

José Weverton Almeida-Bezerra
Adrielle Rodrigues Costa
(Organizadores)

Vida em EVOLUÇÃO:

EXPLORANDO AS
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS 2

A decorative background pattern of stylized green leaves with white outlines, arranged in a symmetrical, overlapping fashion.
Atena
Editora
Ano 2024

José Weverton Almeida-Bezerra
Adrielle Rodrigues Costa
(Organizadores)

Vida em EVOLUÇÃO:

EXPLORANDO AS
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS 2

A large, stylized lotus flower graphic in a light gray tone, centered at the bottom of the page. The petals are layered and pointed, creating a symmetrical, circular shape.

Atena
Editora
Ano 2024

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2024 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2024 Os autores

Copyright da edição © 2024 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Biológicas e da Saúde

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Camila Pereira – Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto

Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí

Profª Drª Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes

Prof. Dr. Davi Oliveira Bizerril – Universidade de Fortaleza

Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco

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

Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Guillermo Alberto López – Instituto Federal da Bahia

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Delta do Parnaíba–UFDPAr

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Kelly Lopes de Araujo Appel – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal

Profª Drª Larissa Maranhão Dias – Instituto Federal do Amapá

Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Luciana Martins Zuliani – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Max da Silva Ferreira – Universidade do Grande Rio

Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará

Profª Drª Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Taísa Ceratti Treptow – Universidade Federal de Santa Maria

Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí

Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Vida em evolução: explorando os mistérios das ciências biológicas 2

Diagramação: Thamires Camili Gayde

Correção: Flávia Roberta Barão

Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga

Revisão: Os autores

Organizadores: José Weverton Almeida-Bezerra
Adrielle Rodrigues Costa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V648 Vida em evolução: explorando os mistérios das ciências biológicas 2 / Organizadores José Weverton Almeida-Bezerra, Adrielle Rodrigues Costa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-2466-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.666241204>

1. Ciências biológicas. I. Almeida-Bezerra, José Weverton (Organizador). II. Costa, Adrielle Rodrigues (Organizadora). III. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

Caros leitores, é com prazer que apresentamos a vocês a coleção “Organização Vida em evolução: explorando as ciências biológicas 2”. Esta é uma obra multidisciplinar que traz uma variedade de capítulos que discutem trechos importantes e atuais na biologia, abordando temas cruciais para a compreensão da ciência contemporânea. Nesta coleção, os leitores encontrarão uma riqueza de informações que promovem uma visão abrangente e atualizada do vasto campo da biologia, enriquecendo assim sua compreensão e apreciação pelo mundo natural.

Nossa jornada por meio desses capítulos nos leva a uma exploração profunda e diversificada de temas científicos relevantes e inovadores. Começamos nossa viagem com um mergulho na educação sanitária em Missão Velha, onde aprendemos sobre a prevenção da filariose linfática, destacando a importância vital da educação na promoção da saúde pública.

Em seguida, adentramos o campo da ecologia e do ordenamento do território, analisando os desafios e oportunidades da transição ecológica para alcançar um desenvolvimento sustentável. Posteriormente nos aprofundamos na compreensão do transtorno do espectro autista, explorando as nuances da linguagem e da teoria da mente em indivíduos autistas e as implicações para intervenções eficazes.

Avançamos então para o agronegócio da aquicultura ornamental, examinando os aspectos fisiológicos adaptativos dos organismos aquáticos e sua relevância para a produção sustentável. Logo após, mergulhamos na composição química da própolis, explorando suas diversas atividades biológicas e seu potencial terapêutico.

A seguir, discutimos os avanços e perspectivas da biotecnologia agroambiental, destacando sua importância na integração entre ciência e sustentabilidade para impulsionar a agricultura moderna. Em seguida, examinamos os efeitos do extrato aquoso de casca de banana na cicatrização de feridas cutâneas, fornecendo insights histopatológicos valiosos.

Continuando nossa jornada, exploramos os aspectos fenológicos e fisiológicos da formação de galhas foliares em uma espécie de Myrtaceae, revelando sua importância para a ecologia e conservação da biodiversidade. Investigamos também a resistência antifúngica em amostras coletadas em espaços públicos, ressaltando a importância da vigilância epidemiológica.

Avançando para o campo da medicina, avaliamos os efeitos do extrato aquoso de própolis na cicatrização de feridas cutâneas em ratos, contribuindo para o entendimento de seu potencial uso terapêutico. Por fim, exploramos o uso de meliponários didáticos como ferramenta educacional e de pesquisa, promovendo a conservação das abelhas nativas e a sustentabilidade agrícola.

Essa jornada pela diversidade e inovação científica nos mostra o poder da pesquisa em transformar nosso entendimento do mundo e promover um futuro mais sustentável e saudável para todos.

José Weverton Almeida-Bezerra
Adrielle Rodrigues Costa

CAPÍTULO 1 1**EDUCAÇÃO SANITÁRIA EM MISSÃO VELHA APRENDENDO COMO PREVENIR A FILARIOSE LINFÁTICA**

Paulo Henrique Aleixo Figueiredo

Maria Graciele dos Santos

Márcia Taíza Pereira da Cruz

Ademar Maia Filho

Ginna Gonçalves Pereira

Luciene Ferreira de Lima

Júlio César Salviano

Kleyton Pereira de Lima

Murilo Felipe Felício

Dhenes Ferreira Antunes

Janete de Souza Bezerra

José Weverton Almeida-Bezerra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6662412041>**CAPÍTULO 2 7****TRANSIÇÃO ECOLÓGICA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO**

Demétrio Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6662412042>**CAPÍTULO 3 17****REVISÃO DE LITERATURA: AVALIAÇÃO DE LINGUAGEM E TEORIA DA MENTE EM INDIVÍDUOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA**

Brennda Ketlyn Silva

Thais Bueno Vidal

Mariana Ferraz Conti Uvo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6662412043>**CAPÍTULO 4 28****O AGRONEGÓCIO DA AQUICULTURA ORNAMENTAL: ASPECTOS DA FISIOLOGIA ADAPTATIVA**

Jessica Amanda Ugarte Reges

Annye Campos Venâncio Ferreira

Marcos Paiva Scardua

Letícia Maria Albuquerque Conceição

Maria Ildilene da Silva

Sílvia Prestes dos Santos

Alzira Gabriela da Silva

Claucia Aparecida Honorato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6662412044>**CAPÍTULO 5 54****COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PRÓPOLIS E SUAS ATIVIDADES BIOLÓGICAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Júlio César da Silva Vieira

Sayonara Germano Barreto
 Hiandrey Sabrina Torres de Sá
 Ana Clara Neves dos Santos
 Maria Izadora da Silva
 Pedro Gregório Vieira Aquino
 Elizabete Rodrigues da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6662412045>

CAPÍTULO 668

AVANÇOS E PERSPECTIVAS DA BIOTECNOLOGIA AGROAMBIENTAL: INTEGRANDO CIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE

José Camilo Torres Romero
 Myriam Janeth Ortega Torres
 Manuel Francisco Polanco Puerta
 Juliana Rivera Cano
 Jessica Almeida Braga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6662412046>

CAPÍTULO 779

AVALIAÇÃO HISTOPATOLÓGICA DA CICATRIZAÇÃO DE PELE DE RATOS WISTAR TRATADOS COM EXTRATO AQUOSO DE CASCAS DE BANANA (*Musa sp.*, CV. PRATA ANÃ)

Adryan Augusto
 Victor Augusto Martins Costa
 Victória dos Santos Mendes
 José Norberto Bason
 Lucila Costa Zini Angelotti
 Ana Rosa Crisci

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6662412047>

CAPÍTULO 895

ASPECTOS FENOLÓGICOS E FISIOLÓGICOS DA FORMAÇÃO DE GALHAS FOLIARES ESTRELARES EM *Myrciaria floribunda* (MYRTACEAE) NO PARQUE NACIONAL DA RESTINGA DE JURUBATIBA

Luan Gonçalves Castilho
 Naiara Viana Campos
 Sabrina Dias de Matos
 Tatiana Ungaretti Paleo Konno (*Em memória*)
 Heitor Monteiro Duarte
 Ana Cláudia de Macêdo Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6662412048>

CAPÍTULO 9112

ANTIFUNGIGRAMA APRESENTA INDÍCIOS DE FUNGOS COM RESISTÊNCIA EM AMOSTRAS COLETADAS NOS ESPAÇOS PÚBLICOS E ABERTOS DA CIDADE DE TAUÁ (CEARÁ)

Silvio César Gomes de Lima

Franciso Herbert Carlos Teixeira

Valéria Silva Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6662412049>

CAPÍTULO 10.....117

AÇÃO DO EXTRATO AQUOSO DE PRÓPOLIS NA CICATRIZAÇÃO POR SEGUNDA INTENÇÃO DE FERIDAS CUTÂNEAS DE RATOS *WISTAR*

Leonardo Melo

Letícia Manella

Lorena Rossin Taverna

Rafael Cantador

Lucila Costa Zini Angelotti

Ana Rosa Crisci

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.66624120410>

CAPÍTULO 11131

USO DE MELIPONÁRIO DIDÁTICO EM ATIVIDADES DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NO *CAMPUS* DO IF BAIANO DE GOVERNADOR MANGABEIRA

Marília Dantas e Silva

Jacqueline Araújo Castro

Maria Celeste da Silva Sauthier

Olinson Coutinho Miranda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.66624120411>

SOBRE OS ORGANIZADORES 147

ÍNDICE REMISSIVO 148

EDUCAÇÃO SANITÁRIA EM MISSÃO VELHA APRENDENDO COMO PREVENIR A FILARIOSE LINFÁTICA

Data de submissão: 13/03/2024

Data de aceite: 01/04/2024

Paulo Henrique Aleixo Figueiredo

Universidade Regional do Cariri,
Departamento de Ciências Biológicas,
Missão Velha, CE
<http://lattes.cnpq.br/6604846230976591>

Maria Graciele dos Santos

Universidade Regional do Cariri,
Departamento de Ciências Biológicas,
Missão Velha, CE
<http://lattes.cnpq.br/1099088988709437>

Márcia Taíza Pereira da Cruz

Universidade Regional do Cariri,
Departamento de Ciências Biológicas,
Missão Velha, CE
<http://lattes.cnpq.br/4307002310394419>

Ademar Maia Filho

Universidade Regional do Cariri,
Departamento de Ciências Biológicas,
Crato, CE
<http://lattes.cnpq.br/9570480278376163>

Ginna Gonçalves Pereira

Universidade Regional do Cariri,
Departamento de Ciências Biológicas,
Crato – CE
<http://lattes.cnpq.br/4863368414371383>

Luciene Ferreira de Lima

Universidade Regional do Cariri,
Departamento de Química Biológica,
Crato, CE
<http://lattes.cnpq.br/8238587720435802>

Júlio César Salviano

Universidade Regional do Cariri,
Departamento de Ciências Biológicas,
Missão Velha, CE
<http://lattes.cnpq.br/4238955159187203>

Kleyton Pereira de Lima

Universidade Regional do Cariri,
Departamento de Enfermagem, Missão
Velha, CE
<http://lattes.cnpq.br/9218143036859294>

Murilo Felipe Felício

Universidade Regional do Cariri,
Departamento de Ciências Biológicas,
Missão Velha, CE
<http://lattes.cnpq.br/0285588115722707>

Dhenes Ferreira Antunes

Universidade Regional do Cariri,
Departamento de Ciências Biológicas,
Crato, CE
<http://lattes.cnpq.br/3922373252537278>

RESUMO: A filariose linfática é uma doença parasitária crônica que afeta milhões de pessoas em regiões tropicais e subtropicais, sendo considerada uma das principais causas de incapacidade física no mundo. É causada pelo verme *Wuchereria bancrofti* e transmitida através da picada da fêmea do mosquito *Culex quinquefasciatus* infectado com larvas do parasito. A doença afeta principalmente o sistema linfático, resultando em inchaço crônico dos braços, pernas, genitais e tronco. O diagnóstico é feito por meio de exames em laboratório, sendo os principais, o sanguíneo e o de anticorpos e como tratamento a Secretaria da Saúde recomenda o uso de Dietilcarbamazina. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho consiste em conscientizar a população de Missão Velha sobre os riscos da filariose linfática, bem como orientar sobre as melhores formas de prevenção, através de revisão de literatura, com o auxílio de um infográfico contendo informações acerca dessa parasitose. As pessoas abordadas nesse estudo relataram ter medo de se contaminar com alguma doença, pois, suas casas sempre tem muita água suja acumulada, proveniente das chuvas, e por esse motivo, estão sempre usando métodos profiláticos para evitar se contaminar. Diante disso, mesmo que não seja proposital, também estão ajudando a cessar com o habitat de mosquitos como o *Culex* e assim contribuem com a prevenção da filariose linfática. Portanto, nota-se a importância de práticas de educação sanitária com a população visando conduzir conhecimento acerca da prevenção de doenças parasitárias.

