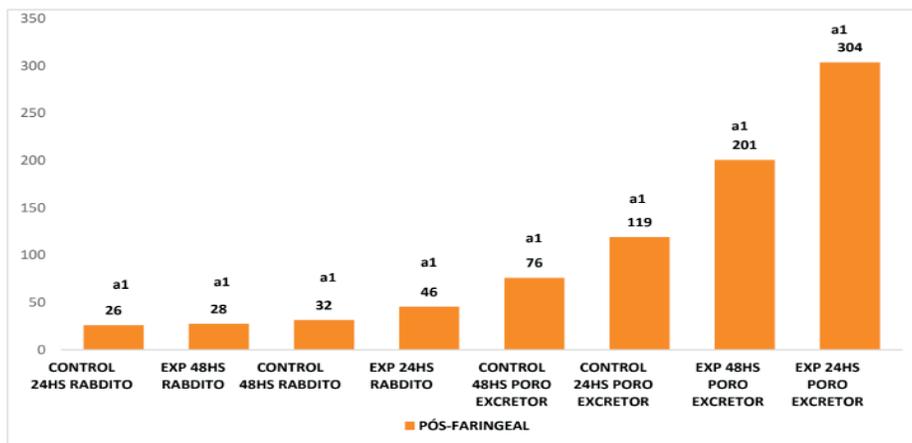


Gráfico 2: Identificação e quantificação das estruturas fisiológicas da epiderme das planárias do fragmento pós-faríngeo para o grupo controle (CONTROL) e experimental (EXP), para o tempo de observação de 24h e 48h. As médias seguidas pela mesma letra e numeral não diferem estatisticamente entre si. Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$, Tukey).

Para as estruturas fisiológicas quantificadas, rabditos e poros excretores do fragmento pós-faríngeo, fora observado diferença quantitativa entre as médias, porém não houve diferença estatística significativa ($F = 1,351$). A estrutura que mais fora observada no fragmento pós-faríngeo foi o poro excretor para o tempo de 24h do grupo experimental, seguido da mesma estrutura para o grupo experimental 48h (Gráfico 2). Para a estrutura rabditos também foi observado maior presença para o grupo experimental no tempo de observação de 24h. Pode-se afirmar que as estruturas foram mais frequentemente observadas na epiderme dos animais no tempo de observação de 24h. Sugere-se que poros excretores e rabditos estejam elevados sob a superfície da epiderme das planárias no tempo de 24h pois são estruturas atuantes na formação do muco protetor e reconstrução tecidual, que estariam hiperfuncionantes nas primeiras 24h do estímulo agressor.

A menor contagem geral de estruturas evidenciadas na análise estatística para a epiderme do fragmento pós-faríngeo (Gráfico 2), pode ser explicada devido a região ter apresentado uma maior porção de estruturas ciliadas que recobriam a superfície e também a maior presença de tecido de sobreposição e de superfície da epiderme.

5 | DISCUSSÃO

A terapia com laser de baixa potência é uma técnica capaz de acelerar a restauração dos tecidos biológicos traumatizados dependendo da potência e período de irradiação (Karu, 1999). No presente trabalho, o laser de baixa potência (660 nm) foi utilizado como fator estressor, sendo irradiado em única sessão nos fragmentos das regiões faríngea e pós-faríngea, 24h após serem submetidos a hipergravidade. Os resultados registram alterações na epiderme do animal, analisadas através do MEV. A maior desorganização da epiderme ocorreu no grupo experimental de 48h que recebeu a irradiação 24h após a hipergravidade e analisado 24h após ter sido aplicado o laser de baixa potência, já o grupo 24h irradiado 24h após hipergravidade e fixado para análise imediatamente, assim, o grupo 48h obteve maior tempo de absorção do laser de baixa potência, o que causou uma desorganização em sua epiderme em relação ao grupo 24h. Isto, sugere a influência direta da ação do laser de baixa potência neste caso, porém, não exclui o estresse gerado no animal pela exposição a hipergravidade.