PALAVRAS-CHAVE: Filariose linfática, Zoonose, Infecção, Controle.

HEALTH EDUCATION IN MISSÃO VELHA: LEARNING HOW TO PREVENT LYMPHATIC FILARIOSIS

ABSTRACT: Lymphatic filariasis is a chronic parasitic disease that affects millions of people in tropical and subtropical regions, being considered one of the main causes of physical disability in the world. It is caused by the *Wuchereria bancrofti* worm and transmitted through the bite of the female *Culex quinquefasciatus* mosquito infected with larvae of the parasite. The disease mainly affects the lymphatic system, resulting in chronic swelling of the arms, legs, genitals and trunk. The diagnosis is made through laboratory tests, the main ones being blood and antibody tests and as a treatment the Department of Health recommends the use of Diethylcarbamazine. In this context, the objective of this work is to raise awareness among the population of Missão Velha about the risks of lymphatic filariasis, as well as providing guidance on the best forms of prevention, through a literature review, with the help of an infographic containing information about this parasitic disease. The people approached in this study reported being afraid of becoming infected with a disease, as their homes always

have a lot of dirty water accumulated from the rain, and for this reason, they are always using prophylactic methods to avoid becoming contaminated. Therefore, even if it is not intentional, they are also helping to eliminate the habitat of mosquitoes such as *Culex* and thus contribute to the prevention of lymphatic filariasis. Therefore, the importance of health education practices with the population is noted in order to provide knowledge about the prevention of parasitic diseases.

KEYWORDS: Filariose linfática, Zoonosis, Infection, Control.

INTRODUÇÃO

A filariose linfática é uma doença considerada endêmica, o que significa que tem uma alta taxa de ocorrência em determinadas áreas. Essa zoonose tem como seus principais agentes causadores de doença os vermes microscópicos conhecidos como nematoides, são eles: *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* e *Brugia timori* (MELO, 2021). A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera a filariose linfática uma doença parasitaria descuidada pela população. Mundialmente a estimativa de parasitados é cerca de 120 milhões, sendo que 112 milhões são portadores da *Wuchereria bancrofti* que infecta em específico o ser humano (FONTES, 2011).

Essa parasitose também é conhecida por elefantíase, pelo motivo da sua fase crônica fazer com que o órgão por ela afetado cresça e adquira um aspecto similar a uma pata de elefante. O vetor responsável por infectar o ser humano é o mosquito fêmea *Culex quinquefasciatus* (REIS, 2021). As principais manifestações clínicas dessa doença causam desde formação de nódulos granulomatosos, a formação de edema linfático e dilatação dos vasos linfáticos. Tem ocorrência em todo Brasil, contudo, devido as suas características endêmicas, tem as regiões do Recife e Pernambuco com o maior número de incidência (OLIVEIRA, 2018).

O vetor *Culex* possui hábitos hematófagos, se alimenta exclusivamente de humanos e necessita de locais onde haja uma grande densidade de humanos reunidos e uma área, para que sua população continue crescendo, ou seja, o mosquito é encontrado em áreas urbanas. A transmissão ocorre diretamente pela picada do vetor, as larvas são do vetor fêmea para o hospedeiro humano pela área lesionada (PINTO et al., 2011). Os danos causados por vermes na fase adulta são os responsáveis pela incapacidade física e contínua no hospedeiro humano (GUIMARÃES, 2019).

Na década de 1990, a Organização Mundial da Saúde (OMS) criou um projeto de erradicação total dessa doença até o ano de 2020. Embora essa meta não tenha sido atingida por completa, o Brasil vem avançando a passos largos na eliminação e nas medidas profiláticas no combate a Filariose linfática (REIS, 2021). Para o tratamento dessa parasitose, o diagnóstico é feito por meio de exames em laboratório, sendo os principais, o sanguíneo e o de anticorpos. A Secretaria da Saúde recomenda o uso de Dietilcarbamazina, o qual é disponibilizado gratuitamente por meio de Rename como parte de uma política pública no ano de 2022 (SILVA, 2022).

Em face do exposto, o presente trabalho tem como objetivo conscientizar a população de Missão Velha sobre os riscos da filariose linfática, bem como orientar sobre as melhores formas de prevenção. Buscando transmitir informações relevantes, afim de contribuir com medidas profiláticas para que as pessoas tenham ciência do que se trata essa parasitose e busquem evitar contrair a doença.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração deste estudo foi adotado duas abordagens: revisão de literatura e atividade em campo. Na primeira etapa, foi utilizada bases científicas renomadas, como o SciELO e o Portal Capes, em busca de artigos acadêmicos que explorassem a filariose linfática, abordando desde suas características aos sintomas.

A metodologia de campo foi desenvolvida na praça principal, localizada no centro da zona urbana do município de Missão Velha, situada no estado do Ceará, na região nordeste do Brasil. Tendo como o público alvo os feirantes e a população, em especial as pessoas da zona rural, onde os riscos de encontrar o vetor são mais elevados.

Para o prosseguimento desse projeto foi escolhido a Segunda-Feira como o dia da prática, tendo em vista que é o dia de feira da região e consequentemente é o dia e que tem um número maior de pessoas reunidas. Foi aplicada uma palestra educacional com o intuito de conscientizar a população sobre os riscos da filariose linfática.

Como instrumentação foi utilizado um infográfico abrangendo características, transmissão, profilaxia, tratamento e sintomatologia dessa parasitose, e foram distribuídos 50 cartazes, que são uma versão em miniatura do infográfico, para a população. Ao final da palestra foi aberto um debate entre os cidadãos, em que foi apresentado o feedback sobre o assunto, o que nos proporcionou uma visão mais prática e concreta da realidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Filariose linfática é uma parasitose em que a incidência na região é mínima, no entanto, não foi difícil de encontrar pessoas que tinha entendimento dessa doença. Algumas afirmaram conhecer indivíduos que já estavam afetados por esta parasitose e que já apresentavam os sintomas e as deformidades que são típicas da elefantíase. Por outro lado, outras nunca tinham ouvido falar nessa parasitose, mas ficaram impressionados com os sintomas da doença e atentos aos métodos preventivos.

As pessoas abordadas nesse estudo relataram ter medo de se contaminar com alguma doença, pois, suas casas sempre tem muita água suja acumulada, proveniente das chuvas, e por esse motivo, estão sempre usando métodos profiláticos para evitar se contaminar. Diante disso, mesmo que não seja proposital, também estão ajudando a cessar com o habitat de mosquitos como o *Culex* e assim contribuem com a prevenção da filariose linfática.

Com a finalização do projeto, atingiu um total de 50 pessoas diretamente e 50 indiretamente. O público atendido ficou feliz em saber dessa parasitose e o que pode ser feito para evitar a contaminação. Agradeceram pela transmissão/troca de conhecimento e afirmaram repassar as informações para seus amigos e familiares e divulgar na internet.

CONCLUSÕES

A filariose linfática é uma doença negligenciada que afeta milhões de pessoas em todo o mundo, incluindo a população de Missão Velha. Mesmo que a ocorrência na região ainda seja pouca, deve-se levar em consideração que um dos ramos mais crescentes na Cidade é o de vendas externas e que boa parte da população são Crediaristas. Diante disso, é de vital importância que eles saibam reconhecer os sintomas para procurar um médico quando preciso.

Por meio da educação sanitária, foram realizadas diversas atividades e campanhas para conscientizar a comunidade sobre os riscos, prevenção e tratamento da doença. Ao longo do projeto, foi essencial adotar uma abordagem profissional, fornecendo informações claras e precisas sobre a filariose linfática, seus sintomas, modos de transmissão e medidas de prevenção. Através de palestra e distribuição de materiais educativos, foi possível transmitir conhecimento e esclarecer dúvidas, aumentando a conscientização e incentivando a adoção de hábitos saudáveis.

Portanto, as considerações finais dessa educação sanitária são extremamente positivas, uma vez que houve uma significativa mobilização e engajamento da comunidade ao saber do que se trata essa parasitose. A continuidade dessas ações e o fortalecimento das políticas públicas de saúde são fundamentais para o controle e a erradicação dessa doença e de outras endemias no município de Missão Velha.

REFERENCIAS

FONTES, Gilberto; ROCHA, E. M. M. ***Wuchereria bancrofti-Filariose linfática***. Parasitologia Humana. 12thª ed. São Paulo: Atheneu, p. 323-333, 2011. Acesso em 20 jan.2023.

GUIMARÃES, Renan Paulino. **Recurso didático sobre a Filariase Linfática Humana na perspectiva da Paleoparasitologia**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Acesso em 15 fev. 2023.

MELO, Paula Fernanda AS et al. Avaliação do kit Filaria Detect™ IgG4 produzido com o antígeno recombinante Wb123 para diagnóstico da filariose linfática no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 45, p. e87, 2021. Acesso em 15 fev. 2023.

OLIVEIRA, Ferreira et al. **Estratégia para Controle e Eliminação da Filariose Linfática**. Open Journal of Aging Research, v. 1, 2018. Acesso em 08 fev.2023.

PINTO, Carlos José Carvalho. et al. **Parasitologia**. Florianópolis: CCB/EAD/UFSC, 2011. 136p. Il.

SANTOS REIS, Aderval et al. Filariose Linfática: uma doença presente no brasil. **Anais da Semana Universitária e Encontro de Iniciação Científica** (ISSN: 2316-8226), v. 1, n. 1, 2021. Acesso em 20 jan. 2023.

SILVA, Âgatha L. P. da .; SANCHEZ, C. C. .; CARREIRA, I. C. .; ORTUNHO, V. V. . filariose linfática: conscientização, profilaxia, diagnóstico e tratamento. **Anais do fórum de iniciação científica do unifunec, santa fé do sul**, São Paulo, v. 13, n. 13, 2022. Acesso em 11 fev.2023.



TRANSIÇÃO ECOLÓGICA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

Data de aceite: 01/04/2024

Demétrio Alves

Investigador HTC/NOVA FCSH

PALAVRAS-CHAVE: Transição; Energia; Ordenamento do Território; Uso do Solo; Economia Territorial

RESUMO: A transição energética, nos termos das políticas públicas europeia e portuguesa em vigor, para uma rápida descarbonização da sociedade e da economia, justificada com a urgente necessidade de combater as alterações climáticas e as suas consequências em termos de eventos extremos de diverso tipo. Propõe-se, assim, uma electrificação total das utilizações energéticas finais a realizar até 2050, fazendo-o através da intensa utilização de fontes renováveis de energia com características intermitentes. Esta opção implica muito significativa e extensa ocupação de solo no território continental português com unidades de produção/conversão FER, principalmente eólicas e fotovoltaicas.

Uma tal transformação dos usos do solo territorial, na sua maior parte rústico/rural e florestal na actualidade, terá consequências no ordenamento, na paisagem e na economia territorial que importa serem devidamente ponderadas *ex ante*.

“A espécie humana não suporta um excesso de realidade”

TS Elliot

INTRODUÇÃO

A 1 de janeiro de 2016 entrou em vigor a resolução da Organização das Nações Unidas (ONU) intitulada “Transformar o nosso mundo: Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável” que definiu os 17 objetivos de desenvolvimento sustentáveis (ODS).

Esta Agenda integra o conjunto de ODS de forma hierarquizada¹ centrados nos problemas considerados mais urgentes. Entre eles, estão: o Objetivo 7-Assegurar o acesso à energia confiável, sustentável; o Objectivo 13 - Combater as alterações climáticas e os seus impactos;

1. A ordem pela qual os temas são mencionados na Agenda está relacionada com o número de menções feitas nos inquéritos e audições realizadas durante cerca de dois anos em diversos países. Ver em <https://unric.org/pt/desenvolvimento-sustentavel/>

e o Objetivo 15 - Proteger o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, sustentabilidade das florestas, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

Em 2015, em Paris, a ONU também adotou o primeiro Acordo global universal e juridicamente vinculativo em matéria de clima, para ser executado a partir de 2020, visando limitar o aquecimento global a bem menos de 2°C. A contribuição da União Europeia (UE) apontou uma meta bem ambiciosa: redução das emissões de gases com efeito de estufa (GEE), em, pelo menos, 40%, até 2030.

Em relação ao efeito dos GEE e o concomitante aquecimento global, embora sendo aspectos conhecidos há muitas dezenas de anos (Odum 2004, 50), só mais recentemente se estabeleceu socio-politicamente que têm repercussão na (in)estabilidade do clima.

O termo transição, aplicado às transformações relacionadas com a provisão das necessidades humanas em energia, primária e final, é conhecido há muito tempo. A segunda transição, foi iniciada há quase dois séculos, como se procura ilustrar na Figura 1, sendo coeva à denominada revolução industrial.

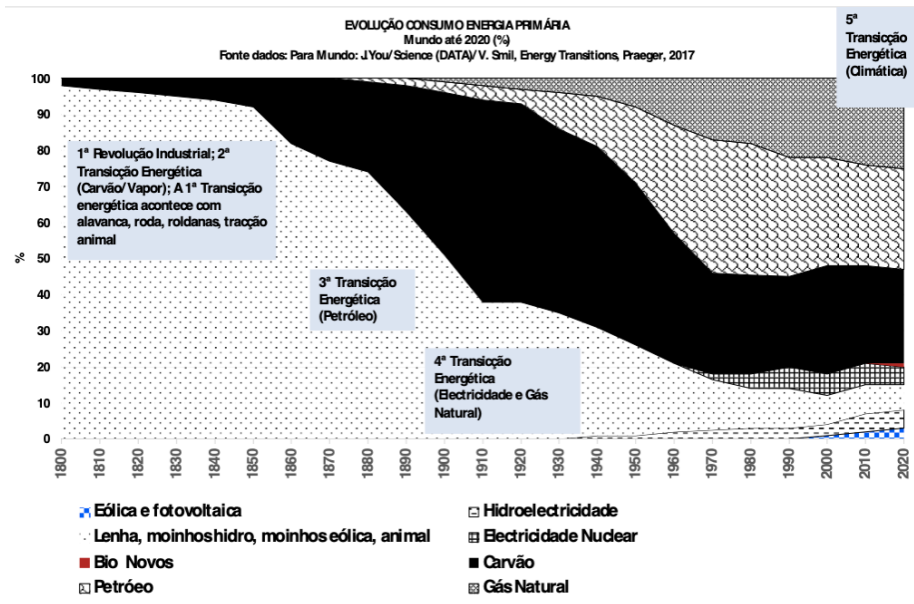


Figura 1

A actual transição ecológica, ou, no fundo, a transição energética, particularmente visada na União Europeia (UE), é muito diferente das do passado. Invocando a urgente necessidade de combater as consequências das alterações climáticas antropogénicas, baseia-se na electrificação quase total da economia e da sociedade mundiais através da intensa e exclusiva utilização de fontes renováveis de energia, parte delas com características intermitentes (eólica e fotovoltaica). O objectivo é a substituição de toda a energia final de origem fóssil por electricidade de origem renovável, em apenas pouco mais de um quarto de século. É o que se procura representar na Figura 2 para o caso português.

Os Relatórios do IPCC, em particular as Sínteses para Decisores Políticos, são muito veementes nos contornos catastróficos de uma eventual não actuação. Contudo, a transição energética tem também um grande e imediato impacto negativo nos consumidores de energia final (aumento dos preços/tarifas e compra de novos equipamentos/sistemas/veículos), bem como nos trabalhadores das indústrias banidas (desemprego), além de que implica a facilitação de vastos recursos públicos financeiros aos grandes agregados económicos e financeiros.

Outro aspecto a ter em consideração é o da enorme quantidade de novos recursos minerais necessários à transição energética, em particular os minerais metálicos críticos² (Pölönen, 2023) cujo aprovisionamento futuro é problemático, não apenas em termos quantitativos, mas, também, porque a sua exploração evidencia aspectos muito delicados do ponto de vista ambiental, social e geoestratégico.

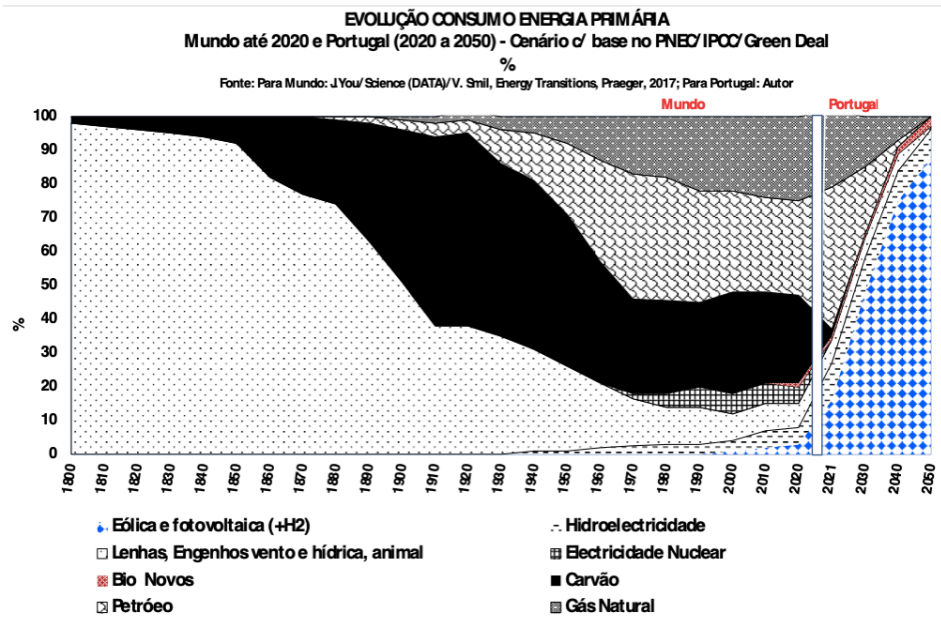


Figura 2

Quanto às unidades de conversão de fontes de energia primária renovável em electricidade sem emissão de GEE (na fase de produção), em particular as fotovoltaicas, desconsiderar que elas têm, além de várias vantagens, diversas implicações negativas, diretas ou indiretas, não é bom para os diagnósticos, nem para o estabelecimento dos programas alternativos. Além da grave limitação relacionada com a intermitência destas fontes e com os baixos factores de capacidade (F_c)³ dessas unidades, elas representam

2. Ver Proposta de Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho: estabelece um quadro para garantir um aprovisionamento seguro e sustentável de matérias-primas críticas e que altera os Regulamentos (UE) 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 e (UE) 2019/1020, COM/2023/160 final)

3. Factor de Capacidade é a relação entre a produção efetiva de determinada central num período específico e a capa-

impactes no uso do solo, além da modificação drástica da paisagem e de alterações nos ecossistemas e na economia territorial⁴ (Vrínceanu *et al.*, 2019). Significam, ainda, impactes no clima local devido à intensa remoção do coberto arbóreo e/ou da vegetação em geral, promovendo alterações no domínio da evapotranspiração e da absorção de CO₂ no processo de fotossíntese, bem como na qualidade da água e no ciclo hidrológico, por contribuírem para o aumento da erosão do solo (Rabaia *et al.*, 2021).

A contestação social e discórdias políticas relacionadas com a densificação de ocupação territorial pelas unidades de geração de electricidade com base em FER – Fontes de energia Renovável, muito em particular as eólicas e fotovoltaicas, bem como das infraestruturas com elas correlacionadas e dada a sua enorme quantidade e dispersão, foram desconsideradas no início da transição energética, talvez devido à hipervalorização política dada à necessidade da descarbonização acelerada. Os investimentos privados em FER têm sido intensamente alavancados por instrumentos públicos de natureza fiscal e de subsídio (FIT – *Feed-in-Tariffs*), sendo, portanto, um lucrativo negócio. Mas, como seria expectável, face à escala que estes investimentos implicam para serem coerentes com as reais necessidades descarbonização que constam do Plano Nacional Energia e Clima 2021-2030 - PNEC 2030, a *“contestação e oposição está em crescendo, tanto em Portugal como em outros países”* (Silva, 2023).

Tendo em consideração os objectivos da transição descarbonizadora, seria desejável minimizar a oposição à implantação das unidades FER, em especial as fotovoltaicas e eólicas. Mas, então, seria necessário que os procedimentos de EIA – Estudos de Impacte Ambiental deixassem de ter o cunho *“tipicamente centralizado, hierarquizado e secreto”* (Gonçalves, 2002).

No âmbito do esforço para compatibilizar a produção agrícola e agropecuária e a geração de electricidade fotovoltaica, apareceram unidades APV - agrofotovoltaicos (Ketzer, 2020), que têm alguns aspectos interessantes. Parece, contudo, que para aumentar a aceitação socioeconómica deste sistema ainda se terá de caminhar muito para demonstrar a sua viabilidade, se se quiser que ele fosse generalizado.

Há propostas que apontam para as vantagens da grande disseminação territorial de pequenas unidades FER, no sentido de *“aumentar a escala de proximidade às comunidades instaladas no espaço rural, potenciando assim o acesso dessas comunidades à energia (...) e contribuir para maior coesão territorial no acesso a bens de primeira necessidade e indispensáveis a qualquer processo de desenvolvimento”* (Quaresma, 2021). Não sendo possível, por falta de espaço no presente exercício, deixar registo de uma análise aprofundada, referir, contudo, que não se afigura adequado confundir a dispersão/disseminação energética (*energy sprawl*) com o conceito de descentralização, nem se vê

cidade total máxima naquele mesmo período (normalmente um ano, 8766 horas).