Searby et al. (2003), afirmam que a gravidade influencia o ambiente mecânico dentro dos tecidos, podendo alterar a homeostase do organismo, mas não o levar a morte. Este fato é comprovado no presente estudo, uma vez que os fragmentos do grupo experimental expostos a hipergravidade de 3,3 G por 9 dias regeneraram, porém, apresentaram alterações nas estruturas da epiderme após centrifugação e irradiação de laser, evidenciando assim a influência da hipergravidade como um dos fatores na organização tecidual desses organismos.

Pinto (2013) demonstra que *Girardia tigrina* e *Planaria sp.* apresentam capacidade regenerativa em ambiente de hipergravidade e que experimentos adicionais se fazem necessários, uma vez que poucos trabalhos existem a respeito da avaliação regenerativa em condições extremas. *G. tigrina* e *Planaria sp.* utilizadas por Pinto (2013), foram submetidas a hipergravidade (3,3 G) durante 9 dias, a fim de mensurar o crescimento e avaliar a organização celular. Utilizando MEV para analisar as células após a hipergravidade, foi registrada cicatrização em ambas as espécies, além da diferença na disposição de células entre as espécies estudadas, sugerindo-se que os espécimes sofreram alterações morfológicas, quando submetidos a condições de hipergravidade. No presente estudo a espécie *G. tigrina* foi centrifugada a 3,3 G durante o período de 9 dias, mesmo procedimento utilizado por Pinto (2013), corroborando com o fato das planárias serem viáveis para trabalhos em hipergravidade. Também foram registrados em nossos experimentos alterações morfológicas quando submetidos a hipergravidade e laser de baixa potência, registrando assim a hipergravidade como um dos fatores para essas alterações, igualmente descrito nos resultados de Pinto (2013).

Smales et al. (1978), realizaram através de MEV descrição dos órgãos sensoriais e epiderme em planárias *G. tigrina*, observando estruturas tais como: cílios, microvilosidades,

poros excretores, gotículas excretoras, rabditos e superfície irregular (com pequenas cavidades). Essas estruturas foram identificadas no presente trabalho, nos grupos controle e experimental. Observações como corpos ovoides semelhantes a rabditos próximos as cavidade existentes na epiderme do animal, microvilosidades, rugosidade da epiderme e irregularidade no tamanho dos cílios, descritas por Smales et al. (1978), foram observadas no presente estudo, nos grupos controle e experimental, sendo que no grupo experimental os componentes da epiderme foram identificados, porém apresentaram-se desorganizados.

As células ovoides descritas como rabditos por Smales et al. (1978) e observadas em nosso estudo, foram registrados em epitélio de planárias primeiramente por Bedini; Papi (1974). Porém, nos estudos de Kessel; Shih (1974) e Bowen; Ryder (1974), as células rabditos foram identificadas como estruturas parecidas com gotículas excretoras. Carpenter et al. 1974, constataram a ausência de células rabditos no epitélio de *D. dorocephala* e sugeriram que a presença dessas células poderia ser uma adaptação funcional do animal.

Rompolas et al. (2010), descrevem através de análise em microscopia eletrônica de varredura, que planárias da espécie *Schimdtea mediterranea* apresentam cílios distribuídos de forma homogênea na região ventral do animal e poros são encontrados em sua superfície, o que também foi observado nos grupos controle de *G. tigrina* no presente estudo.

Os trabalhos de Smales (1978) e Rompolas (2010) apontam a existência de cílios na região da cabeça e possível função sensorial desses cílios. Em nosso estudo não foi possível observar, já que optamos por trabalhar com os fragmentos faringeal e pós-faríngeal, não sendo utilizada a cabeça, devido à menor taxa de sobrevivência e sensibilidade para procedimentos experimentais nesse fragmento, conforme descrito por Adell et al. (2010). Hyman (1951) aponta que os cílios estão relacionados com a locomoção desses animais, secreção de muco proveniente de glândulas espalhadas pela epiderme, auxiliando também na deglutição de alimentos, fato este também citado nos estudos de Newmark (2001). No presente trabalho, foi observado a relação dos cílios com a excreção do muco uma vez que os fragmentos do grupo controle apresentaram gotículas de muco sempre próxima a região ciliar. Porém, os grupos experimentais apresentaram formação de muco mesmo quando não apresentavam os cílios. Este fato pode estar relacionado aos fatores estressores (hipergravidade e laser de baixa potência) em que foram submetidas as planárias, provocando aumento na produção do muco pelo animal, como reação de defesa ou até mesmo uma tentativa de reorganização da epiderme.