4. Impacto altista no nível de preço do solo rural/rústico e não aumento significativo de postos de trabalho no contexto investimentos muito significativos.

como pudesse haver maior equidade socioeconómica com tal miniaturização das unidades FER. Desde logo, porque nenhum consumidor pode prescindir, salvo casos isolados, da ligação à rede eléctrica nacional, ou seja, em termos de preço/tarifa final não haverá significativas diferenças. A *energy sprawl* tem muitos dos inconvenientes apontados de forma generalizada ao *urban sprawl* (Pereira, 2017) retroalimentando-se.

As unidades FER, designadamente as eólicas e fotovoltaicas, que passam a ter uma importância central no portefólio energético indispensável à descarbonização, não estarão em exploração por curtos períodos: a sua necessidade manter-se-á durante décadas e, por essa razão, a sua eventual futura desinstalação não pode ser considerada no curto ou médio prazos.

Conceber uma transição energética com preocupações ecológicas e baseada quase exclusivamente em fontes renováveis de energia para gerar toda a electricidade necessária à economia e sociedade, implica ter em consideração os três ODS da ONU, e não apenas o que está ligado ao combate às alterações climáticas.

O Ordenamento do Território, está intimamente correlacionado ao enunciado do Objectivo 15, e, de acordo com a Carta Europeia do Ordenamento do Território (1983) o OT é uma “*disciplina científica, uma técnica administrativa e uma política*” que deverá ser concretizado de forma democrática.

O Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT)⁵ é o instrumento de topo do sistema de gestão territorial em Portugal, definindo objetivos e opções estratégicas de desenvolvimento territorial e estabelecendo o modelo de organização do território nacional.

Na versão revista do PNPOT aprovada com a Lei n.º 99/2019, de 5 de setembro de 2019, podem encontrar-se 82 referências às Alterações Climáticas, 76 vezes à energia e quatro vezes à transição energética.

SISTEMA ENERGÉTICO PORTUGUÊS E NECESSIDADES DE SOLO PARA A TRANSIÇÃO

Além do já citado PNEC 2030, principal instrumento de política energética e climática⁶, existem, ainda, o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) e o Plano Nacional de Ação para Energias Renováveis (PNAER), ambos criados com a Resolução de Conselho de Ministros n.º 20/2013, de 10 de abril⁷.

Consultando o BE-Balanco Energético 2022⁸, verifica-se que: o Petróleo Energético representou 7 211,4 ktep (43,7%), o Gás Natural, 1 646,6 ktep (25,3 %), a Energia Elétrica,

5. O PNPOT foi criado pela Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e de Urbanismo de 1998, e o primeiro foi aprovado pela Assembleia da República, através da Lei n.º 58/2007, de 4 de setembro.

6. Trata-se, em termos operacionais programáticos, de um plano energético, embora completamente determinado por objectivos climáticos.

7. <https://files.diariodarepublica.pt/1s/2013/04/07000/0202202091.pdf>

8; Elaborado anualmente pela DGEG.

4 178,1 ktep (25,3%), a Biomassa, 1 082,9 ktep (6,6 %), e, ainda, o petróleo para fins não energéticos, as outras renováveis (além das FER integradas na electricidade e a biomassa), calor (vapor industrial), resíduos diversos (entre eles os RSU) e o carvão (que desceu muito depois do encerramento das centrais termoelétricas). Portanto, uma conclusão essencial é a de que a electricidade representa apenas cerca de 25% da energia final consumida em Portugal.

A descarbonização total da economia e da sociedade até 2050⁹ implica substituir todas as fontes de energia primária que ainda o não o são por FER (maioritariamente hidroelectricidade, biomassa, eólica e fotovoltaica). Ou seja, isso determinara, se não houvesse aumentos nos consumos energéticos - o que é pouco crível na realidade portuguesa - passar a um consumo final de electricidade de cerca de 17 a 18 000 ktep, em lugar dos 4 178,1 ktep actuais, 4,3 vezes mais em apenas um quarto de século, com recurso quase exclusivo às FER e à intensificação da utilização racional de energia (URE), na Figura 3.

Para se prover as necessidades portuguesas em 2050, mesmo num cenário pouco provável (ou desejável¹⁰) em que não haveria significativo aumento no consumo energético final, atingir-se-ia cerca de 200 000 GWh (200 TWh¹¹) de electricidade consumida, isto é, quatro vezes mais do que na actualidade. E, caso da evolução dos consumos de energia final viesse a processar-se num ritmo equivalente àquele que se verificou até 2007 (antes da crise subprime, depois projectada na Europa como crise das dívidas soberanas), chegar-se-ia aos 580 TWh, uma enorme quantidade de electricidade no contexto português. Num cenário prudente aponta-se neste ensaio para uma necessidade expectável de electricidade entre 260 e 290 TWh.

Coloca-se, então, a questão de saber como e onde se produziria essa quantidade de electricidade? Referir que na actualidade (2022), para se atender ao consumo de 49 465 GWh, se importaram 9 254 GWh (19%). Trata-se de uma significativa dependência externa, que, aliás, tem vindo a agravar-se nos últimos anos.

Considerando a futura necessidade de electricidade, situada entre os 260 e 290 TWh em 2050, ter-se-ia de passar de 23,25 GW de potência instalada integrada no Sistema Eléctrico Nacional (SEN) em 2022, para cerca de 250 GW de potência eléctrica¹², quase onze vezes mais, num portefólio fundamentalmente baseado no eólico, hidroeléctrico e fotovoltaico, e sem qualquer apoio térmico a gás natural (Centrais de Ciclo Combinado).

9. Nos exactos termos em que os compromissos estão assumidos refere-se que se pretende “alcançar a neutralidade climática na UE até 2050, significando isto o equilíbrio, à escala da UE, das emissões e remoções de gases com efeito de estufa”.

10. A capitação energética em geral e de electricidade em particular, estão, fe forma bem demonstrada, correlacionadas com o crescimento económico e com o patamar de desenvolvimento socioeconómico. As baixas capacidades de consumo estão ligadas à pobreza energética que, em Portugal, afecta 700 000 famílias. Deixa-se referência, como mero exemplo de temas menos abordados, à correlação entre a baixa disponibilidade energética e as doenças mentais (How to Make Societies Thrive? Coordinating Approaches to Promote Well-being and Mental Health, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/fc6b9844-en>.) e com a corrupção (The impact of corruption on economic growth in developing countries and a comparative analysis of corruption measurement indicators, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23322039.2022.2129368>

11. 1 GWh = 86 tep

12. O cálculo feito teve em consideração o Fc que as FER mais comuns (fotovoltaicas e eólicas) apresentam em média.

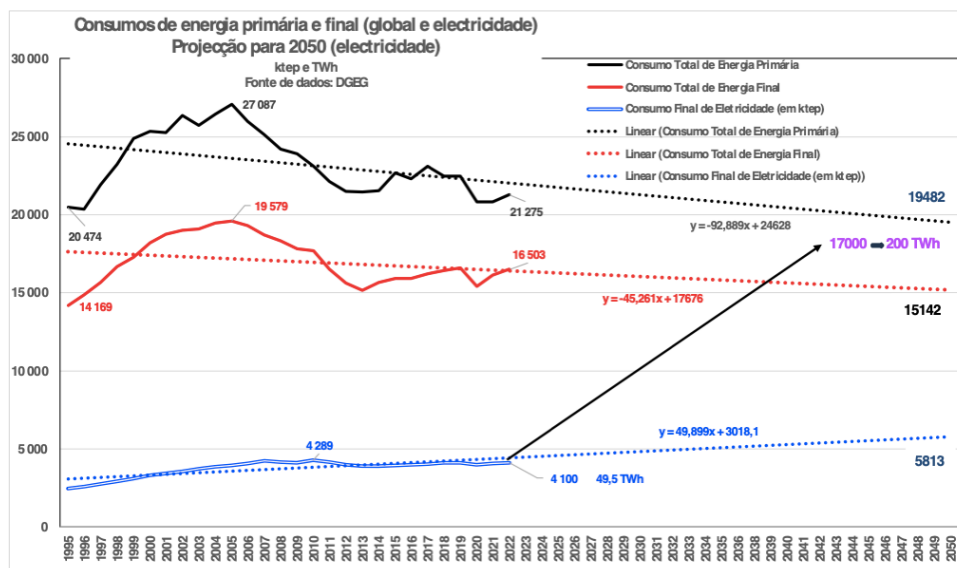


Figura 3

Em Portugal no final de 2022 foram gerados 3 472 GWh de eletricidade a partir de solar fotovoltaico e estava instalada uma capacidade 2,561 GW de acordo com os dados da DGEG¹³ o que evidencia um Fc baixíssimo.

No PNEC 2030 aponta-se para que, no ano horizonte, existam 12,4 GW eólicos (dos quais 2 GW offshore e 10,4 GW onshore), 20,4 GW em unidades fotovoltaicas, e 1,4 GW Biomassa/Biogás e Resíduos, não se prevendo nenhuma incorporação hidroelétrica (apenas um aumento para 3,9 GW em bombagem). Ou seja, um total de 47 GW de potência eléctrica instalada já contado com 5,5 GW de fotovoltaica descentralizada.

O conjunto de unidades fotovoltaicas previstas nos projectos de investimento já em processo de licenciamento (ou já autorizados) envolvem um total de 131 a que se devem adicionar os relativos aos leilões já realizados, um total de 48,2 GW, o que significa que desse total conta-se 32,8 GW estejam operacionais até 2030.

No domínio da eólica, tanto em terra, como no offshore, o cenário considerado passa por atribuir 10 GW de capacidade eólica no offshore através de leilões sequenciais, mais cerca de 10,4 GW no território continental.

Para suprir os 250 GW estimados como necessários em 2050, ter-se-ia de instalar uma potência fotovoltaica de 170 a 190 GW, o que significa, para colocar no território continental português potências desta ordem, dado o rácio de 2 a 3 ha/MW¹⁴, a necessidade

13. DGEG (2023). Estatísticas Rápidas de Renováveis. N.º 222 – Maio de 2023. Lisboa, Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/estatistica/energia/publicacoes/estatisticas-rapidas-das-renovaveis/>

14! Embora haja projectos que apresentam um rácio de 1,5 ha/MW, normalmente as ocupações com as infraestruturas complementares necessárias (linhas, postos de transformação, subestações e áreas de protecção e apoio) são negligenciadas. Por outro lado, para alimentar a rede eléctrica do SEN à base de fotovoltaicas e eólicas, será necessária uma quantidade muito significativa de áreas para instalar as unidades de armazenagem química de electricidade (ba-

de mais 340 000 a 570 000 ha dedicados a esta tecnologia. Tendo presente as unidades que já foram autorizadas, mas ainda não começaram a ser concretizadas, estima-se que o aumento do consumo de solo com esta finalidade em cerca de 600 000 ha.

O LNEG—Laboratório Nacional de Energia e Geologia, desenvolveu, em colaboração com diversas entidades¹⁵, a uma análise designada “Estimativa de potenciais técnicos de energia renovável em Portugal – eólico, solar fotovoltaico, solar concentrado, biomassa e oceanos”, que deu origem a um Relatório final¹⁶, destinado a informação da decisão política. Estes trabalhos incluíram uma importante avaliação técnica autónoma designada “Identificação de áreas com menor sensibilidade ambiental e patrimonial para localização de unidades de produção de electricidade renovável”, emitida em janeiro 2023¹⁷ e, depois, revista em julho do mesmo ano¹⁸.

Na primeira versão emitida em 26 janeiro, de 2023, considerava-se que 12% da área continental portuguesa poderia ser mapeada como potencialmente apta para instalar projectos de electricidade renovável salvaguardando o ambiente. Isso significaria que 1 069 250 ha poderiam servir para instalar unidades de produção de electricidade renovável, ou seja, mais do dobro de todas áreas artificializadas existentes no continente em 2018.

Posteriormente, em julho de 2023, depois de analisadas várias contribuições críticas, foi conscienciosamente elaborada uma segunda versão com mais três cenários (mapas) além do inicial, que diferem no grau de aplicação de condicionantes de exclusão, em que se tiveram em consideração critérios mais rigorosos, significando isso uma relevante redução de áreas potenciais disponíveis.

Tendo em conta o que se encontra registado na COS2018¹⁹ na classe de ocupação 1.3.1.2 - Infraestruturas de produção de energia renovável, constam 1 749,19 ha (0,02% da área total do continente), e, na classe 1.3.1.2 - Infraestruturas de produção de energia não renovável, existem 1 154,54 ha (0,01% do total).

No Relatório do LNEG já revisto, o total de áreas passíveis de artificialização com fins de instalação de produção de electricidade renovável aponta para 372 558,55 ha 4,00% da área do continente (só onshore). Contudo, nos mapas de áreas menos sensíveis apresentada após revisão do Relatório inicial, emitida em junho 2023, as estimativas são:

Cenário 1 (Corresponde à versão de janeiro 2023 melhorada) - áreas < sensibilidade: 10 350 km²; ~12% Área Portugal Continental – 1 069 225,68 ha

Cenário 2: 2ª versão, como 1ª versão, mais áreas proteção recursos minerais, áreas < sensibilidade, 8 977 km², ~10% Área Portugal Continental – 897 700 ha

terias de acumuladores).

15. Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), Direção Geral do Território (DGT), Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) e Direção-Geral do Património Cultural (DGPC).

16. https://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/4077/4/Relatorio_LNEGPotenciaisRES_Julho2023.pdf

17. http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/4006/3/RelatorioLNEGAreasMenorSensibilidade_Final.pdf

18. http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/4006/5/2aVersaoMapaAreasMenosSensiveis_Jul2023.pdf

19. Esta base da informação, a COS2018 - Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) para Portugal continental, é da responsabilidade da Direção Geral do Território (DGT), tem 4 níveis de hierarquia, podendo ser desagregada em 83 classes de uso do solo; <https://www.dgterritorio.gov.pt/Carta-de-Uso-e-Ocupacao-do-Solo-para-2018?language=en>

Cenário 3: Como cenário 2 & ainda: retirando áreas SAPC²⁰, retirando buffer 500m em edifícios residenciais, áreas < sensibilidade 4 162 km²; ~4,7% Área Portugal Continental – 416 200 ha

Cenário 4: Como cenário 3 & ainda retirando áreas RAN e REN disponíveis; áreas < sensibilidade 2 652 km²; ~3% Área Portugal Continental – 265 200 ha

O LNEG não apontou, nem isso faria parte dos objectivos traçados pela tutela, as necessidades de energia final portuguesas em diversos cenários de desenvolvimento socioeconómico, a médio e a longo prazos. Fez uma estimativa de potenciais técnicos das renováveis. E os resultados encontrados, apenas *“reportam o melhor conhecimento à data de elaboração (julho de 2023) e devem ser encarados como uma estimativa dinâmica a ser revista e aperfeiçoada em revisões futuras”*. São muito louváveis as notas cautelares que o LNEG deixou no Relatório, por exemplo, sobre a salvaguarda dos recursos hídricos subterrâneos (SAPC) e acerca das áreas RAN – Reserva Agrícola Nacional e REN – Reserva Ecológica Nacional.

CONCLUSÕES

Considerando o mencionado nas metas energéticas do PNEC 2021-2030²¹ e no Roteiro para a Neutralidade Carbónica, 2050²², estima-se que seria necessário ocupar em mais cerca de 600 000 ha o solo continental, até 2050, para instalação de novas unidades de geração de electricidade FER (eólicas e fotovoltaicas).

No Relatório do LNEG sob a designação “Estimativa de potenciais técnicos de energia renovável em Portugal – eólico, solar fotovoltaico, solar concentrado, biomassa e oceanos”, de janeiro e julho 2023, foram registados os potenciais técnicos das FER. Complementarmente, o LNEG estudou quatro cenários progressivamente mais exigentes quanto aos critérios a aplicar nas condicionantes de exclusão de solos destináveis à finalidade energética, apresentados sob a designação Áreas Sensíveis. Considera-se que as disponibilidades de solo que se registam no Cenário 4, são as que melhor se conjugam com os níveis de sustentabilidade territorial tal como estão definidos no PNPT em vigor.

A materialização da programação energética associada ao PNEC e Roteiro significariam, quando projectados no longo prazo (2045-2050), notáveis efeitos ambientais, territoriais e socioeconómicos, que, pelo que se analisou, não são, no fundamental, positivos.

Considerando a salvaguarda dos valores, prioridades e princípios relevantes no âmbito do OT, conclui-se que não será possível acomodar de forma sustentável grande parte do parque de produção de electricidade renovável, particularmente fotovoltaicas e eólicas, estimado como necessário à transição energética ecológica definida politicamente para o horizonte 2050.

20. Sistemas Aquíferos de Portugal Continental

21. https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Planeamento/PNEC%20PT_Template%20Final%20-%20versão%20final_30_06_2023.pdf

22. Resolução do Conselho de Ministros n.º 107/2019, de 1 de julho

Afigura-se, então, recomendável que as metodologias de licenciamentos ambiental, energético e territorial se devem manter num referencial de rigor face aos princípios chave, designadamente os do OT sustentável, e, por outro lado, é necessário realizar uma Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) extraordinária do plano/programa energético em desenvolvimento, antes de se continuar com a concretização das unidades FER no terreno de forma casuística.

REFERÊNCIAS

- a. Vrînceanu, Ines, Grigorescu, Monica Dumitras, Irena Mocanu, Cristina Dumitrica, Dana Micu, Gheorghe Kucsicsa and Bianca Mitri. 2019. Impacts of Photovoltaic Farms on the Environment in the Romanian Plain; Kamal *Energies*, 12(13), 2533; <https://doi.org/10.3390/en12132533> Physical Geography Department, Institute of Geography, Romanian Academy, Bucharest, Romania;
- b. Rabaia, Mohammad, Malek, Hussien, Ali Abdelkareem, Sayed, Enas Taha, Khaled Elsaid, Kyu, Jung Chae, Tabbi Wilberforce, A.G. Olabi. 2021. Environmental impacts of solar energy systems: A review. *Science of The Total Environment*, Volume 754, 141989, Elsevier.
- c. Silva, Vicente. 2023. As discórdias em torno das centrais fotovoltaicas em Portugal, *Análise Social*, viii (2.º), n.º 247, pp. 270-293. <https://doi.org/10.31447/as00032573.2023247.04> issn online 2182-2999
- d. Gonçalves, M. E. 2002. "Implementation of EIA directives in Portugal: How changes in civic culture are challenging political and administrative practice", *Environmental Impact Assessment Review*
- e. Ketzer, Daniel. 2020. Land Use Conflicts between Agriculture and Energy Production Systems Approaches to Allocate Potentials for Bioenergy and Agrophotovoltaics, *Doctoral Dissertations in Physical Geography No. 4*, University of Stockholm, Sweden.
- f. Pereira, Margarida, Ramalheite, Filipa. 2017. Planeamento e conflitos territoriais: uma leitura na óptica da (in)justiça espacial, *LII*, 104, pp. 7-24, doi: 10.18055/Finis6972. Finisterra.
- g. Odum, Eugene P. 2004. *Fundamentos de Ecologia*, pp 50. 7ª edição, FCG, Lisboa.
- h. Transforming our world: The 2030 Agenda for sustainability and development, sustainabledevelopment.un.org/; A/RES/70/1 <https://sdgs.un.org/goals>
- i. Pölönen, Ismo. 2023. How to avoid missteps of accelerated EIA and permitting? Reflections on the proposal for the EU's Critical Raw Material Act, *Environmental Governance, Environmental Law, EU Law, Natural Resources Law*,
- j. Quaresma, Miguel e Silva, Victor. 2021. Instalações fotovoltaicas na perspetiva do ordenamento e desenvolvimento do espaço rural; *Atas do Encontro Anual da Ad Urbem, Ordenamento do Território Face aos Desafios Ambientais e Energéticos*, Lisboa, Almedina.

REVISÃO DE LITERATURA: AVALIAÇÃO DE LINGUAGEM E TEORIA DA MENTE EM INDIVÍDUOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

Data de submissão: 09/02/2024

Data de aceite: 01/04/2024

Brennda Ketlyn Silva

Universidade Cesumar- UNICESUMAR
Maringá- PR

Thais Bueno Vidal

Universidade Cesumar- UNICESUMAR
Maringá- PR

Mariana Ferraz Conti Uvo

Universidade Cesumar- UNICESUMAR
Maringá- PR
<http://lattes.cnpq.br/1925085285575464>

RESUMO: O objetivo deste estudo é realizar uma revisão sistemática de literatura de trabalhos que abordassem avaliações de linguagem e Teoria da Mente (ToM) em indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), propiciando um conhecimento amplo com maiores possibilidades de diagnósticos de pessoas com TEA. Para seleção dos estudos, foi realizado um levantamento bibliográfico de textos publicados no período entre 2013 e 2023 em bases de dados eletrônicas LILACS, SciELO, PubMed e Cochrane. Com base no título foram definidos os descritores em Ciências da Saúde. Da totalidade dos estudos encontrados (n=5) por meio dos

critérios de inclusão e análise prévia do resumo. Com a análise completa encontrou-se (n=2) estudos condizentes com a presente pesquisa. As pesquisas apontam que indivíduos com possível diagnóstico de TEA, após a avaliação de linguagem em conjunto com a ToM apresentaram alterações nos testes de linguagem e cognição. Os achados se relacionam na tentativa de entender as associações entre os padrões normais com os de indivíduos com TEA. O desenvolvimento compreende diversos fatores e os sentidos moldam as experiências, o que dificulta a criança com TEA a se desenvolver em sua totalidade. Apesar dos estudos elencados nesta revisão pode-se destacar a escassez de pesquisas que tragam a relação das alterações sensoriais e sua influência na linguagem.

PALAVRAS-CHAVE: Autismo; Linguagem; Teoria da mente

LITERATURE REVIEW: EVALUATION OF LANGUAGE AND THEORY OF MIND IN INDIVIDUALS WITH AUTISTIC SPECTRUM DISORDER

ABSTRACT: The objective of this study is to carry out a systematic literature review of works that address language and Theory of Mind assessments in individuals with autism spectrum disorder (ASD), providing broad knowledge with greater possibilities for diagnosing people with ASD. To select the studies, a bibliographic survey of texts published between 2013 and 2023 was carried out in electronic databases LILACS, SciELO, PubMed and Cochrane. Based on the title, the descriptors in Health Sciences were defined. From all the studies found (n=5) through the inclusion criteria and prior analysis of the abstract. With the complete analysis, (n=2) studies were found that were consistent with this research. Research shows that individuals with a possible diagnosis of ASD, after language assessment in conjunction with ToM, showed changes in language and cognition tests. The findings are related in an attempt to understand the associations between normal patterns and those of individuals with ASD. Development comprises several factors and the senses shape experiences, which makes it difficult for children with ASD to develop fully. Despite the studies listed in this review, it is possible to highlight the lack of research that addresses the relationship between sensory changes and their influence on language.