6 | CONCLUSÃO

Para as estruturas fisiológicas quantificadas, rabditos e poros excretores do fragmento Faringeal e para o Pós-faríngeal, fora observado diferença quantitativa entre as médias, porém não houve diferença estatística significativa. A estrutura que mais fora

observada no fragmento Faringeal foi o Poro Excretor para o tempo de 24 horas do grupo experimental, seguido da mesma estrutura para o grupo controle 24 horas. Para a estrutura Rabditos também foi observado maior presença para o grupo experimental no tempo de observação de 24 horas. A estrutura que mais fora observada no fragmento pós-faringeal foi o Poro Excretor para o tempo de 24 horas do grupo experimental, seguido da mesma estrutura para o grupo experimental 48 horas. Tanto os fragmentos faringeal e pós-faringeal quando submetidos a condições de estresse (hipergravidade e laser de baixa intensidade) se regeneraram. Para os grupos controle e experimental nos fragmentos faringeal e pós-faringeal, foram observadas estruturas formadoras da epiderme: rabditos, cílios, gotículas e poros excretores com formação de muco. Os fragmentos faringeal e pós-faringeal do grupo experimental (48 horas) apresentaram estruturas da epiderme mais desorganizadas do que do grupo experimental 24 horas.

REFERÊNCIAS

ABERGEL, R.P.; LYONS, R.F.; CASTEL, J.C.; DWYER, R.M.; UITTO, J. **Biostimulation of wound healing by lasers: experimental approaches in animal models and fibroblast cultures.** J Dermatol Surg Oncol, v. 13, p. 127-33, 1987.

ADELL, T.; CEBRIÁ, F.; SALÓ, E. **Gradientes in Planarian Regeneration and Homeostasis.** Department of Genetics and Institute of Biomedicine, University of Barcelona, 2010.

ALBUQUERQUE, M.P., NAVA, M.J.A., ROSA, M.S.G., RUSOMANO, T. **A novel human-powered centrifuge approach for pilots training based on the ground.** Congrega – Urcamp Alegrete, ISSN: 1982-2960, 2010.

BALL, I.R.; REYNOLDSON T.B. **British Planarians.** Cambridge University Press, U. K. 6 pp, 1981.

BARBOZA, C.A.G.; GINANI F.; SOARES D.M.; HENRIQUES A.C.G.; FREITAS R.A. **Laser de baixa intensidade induz à proliferação in vitro de células-tronco mesênquimais.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil. Einstein. 2014;12(1):75-81. DOI: 10.1590/S1679-45082014AO2824, 2013.

BEDINI, C.; PAPI, F. **Fine structure of the turbellarian epidermis.** In: Biology of the turbellaria (N. Riser and M.P. Morse, eds.). New York: McGraw-Hill, 1974.

BOURG, E.L.; TOFFIN, E.; MASSÉ, A. **Male Drosophila melanogaster flies exposed to hypergravity at Young age are protect against a non-lethal heat shock at middle age but not against behavioral impairments due to this shock.** Received 10 May 2004; accepted in revised form 6 July 2004. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/wv05x112651h5j87/fulltext.pdf>.> Acesso em 20 de out. 2014.

BOWEN, I.D.; RYDER, T.A. **The fine structure of the planarian Polycelis tenuis (Iijima). III. The epidermis and external features.** Protoplasma (Wien) 80, 381-392, 1974.

CALEVRO, F., CAMPANI, S., FILIPPI, C.; BATISTONI, R., DERI, P., BUCCI, S., RAGGHIANI, M.; MANCINO, G. **Bioassays for testing effects of Al, Cr and Cd using development in the amphibian *Pleurodeles waltl* and regeneration in the planarian *Dugesia etrusca***. *Aquat. Ecosys. Health Manag.* 2: 281-288, 1999.