KEYWORDS: autism; language; Theory of Mind

INTRODUÇÃO

O Transtorno Espectro Autista (doravante TEA) é um termo que abrange uma série de habilidades que são afetadas ao longo do desenvolvimento e prejudicam a interação social e comunicação humana. Quando falamos de TEA, estamos falando de um transtorno neurodesenvolvimento que acomete algumas funções neurológicas que não tiveram a capacidade de se desenvolver de maneira correta em suas respectivas áreas (WING; GOULD, 1979).

Os sintomas do TEA variam para cada indivíduo, sendo assim é complexo correlacionar os sintomas de maneira geral. Mas é comum indivíduos com TEA apresentarem comportamentos padronizados e estereotipados, sem uso funcional. Além disso, existe uma grande porcentagem de indivíduos com TEA que são portadores de outras comorbidades como; distúrbios motores, epilepsia, Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), entre outros. Atualmente o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais - (DSM- 5). APA (2014) caracterizou a gravidade do TEA em três níveis:

Nível 1	Grau leve: Normalmente necessitam de pouco suporte para concretizar suas atividades, em relação a comunicação, apresentam dificuldade, mas não afetam as interações sociais.
Nível 2	Grau moderado: Nesse caso é comum os indivíduos precisarem de auxílio para se comunicar, além de apresentarem cognição reduzida.
Nível 3	Grau severo: Geralmente o indivíduo necessita de suporte e apoio para se comunicar pois apresentam um déficit grave nas habilidades comunicativas. Além disso, o TEA de nível 3 tende a ter um comportamento inflexível.

Tabela 1 – Níveis de gravidade do TEA

Fonte: Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais - DSM-5 (APA, 2014), caracterização da gravidade do TEA.

Para que seja concluído o diagnóstico de TEA, é necessária uma equipe multidisciplinar com médico Neurologista e Psiquiatra, Psicólogo e fonoaudiólogo especializados. Os indivíduos comumente apresentam alguns déficits como: a dificuldade na interação social e engajamento nas atividades, resistência para se adaptar a rotinas atípicas, com relação a comunicação não verbal tende a afetar por exemplo o contato visual e expressões faciais. O diagnóstico do TEA deve seguir os critérios da CID-11 que entrou em vigor no início do ano de 2022 acompanhando a classificação imposta critérios da CID-11 a seguir:

6A02	TEA
6A02.0	TEA sem deficiência intelectual (DI) e com comprometimento leve ou ausente da linguagem funcional;
6A02.1	TEA com deficiência intelectual (DI) e com comprometimento leve ou ausente da linguagem funcional;
6A02.2	TEA sem deficiência intelectual (DI) e com linguagem funcional prejudicada;
6A02.3	TEA com deficiência intelectual (DI) e com linguagem funcional prejudicada;
6A02.4	TEA sem deficiência intelectual (DI) e com ausência de linguagem funcional;
6A02.5	TEA com deficiência intelectual (DI) e com ausência de linguagem funcional;
6A02.Y	Outro TEA especificado;
6A02.Z	TEA, não especificado.

Tabela 2 – Critérios do CID-11

Fonte: Gaiato (2018)

O TEA é uma alteração permanente, a qual os indivíduos necessitam de tratamento interdisciplinar e especializado contínuo independentemente da gravidade do quadro. É de extrema importância que a intervenção terapêutica no tratamento do indivíduo com TEA tenha um profissional fonoaudiólogo na equipe multidisciplinar (NETRVAL, 2016).

A atuação do fonoaudiólogo no tratamento do sujeito autista visa a estabelecer a comunicação verbal e não verbal, visto que tal habilidade tende a ser defasada no TEA. Sabe-se que para obter-se uma comunicação efetiva é necessário que os subsistemas linguísticos estejam estabelecidos, pois, segundo Schirmer, Fontoura e Nunes (2004),

o processo de aquisição da linguagem envolve o desenvolvimento de quatro sistemas interdependentes: o pragmático, que se refere ao uso comunicativo da linguagem num contexto social; o fonológico, envolvendo a percepção e a produção de sons para formar palavras; o semântico, respeitando as palavras e seu significado; e o gramatical, compreendendo as regras sintáticas e morfológicas para combinar palavras em frases compreensíveis. Contudo, fica claro que a atuação do fonoaudiólogo é de suma importância para estabelecer os subsistemas linguísticos e assim trazer a comunicação funcional e efetiva para o indivíduo, assim, promovendo a interação social.

A Teoria da Mente (daqui em diante ToM) pode ser definida como um marco do desenvolvimento sociocognitivo normativo que expande em idade pré-escolar, sendo atribuída à habilidade de compreender e adquirir estados mentais. Essa habilidade de compreensão traz o contexto de prever e interpretar o comportamento do outro (WIMMER; PERNER, 1983). No final da década de 70, baseado na pesquisa de Premack e Woodruff (1978), surgiu a designação da ToM através de estudos em chimpanzés.

Ao longo dos anos essa teoria foi aperfeiçoada por Wimmer e Perner (1983), que caracterizaram a ToM como a capacidade de compreender seus próprios estados mentais e dos outros, e assim antecipar suas ações e comportamentos. Já na última década, Pavarini e Souza (2010) analisaram se a ToM teria ligação com a capacidade de compartilhar emoções com a motivação pró-social.

Em 1983, Wimmer e Perner realizaram um estudo com crianças que tivessem a capacidade de entender a crença falsa, ou seja a criança participaria de um contexto em que ela iria prever o comportamento de uma personagem que tem uma crença a qual não condiz com a realidade dela, ou seja, a criança prevê com base no seu conhecimento.

As tarefas de crença falsa seriam: teste por excelência da capacidade da criança para meta representar, uma capacidade que está subjacente ao desenvolvimento da ToM e que se encontra tipicamente desenvolvida por volta dos 4 anos de idade, quando as crianças começam a ser capazes de distinguir entre as representações que têm e o conteúdo delas (DOHERTY, 2009). Possuem estudos que comprovam a existência de estados mentais considerados mais simples, em que a compreensão típica vem antes da crença falsa, ainda assim a crença falsa é caracterizada como principal marco da ToM.

A ToM no autismo manifesta principalmente os fatores singulares definidos pelos distúrbios nos estados mentais dos indivíduos com TEA. Esse modelo é denominado de déficit de ToM, ou seja, as dificuldades apresentadas em jogos interativos e simbólicos e na atenção compartilhada são decorrentes do prejuízo no processo de meta representação de reconhecimentos e atribuição de estado mental ao seu interlocutor e a si próprio (BARON-COHEN *et al.*, 1985; FRITH, 1996).

Pode-se afirmar que com base na crença falsa criada por Wimmer e Perner (1983), os pesquisadores Baron-Cohen *et al.* (1985) desenvolveram o teste de Sally-Ann para analisar as dificuldades apresentadas por crianças com TEA em utilizar o contexto social

para entender como o outro pensa e acredita. O teste é realizado com duas bonecas a Sally e a Ann, no contexto da brincadeira retratada no teste, Sally coloca um brinquedo em uma caixa e sai do ambiente, após isso Ann entra e retira o brinquedo que a Sally colocou na caixa e coloca ele em outra caixa, após mostrar a representação para criança avaliada o mediador deve perguntar onde Sally vai procurar o brinquedo quando ela voltar para sala.

A partir desse contexto, a maioria das crianças com TEA responderam que Sally vai procurar na caixa que a Ann colocou. Com base nisso, acredita-se que a criança que tem TEA apresenta dificuldade para entender que Sally não tem a informação de que o brinquedo foi trocado de lugar, isso porque a criança autista se apoia no concreto e não no que Sally iria pensar e agir diante da situação.

Assim, o objetivo principal deste estudo foi revisar sistematicamente na literatura a provável relação entre as questões sensoriais e o atraso de linguagem dessa população a fim de que haja melhor acompanhamento e o conhecimento mais amplo para maiores possibilidades de intervenções terapêuticas.

METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma revisão da literatura com a finalidade de entender a relação entre alteração sensorial e atraso de linguagem em crianças com TEA. Para a seleção dos estudos, foi realizado levantamento bibliográfico de textos publicados no período entre 2013-2023 em bases de dados eletrônicas LILACS, SciELO, PubMed e Cochrane. Com base no título, foram definidos os descritores para a busca de acordo com o Decs – Descritores em Ciências da Saúde – “autismo”, “autism”, ToM “Theory of Mind” “linguagem”, “language”, intercalados pelo operador booleano AND em todas as bases de dados.

Foram utilizados como critérios de inclusão: ser artigo de pesquisa original; trabalho completo e disponível na íntegra; ter sido publicado nos últimos dez anos em português, inglês ou espanhol; artigo de revisão, incluindo crianças com TEA. Já os critérios de exclusão foram definidos como: artigos não relacionados ao objetivo; trabalhos duplicados nas bases de dados; teses; dissertações; monografias; bem como artigos que, após a leitura completa do texto, não tiveram relação com o título do texto.

No que se refere à seleção dos estudos e extração dos dados, o processo de análise foi constituído pela etapa de leitura dos títulos, resumos e seleção segundo critérios de inclusão; depois a leitura dos artigos na íntegra na busca de resposta para a pergunta norteadora; logo após a análise crítica dos artigos.

Os dados coletados foram distribuídos e analisados por meio do registro em planilhas do Excel contendo os seguintes itens: a) caracterização geral do texto: nome, autor e ano da publicação, b) aspectos específicos da caracterização dos estudos: número da amostra e gênero, caracterização dos sujeitos nos grupos experimental/estudo e controle, e testes

de avaliação; c) caracterização da pesquisa: objetivo de pesquisa; d) resultados obtidos, e e) conclusão. Posteriormente ao registro no Excel, os dados foram analisados e descritos em uma tabela.

RESULTADOS

Seguindo então os critérios de inclusão, foram selecionados artigos para análise dos resultados, conforme demonstra o organograma sequencial da seleção de estudos na figura 1.

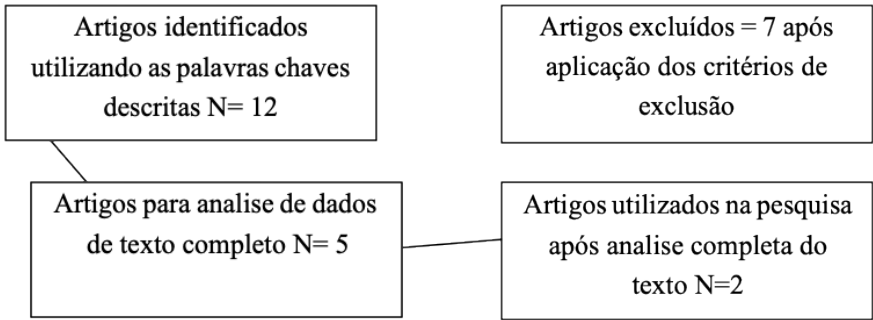


Figura 1 – Diagrama explicativo sobre o processo de seleção dos artigos

Fonte: Elaboração própria

Os artigos analisados foram tabelados por ordem cronológica de publicação, a fim de demonstrar os artigos analisados. Foi evidenciado o nome do artigo, autor(es), ano, caracterização da amostra, tipo de pesquisa, testes de avaliação, resultados e conclusão.

A busca de artigos científicos que se adequassem aos critérios de inclusão se deu nas bases LILACS e SciELO. Dos 12 resultados somados das bases de dados, 2 artigos atenderam aos critérios de inclusão para o estudo após a leitura do título de acordo com os critérios de exclusão e artigos não relacionados ao tema.

Os artigos tratam de estudo de natureza quantitativa e inferencial como instrumento de coleta de dados, a *Estructura Lingüística y Teoría de la Mente en trastorno del lenguaje* de Zúñiga *et al.* (2020), estudo utilizando protocolo com crianças, *The broad autism phenotype in parents of individuals with autism: a systematic review of the literature* da Organização Mundial da Saúde (2018). Análise narrativa apresentado a seguir no quadro 1.

Autor e Ano	Tipo de estudo	Amostra	Objetivo	Instrumento de avaliação	Principais resultados
ZÚÑIGA, María Soledad Sandoval et al. (2020)	Instrumento de natureza quantitativa e inferencial de coleta de variáveis para verificar as hipóteses.	56 Crianças dos 5 aos 6 anos e 11 meses.	O objetivo é descrever e caracterizar as variáveis como a ToM e a estrutura da linguagem, além de analisar a correlação existente entre essas duas variáveis	Instrumento de avaliação "ToM" e testes para medir variáveis do desenvolvimento o linguístico.	Os resultados mostram que quanto maior for a dificuldade em quesito fonologia, compreensão auditiva da linguagem e desempenho cognitivo da criança menor será seu desempenho na ToM.
Organização Mundial da Saúde (2018)	Análise narrativa.	Interpretação de pesquisas sobre as características comportamentais e cognitivas de crianças com autismo, e as três principais teorias cognitivas associadas ao transtorno (déficit da ToM, fraca coerência central e funções executivas prejudicadas podem estar associadas aos pais.	O objetivo é realizar uma revisão sistemática de estudos que abordam as características comportamentais relacionadas à interação social, comunicação e rigidez, além dos modelos cognitivos ToM (Theory of Mind, ToM), coerência central e funções executivas em pais de indivíduos autistas.	Busca no LILACS e IBECs - bases de dados de literatura latino-americana e caribenha em ciências da saúde; Web of Science e MEDLINE - base de dados de literatura internacional.	Os resultados mostram que os pais dos indivíduos com autismo exibem anormalidades comportamentais e que nos testes avaliativos relacionados ao transtorno os mesmos apresentaram fraco desempenho.

Quadro 1 – Dados de identificação dos estudos

Fonte: Elaborado pelas autoras.

DISCUSSÃO

O TEA se explica por uma anormalidade cognitiva que está ligada a diferentes comportamentos de acordo com cada sintoma expresso. Entre essas anormalidades, encontra-se déficits da ToM que seria a capacidade de se colocar no lugar do outro, coerência central fraca, que prejudica a organização das palavras e frases, assim dificultando a compreensão e funções executivas defasadas onde o indivíduo apresenta dificuldade para direcionar o comportamento (RESCHES; SERRAT; ROTAN; ESTEBAN, 2010).

Vale ressaltar que os déficits cognitivos que indivíduos com Autismo apresentam podem ser responsáveis pelo elevado nível de rigidez e perseverança, assim como a sistematização e necessidade de seguir rituais e resistência para sair da rotina diária. Estudos afirmam que a ToM é o principal modelo cognitivo das alterações sociais de pessoas com TEA. Além disso, é de suma importância citar que alterações nessa região cerebral pode trazer sérios danos a interação social e relacionamentos interpessoais dos indivíduos que tem Autismo.

A ToM é dividida em dois grupos, sendo um deles é a decodificação do estado mental que ela relacionado com a capacidade de perceber e compreender o estado mental dos outros de forma que consiga captar informações como; expressões e gestos; o outro

grupo é raciocinar sobre os estados mentais dos outros indivíduos, que diz sobre como um indivíduo consegue coletar possíveis informações no contexto de outras pessoas, podendo ser atitudes, comportamentos e experiências. Flórez, Arias e Torrado (2011) citam que existem hipóteses de que os déficits da ToM estão ligados a déficits sociais e déficits de comunicação, já os déficits nas funções executivas podem ter relação ao alto grau de resistência e perseverança nos comportamentos e a fraca coerência central possivelmente pode estar associada a dificuldades de comunicação e distinção visual e espacial.

Sabe-se que o conceito da ToM está relacionado com a capacidade do indivíduo se colocar no lugar de outra pessoa e ter ampla consciência para compreender as necessidades e desejos alheios em determinadas situações. Nesse estudo o objetivo é argumentar a revisão sistemática da literatura sobre a ToM e avaliação de indivíduos autistas, visto que há hipóteses de que os testes aplicados em crianças autistas quase sempre apresentam alteração, mostrando dificuldade ou um determinado atraso na habilidade de compreender e se colocar no lugar do outro (GÓMEZ, 2010).

Estudos apontam a relação da ToM com a linguagem, a maturação cognitiva da ToM começa por volta dos dois anos de vida, sabendo que o desenvolvimento da linguagem é de suma importância, se tal não ocorre normalmente pode trazer danos às habilidades determinadas pela ToM. Para Bermúdez (2009) pode haver uma correlação entre linguagem e ToM. Entretanto, isso depende de outros fatores internos, como memória ou funções executivas; ou fatores externos, como a cultura e a sociedade em que os sujeitos estão inseridos. Estudos citam a correlação da ToM e a linguagem, porém vale ressaltar que pode ocorrer uma variação desse vínculo conforme o desenvolvimento da criança, os autores afirmam reconhecer a necessidade de aprofundar, especificamente, na interferência que as habilidades linguísticas exercem sobre a cognição social, o que poderia possibilitar a compreensão da ToM de uma criança nas fases iniciais do desenvolvimento gramatical (RESCHES *et al.*, 2010).

Dados coletados apontaram que o desenvolvimento da área cognitiva do cérebro nomeada ToM apresenta uma forte conexão com a aquisição morfosintática e fraca conexão com a maturação fonológica isso interpreta a dificuldade que crianças com diagnóstico de TEA tem de compreender palavras e elaborar frases e suas sentenças, o que afeta na compreensão global de um diálogo, além da capacidade da criança de realizar antecipações de situações, comportamentos, emoções e intenções de outros indivíduos.

Vale ressaltar que a ToM está relacionada com a capacidade de compreender e prever comportamentos do outro, essa caracterização tem sido comparada com uma habilidade “hétero metacognitiva”, que se trata de como uma área cognitiva consegue reconhecer o contexto de outra área cognitiva diferente do seu original, em outro olhar em relação ao contexto. A ToM caracteriza-se por antecipar emoções, distinguindo entre o acidental e o emocional, identificar em outros estados mentais que não coincidam com o próprio e compreender seu conteúdo, conhecer enganos e brincadeiras, o que contribui para a capacidade de imaginar e simular (SERRANO, 2012).

O artigo aborda a coleta e análise de dados sobre o TEA e a ToM. A pesquisa descreve detalhes sobre os textos analisados, características dos estudos, resultados e conclusões. O TEA é definido como um transtorno neurodesenvolvimental que afeta a interação social e comunicação humana. Os sintomas variam, incluindo comportamentos padronizados (WING; GOULD, 1979).

O estudo discute também os níveis de gravidade do TEA e a importância da equipe multidisciplinar para um diagnóstico. A atuação do fonoaudiólogo é destacada na promoção da comunicação funcional. A ToM, se trata da capacidade do indivíduo em compreender estados mentais e se colocar no lugar do outro, é explorada, especialmente no contexto de crianças com TEA. Um teste de crença falsa é mencionado como uma ferramenta para avaliar a compreensão de estados mentais. Contudo é possível concluir que indivíduos com TEA podem apresentar dificuldades na ToM, afetando sua compreensão de estados mentais em contextos sociais (BARON-COHEN *et al.*, 1985; FRITH, 1996).

CONCLUSÃO

Através do estudo realizado pode-se afirmar que as anormalidades cognitivas relacionadas ao TEA, explicam-se de diferentes comportamentos associados a cada sintoma. Essas anormalidades incluem déficits na ToM, habilidade de compreender estados mentais do outro, fraca coerência central, que se trata da dificuldade na organização de palavras e frases, e funções executivas defasadas que alteram o direcionamento do comportamento.

Vale ressaltar que os déficits cognitivos explicam características como rigidez, perseverança, sistematização e resistência a mudanças na rotina. A ToM é central, relacionada à habilidade empática de estar no lugar do outro, essa habilidade é dividida em decodificação do estado mental e raciocínio sobre os estados mentais alheios. O estudo busca revisar a literatura sobre a ToM em indivíduos autistas, enfatizando que testes frequentes demonstram dificuldades ou atrasos nessa habilidade. A ToM tem correlação com a linguagem, sendo sua maturação cognitiva influenciada pelo desenvolvimento linguístico.

Além disso, os dados coletados indicam que a ToM se relaciona mais com a aquisição morfofossintática do que fonológica, impactando na compreensão de palavras e frases. Contudo o artigo analisa as anormalidades cognitivas no TEA, com foco na ToM, destacando a influência da linguagem e da maturação cognitiva. O estudo conclui que esses déficits explicam os desafios na compreensão e previsão de comportamentos sociais em indivíduos com TEA.

REFERÊNCIAS

BARON-COHEN, Simon; LESLIE, Alan M.; FRITH, Uta. **Does the autistic child have a “theory of mind”?** *Cognition*, v. 21, n. 1, p. 37-46, 1985.

DALLA ROSA PADILHA, Roberta; DE FREITAS MORAES, Camila. “Fonoaudiologia, autismo e saúde mental: onde está. In: Rossano Sartori Dal Molin, Saúde em foco: Temas contemporâneos, v.3. **Editora Científica Digital**, 2018. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/articles/201001758.pdf> Acesso em: 25 mar. 2023

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION et al. Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais. In: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais. Ed. 4. p. 880- 880. Porto Alegre: **American Psychiatric Association**, 2002. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/sms-4443> Acesso em: 29 mar. 2023

DOHERTY, Martin. Theory of mind. How Children Understand Others’ Thoughts and Feelings, Hove (East Sussex), **Psychology Press**, 2008. Acesso em: 29 mar. 2023

FLÓREZ, ARIAS e TORRADO, In: FLÓREZ ROMERO, Rita; ARIAS VELANDIA, Nicolás; TORRADO PACHECO, María C. Teoria da Mente em Tarefas de Falsa Crença e Produção Narrativa em Pré-escolares: Investigações Contemporâneas. Local: **Revista colombiana de Psicología**, v. 20, n. 2, p. 249-264, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcps/v20n2/v20n2a08.pdf> Acesso em: 29 mar. 2023

GAIATO, Mayra. **SOS Autismo: Guia completo para entender o TEA**. Nversos, 2018.

GÓMEZ, 2010 in ECHEVERRY, Isabel Gómez. Ciencia Cognitiva, Teoría de la Mente y autismo. **Pensamiento psicológico**, v. 8, n. 15, p. 113-124, 2010. Disponível em: <https://revistas.javerianacali.edu.co/index.php/pensamientopsicologico/article/view/447> Acesso em: 01 abr. 2023.

HAPPE, Francesca; FRITH, Uta. **The neuropsychology of autism**. *Brain*, v. 119, n. 4, p. 1377-1400, v. 119, Ed. 4, p. 1377–1400, 1996.