CAMPOS-VELHO, N.M.R. **Planárias límnicas (Tricladida, Dugesíidae) como modelos em experimentos de regeneração em ambientes de microgravidade e hipergravidade**. Tese de doutorado, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2011.

CARPENTER, I.S.; MORITA, M.; BEST, J.B. **Ultrastructure of the photoreceptor of the planarian *Dugesia dorocephala***. 1. Normal eye. *Cell Tissue Ressearch.* 148, 143-158, 1974.

CIGUEL J. H. G.; RÖSLER O.; HOFMEISTER R. M. **Preservação parcial da concha de *Tentaculites crotalinus* da formação de Ponta Grossa (Devoniano)**. 3ª Reunião Internacional IGCP, Project nº 193: Assunção Paraguai, 1984.

DEDAVID B., A. **Microscopia Eletrônica de Varredura: aplicações e preparação de amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores (recurso eletrônico)**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento. Edição do CEMM (Centro de Microscopia e Microanálises). IDÉIAPUCRS. P. 60, ISBN: 978-85-7430-702-2, 2007.

EFENDIEV, A. I., TOLSTYKH, P. I., DADASHEV, A. I. AZIMOV, S. A. **Increasing the scar strenght after preventive skin radiation with low-intensity laser**. *Klin Klir*, vol. 1, p. 23-25, 1992.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: A Computer Analysis System to Fixed Effects Split Plot Type Designs**. *Revista Brasileira de Biometria*, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Available at: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Date accessed: 10 feb. 2020. doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: A Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons**. *Ciênc. agrotec.* [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112. Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

FITTS, R. H.; RILEY, D.R.; WIDRICK, J. J. **Functional and structural adaptations of skeletal muscle to microgravity**. *J Exp Biol.* Vol. 204. p. 3201-3208, 2001.

GARCIA, N.M.R.G.; PILLA, V.; SALGADO, M.A.C.; MUNIM, E. **Tempo de formação dos ocelos em regenerantes de *Dugesia tigrina*: Estudo prospectivo em organismos submetidos à radiação laser**. Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D), Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), Brasil, 2006. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2006/epg/07/EPG00000565_OK.pdf>. Acesso em: 10 de set. 2014.

GARCIA-FERNÁNDEZ, J., BAGUÑÀ, J.; SALÓ, E. **Planarian homeobox genes: Cloning sequence analysis, and expression**. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 7338-7342, 1991.

GOMES M. S.. **Desenvolvimento de uma gôndula para realização de experimentos em uma centrífuga**. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica Tecnologia da Informação - Engenharia Biomédica, 2007.

GUECHEVA, T.N.; HENRIQUES, J.A.P.; ERDTMANN, B. **Genotoxicity effects of copper sulfate in freshwater planarian *in vivo***, studied with the single cell gel test (comet assay). *Mutat. Res.* 497: 19-43, 2001.

HORVAT, T.; KALAFATIÉ, M.; KOPJAR, N.; KOVACEVIC, M. **Toxicity testing of herbicide norflurazon on an aquatic bioindicator species – the planarian *Polycelis felina***. (Daly). *Aquat. Toxicol.* 73: 342-352, 2005.

HYMAN L.H. **The invertebrates: Platyhelminthes and Rhynchocoela**. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc. Vol. II, 1951.

JUNIOR E. N.; BARONI B. M.; VAZ M.A. **Efeitos Do Exercício Com Vibração Corporal Total sobre o Sistema Neuromuscular: Uma Breve Revisão**. São Paulo, Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício, São Paulo, v.6, n.36, p.612-622. ISSN 1981-9900, 2012.

KARU, T.I. **Primary and secondary mechanism of an action of visible to near I-R radiation on cells**. *Journal of Photochemistry and Photobiology, B: Biology*, vol. 49, no. 1, p. 1-1, 1999.

KESSEL, R.G., SHIH, C.Y. **Scanning electron microscopy in biology: a student's atlas on biological organization**. New York, 1974.

LOPES, L.A.; BRUGNERA, A.J. **Aplicações do laser não-cirúrgico**. In BRUGNERA, A.J.; PINHEIRO, A.L.B. (Eds.). **Lasers na odontologia moderna**. São Paulo: Pancast. p. 100-120, 1998.

MARCONDES, A.C. **Filos do Reino Animalia, Filo Platelmino, Biologia-Ciência da vida, Seres vivos**. São Paulo, Editora Atual, 1994. Disponível em: <<http://www.monografias.brasilecola.com/biologia/filos-reino-animalia.htm>>. Acesso em 10 de agosto de 2014.

Museum of Zoology, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA, **Cell and Tissue Research 9** by Springer-Verlag. Res. 193, 35-40, 1978.

NEWMARK, P.A.; ALVARADO, A.S. **Bromodeoxyuridine Specifically Labels the Regenerative Stem Cells of Planarians**. Department of embryology, Carnegie Institution of Washington, 115 West University Parkway, Baltimore, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012160600996453>>.

Acesso em 25 de outubro de 2014.

OLIVEIRA, M. S., LOPES, K. A. R., LEITE, P. M. S. C. M., MORAIS, F. V. AND CAMPOS VELHO, N. M. R. (2018). **Physiological evaluation of the behavior and epidermis of freshwater planarians (*Girardia tigrina* and *Girardia sp.*)** exposed to stressors. *Biol. Open* 7: bio029595

PEREIRA, L.M. **Avaliação *in vitro* da biomodulação de células de linhagem odontoblástica (MDPC-23) de camundongos com laser de baixa potência**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós graduação em Odontologia. Área de concentração: Biologia Oral). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, 2009.

PINTO, R.C.B. **Avaliação da capacidade regenerativa de fragmentos de duas espécies de planárias límnicas em hipergravidade**. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Universidade do Vale do Paraíba, Programa de pós-Graduação em ciências Biológicas, São José dos Campos, 2013.

RAHMANN, H.; SLENZKA, K.; KORTJE, K.H.; HILBIG, R. **Synaptic plasticity and gravity: Ultrastructural, biochemical and physico-chemical fundamentals.** Zoological Institute University of Stuttgart-Hohenheim, D-7000 Stuttgart 70 (Hohenheim), Germany, 1992. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/027311779290265Y>>

REDDIEN, P.W.; ALVARADO, A.S. **Fundamentos of Planarian Regeneration.** Annu. Ver. Cell Dev. Biol. First published online as a Review in Advance on July 2, 2004. Disponível em: <http://people.physics.illinois.edu/Selvin/PRS/498IBR/Planarian%20Regeneration_annurev.cellbio.2004.Reddien.pdf>. Acesso em: 29 março de 2014.

RIVERA, V.R.; PERICH, M.J. **Effects of water quality on survival and reproduction of four species of planaria (Turbellaria: Tricladida).** Invertebr. Reprod. Dev. 25: 1-7, 1994.

ROMPOLAS, O.; PATEL-KING, R.S.M. **An Outer Arm Dynein Conformational Switch Is Required for Metachronal Synchrony of Motile Cilia in Planaria.** Department of Molecular, Microbial, and Structural Biology, University of Connecticut Health Center, Farmington, CT 06030-3305, 2010.

ROMPOLAS, P.; RAMILA, S.P.K.; STEPHEN, M.K. **An Outer Arm Dynein Conformational Switch Is Required for Metachronal Synchrony of Motile Cilia in Planaria.** Tim Stearns, Monitoring Editor. This article was published online ahead of print in *MBoC in Press* (<http://www.molbiolcell.org/cgi/doi/10.1091/mbc.E10-04-0373>), 2010. Acesso em março de 2014.

SALÓ E. **The Power of regeneration and the stem-cell kingdom: freshwater planarians (Platyhelminthes).** BioEssays, V. 28, n.5, p. 546-559, 2006.

SEARBY, N.D.; STEELE, C. R.; GLOBUS, R.K. **Influence of increased mechanical loading by hypergravity on the microtubule cytoskeleton and prostaglandin E₂ release in primary osteoblasts.** *American Journal of Physiology*. Cell Physiology Published 1 July 2005 Vol. 289 no. 1, C148-C158 DOI: 10.1152/ajpcell.00524, 2003.

SKINNER, S. M.; GAGE, J. P.; WILCE, P. A.; SHAW, R. M. **A preliminary study of the effects of laser radiation on collagen metabolism in cell culture.** Aust Dent J, v. 41, p. 188-92, 1996.

SMALES L.R.; BLANKESPOOR, H.D. **The Epidermis and Sensory Organs of Dugesia tigrina (Turbellaria: Tricladida): A Scanning Electron Microscope Study.** Cell Tissue Res. 1978 Oct 6;193(1):35-40. doi: 10.1007/BF00221599.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ampolas de Lorenzini 7, 34, 35, 40, 41

Aprendizagem dinâmica 5, 119

B

Bem-Estar Animal 6, 9, 177, 178, 179, 180, 181, 182

Bosque de Tamaguros 66

Brucelose 177, 178, 180

C

Célula-Tronco 24, 25, 28, 31, 32

Coleção Zoológica 5, 7, 1, 2, 4, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19

Comportamento 5, 30, 70, 71, 145, 146, 153, 154

Conservação 4, 13, 18, 19, 85, 89, 103, 154, 158, 183

Controle Biológico 19, 71

Crecimiento 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 54

Curadoria 5, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 15, 17, 20, 21, 22, 23

D

Divulgação da biodiversidade 119

Doenças Negligenciadas 177

E

Echinodermata 8, 14, 22, 89, 90, 92, 97

Educação ambiental 119

Educação infantil 89, 97

Elasmobrânquios 5, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 36, 39, 40, 41

Eletropercepção 35

Ensino de ciências 89, 90, 97

Entomologia 3, 15, 134, 136, 141, 154, 155, 160, 163, 164, 165, 167, 168

Entomologia Forense 134, 136, 141, 154, 155, 160, 165, 167, 168

Espécie 5, 25, 31, 36, 40, 56, 66, 70, 71, 104, 105, 113, 114, 134, 143, 144, 145, 150, 151, 153, 156, 173, 174, 175

Extinção Local 56

F

Factor de condição 42, 43, 44, 45, 48, 49, 51, 52, 54, 55

Fauna 5, 9, 55, 62, 82, 84, 97, 119, 120, 133, 134, 137, 140, 142, 143, 146, 147, 148, 149, 155, 162

Fauna negligenciada 119

Florestas Subantárticas 56

H

Hexapoda 3, 16, 23

Híbrido 70, 71

Hipergravidade 99, 100, 101, 102, 104, 106, 107, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117

I

Inteligências Múltiplas 5, 89, 95, 96

L

Laser de baixa potência 103, 104, 107, 110, 111, 113, 114, 117

M

Mapa conceitual 119

Medicina Veterinária Regenerativa 24, 32

Micologia Forense 134, 137, 155, 160

Microbiota cadavérica 134, 155

Microscopia eletrônica de varredura 100, 102, 103, 107, 114

O

Ordenamiento pesquero 42, 43, 44

P

Pará 5, 8, 18, 23, 82, 83, 85, 87, 88, 183

Passeriformes 5, 8, 66, 70, 76

PET-Biologia 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 17, 20

Piranga rubra 5, 8, 66, 68, 69

Platyhelminthes 6, 14, 100, 117, 118

Prochilodus magdalenae 5, 8, 42, 43, 44, 46, 50, 53, 54, 55

Puerto Williams 56, 57, 58, 60, 61, 64, 65

R

Radiografia 7, 24, 25, 28, 29, 30, 31

Retrocruzamento 70, 71

S

Scytalopus magellanicus 5, 8, 56, 63

Serinus canaria 8, 70, 71, 72, 76, 77

Spinus barbatus 8, 70, 71, 72, 76

T

Tanatologia 134, 135, 136, 170

Térmitas 85

Tubarão-Martelo 7, 34, 36, 37, 38, 41

Tuberculose 177, 178

Turbellaria 100, 115, 118

V

Vaca de leite 177

Zoologia e Meio Ambiente

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Zoologia e Meio Ambiente

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 