LOVATO, Jessica Caroline; DOS SANTOS BUENO, Lucimara; DE SOUZA GAEDICK, Isis Lourenço. ATUAÇÃO DO FONOAUDIÓLOGO NA EQUIPE MULTIDISCIPLINAR NO DIAGNÓSTICO DO TEA: REVISÃO DE LITERATURA. v. 16, **Anais da Jornada Científica dos Campos Gerais**, 2018. Disponível em: <https://iessa.edu.br/revista/index.php/jornada/article/view/902> Acesso em: 02 abr. 2023

MARTINS, Carla; BARRETO, Ana Luísa; CASTIAJO, Paula. ToM ao longo do desenvolvimento normativo: Da idade escolar até à idade adulta., v. 392, p. 32-377, **Análise Psicológica**, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ispa.pt/handle/10400.12/3339> Acesso em: 02 abr. 2023

NETRVAL, 2016 in LOVATO, Jessica Caroline; DOS SANTOS BUENO, Lucimara; DE SOUZA GAEDICK, Isis Lourenço. ATUAÇÃO DO FONOAUDIÓLOGO NA EQUIPE MULTIDISCIPLINAR NO DIAGNÓSTICO DO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: REVISÃO DE LITERATURA. **Anais da Jornada Científica dos Campos Gerais**, v. 16, 2018. Disponível em: <https://iessa.edu.br/revista/index.php/jornada/article/view/902> Acesso: 02 abr. 2023

PAVARINI, Gabriela; SOUZA, Débora de Hollanda. ToM, empatia e motivação pró-social em crianças pré-escolares. v. 15. p. 613-622. **Psicologia em Estudo**, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pe/a/VMf6DhCwMC6kCp7LQYPhm4s/> Acesso em: 07 abr. 2023

PREMACK, David; WOODRUFF, Guy. **Does the chimpanzee have a theory of mind?** Behavioral and brain sciences, v. 1, n. 4, p. 515-526, 1978.

RESCHES, SERRAT, ROTAN e ESTEBAN, 2010 in ZÚÑIGA, María Soledad Sandoval et al. **Estructura Lingüística y Teoría de la Mente en trastorno del lenguaje.** Areté, v. 20, n. 1, p. 19-27, 2020.

SERRANO ORTIZ, Jèssica et al. **Desarrollo de la teoría de la mente, lenguaje y funciones ejecutivas en niños de 4 a 12 años.** 2012. Disponível em: <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/8401> Acesso em: 07 abr. 2023

Schirmer, Fontoura e Nunes (2004), in SCHIRMER, Carolina R.; FONTOURA, Denise R.; NUNES, Magda L. **Distúrbios da aquisição da linguagem e da aprendizagem.** *Jornal de pediatria*, v. 80, p. 95-103, 2004.

WIMMER, Heinz; PERNER, José. Crenças sobre crenças: representação e função restritiva de crenças erradas na compreensão do engano por crianças pequenas. **Cognição**, v. 13, n. 1, p. 103-128, 1983.

WING e GOULD, 1979 in VELLOSO, Renata de Lima et al. **Avaliação de linguagem e de teoria da mente nos transtornos do espectro do autismo com a aplicação do teste strange stories traduzido e adaptado para a língua portuguesa.** 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO (2018) ICD - 11 **International Classification of Diseases 11th Revision: The global standard for diagnostic health information.** 2018. Disponível em: <https://bmcmmedinformdecismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12911-021-01534-6>. Acesso em: 02 mai. 2023.

ZÚÑIGA, María Soledad Sandoval et al. Estructura Lingüística y Teoría de la Mente en trastorno del lenguaje. Areté, v. 20, n. 1, p. 19-27, **Revista ARETÉ**, 2020. Disponível em: <https://arete.iberu.edu.co/article/view/art20103> Acesso em: 02 mai. 2023.

O AGRONEGÓCIO DA AQUICULTURA ORNAMENTAL: ASPECTOS DA FISIOLOGIA ADAPTATIVA

Data de aceite: 01/04/2024

Jessica Amanda Ugarte Reges

Graduanda em Engenharia de Aquicultura
<http://lattes.cnpq.br/9128679039797694>
Universidade Federal da Grande
Dourados

Annye Campos Venâncio Ferreira

Mestranda em Zootecnia
<http://lattes.cnpq.br/7752829690872330>
Universidade Federal da Grande
Dourados

Marcos Paiva Scardua

Doutorando em Zootecnia
<https://lattes.cnpq.br/2420999040174991>
Universidade Federal da Grande
Dourados

Letícia Maria Albuquerque Conceição

Graduada em medicina veterinária
<http://lattes.cnpq.br/4518874303719028>
Universidade Federal de Mato Grosso -
UFMT. Campus de Sinop

Maria Ildilene da Silva

Mestranda em Zootecnia
<http://lattes.cnpq.br/5439973598628617>
Universidade Federal da Grande
Dourados

Silvia Prestes dos Santos

Doutoranda em Zootecnia
<http://lattes.cnpq.br/5547052309476124>
Universidade Federal da Grande
Dourados

Alzira Gabriela da Silva

Doutora em Zootecnia
<http://lattes.cnpq.br/4279601671458600>
Universidade Federal do Sul e Sudeste do
Pará

Claucia Aparecida Honorato

Doutora em Ciências
<http://lattes.cnpq.br/8684087124995605>
Universidade Federal da Grande
Dourados

INTRODUÇÃO

Importância do conhecimento básico da fisiologia na criação comercial de organismos aquáticos (com foco em peixes e crustáceos)

O conhecimento sobre como os peixes se comportam, quais as suas reações e respostas frente aos desafios da sua criação são de suma importância para sua longevidade. A adaptação dos peixes ornamentais aos distintos ambientes que

estão expostos requer esforços metabólicos e bioquímicos denominados de fisiologia adaptativa. Em um aquário a regulação da qualidade de água é imprescindível para a sobrevivência e longevidade dos peixes, no entanto quais são os limites que os peixes suportam e os mecanismos que o seu organismo possui para manter equilíbrio.

Algumas características dos peixes favorecem a mortalidade, como a incapacidade de regular a temperatura do corpo; suportarem uma faixa estreita de temperatura; e dependerem da água para a alimentação, reprodução, crescimento e respiração. Algumas mudanças no ambiente depreciam a homeostasia e a saúde do peixe, isto se deve pela rapidez com que qualquer contaminante entra em contato direto com o peixe.

As substâncias químicas podem ingressar no organismo por três vias principais: digestiva, respiratória e cutânea. Depois do ingresso, por qualquer destas vias, elas podem ser absorvidas e passar para o sangue, podem ser distribuídas pelo organismo todo, chegar a determinados órgãos onde são biotransformadas, produzir efeitos tóxicos e posteriormente serem eliminadas do organismo.

Uma forma muito utilizada para classificar as substâncias químicas segundo a toxicidade está baseada na duração da exposição. Geralmente, os toxicologistas procuram os efeitos da exposição aguda, subcrônica e crônica, e também tentam entender o tipo de efeito adverso para cada uma destas três exposições. Vários fatores influenciam a toxicidade das substâncias químicas aos peixes. Entre elas destacam-se:

Fatores biológicos: espécie, idade, estágio reprodutivo e saúde dos peixes, tolerância das espécies ao poluente, distribuição espacial e temporal dos peixes no corpo d'água, capacidade de fuga dos peixes.

Fatores físicos e químicos: quantidade/concentração da substância, capacidade de diluição, neutralização e degradação do corpo d'água, velocidade de dispersão e persistência do poluente, oxigênio dissolvido, pH, temperatura, material em suspensão.

Há quatro caminhos possíveis para a exposição do peixe a uma substância: brânquias, alimento, água ingerida e pele. O peixe tem diversas rotas possíveis para excreção de poluentes, tanto orgânicos quanto inorgânicos. Essas rotas incluem as brânquias, pele, muco, bile, fezes e urina (Figura1).

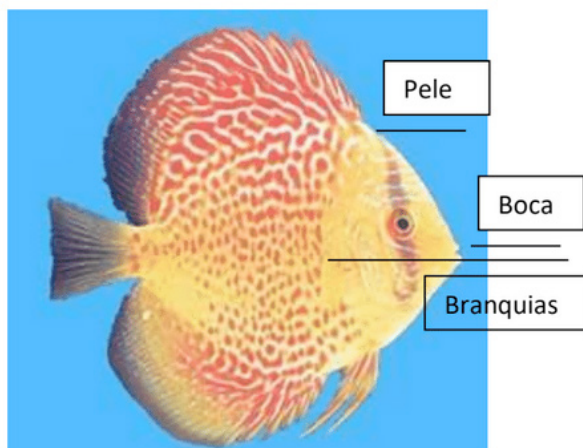


Figura 1- Foto retirada <http://www.ultramix.com.br/aquarismo/peixes/disco.php>

Peixes são animais ectotérmicos, cujas taxas metabólicas estão associados às variações de temperatura da água, existindo uma faixa de conforto térmico para distintas espécies. Embora a temperatura afete o crescimento e as respostas imunológicas dos peixes ornamentais, variações de outros parâmetros da água também são danosos à saúde.

FISIOLOGIA AMBIENTE

O manejo da piscicultura busca o aprimoramento da produção de peixes, no entanto vários fatores estão envolvidos como sanidade, manejo, nutrição, qualidade química e física da água, entre outros.

O manejo de peixes ornamentais é inevitável durante o sistema de produção e na manutenção da sua vida adulta, no entanto, as respostas fisiológicas nem sempre são favoráveis a saúde dos peixes. Os organismos aquáticos submetidos ao manuseio sofrem alterações de suas condições metabólicas iniciais, que constituem os desvios da homeostasia. A intensidade das alterações e o tempo para atingir o completo retorno às condições fisiológicas iniciais são indicativos de estresse e de desequilíbrio da homeostasia.

O manejo apropriado das espécies aquícolas é fundamental para o sucesso da aquicultura. Este manejo consiste no monitoramento das variáveis como qualidade da água, alimentação densidade de estocagem, sanidade tem como finalidade proporcionar o bem estar dos peixes em cultivo. Dessa forma, proporcionando melhores condições para que os peixes expressem seu potencial de crescimento (OLIVEIRA; GALHARDO, 2007).

Variações de temperatura

Entretanto as diferenças no ambiente de cultivo como queda de temperatura, chuvas e as intervenções do sistema de cultivo como arraste da rede, manipulação dos peixes para biometria, transporte de peixes alteram a homeostasia do ambiente alterando o equilíbrio do animal com o ambiente, podendo até a levar a morte do plantel (INOUE; NETO; MORAES, 2004).

A temperatura da água em ambientes para criação e manutenção de peixes ornamentais é muito variada. O tamanho do aquário é o principal ponto das mudanças de temperaturas. Aquários de pequeno volume as mudanças de qualidade de água são mais drásticas que os aquários de grande volume. No entanto, ainda contamos com a produção em tanques escavados cujo a produção é feita em ambientes abertos que sofre influência do ambiente onde estão sujeitos às variações de temperatura ao longo do ano. No Brasil nos meses de maio/junho/julho/agosto há diminuição da temperatura ambiente e da temperatura de cultivo. Como os peixes são animais piscilotérmicos a temperatura corpórea diminui nas épocas frias. A diminuição da temperatura corpórea apresenta correlação positiva com a diminuição do metabolismo e consequentemente diminui o consumo de alimento.

O manuseio de peixes vivos é um assunto relevante para o sucesso do empreendimento aquícola, pois as manipulações e mudanças do ambiente são inevitáveis, causando uma série de reações fisiológicas. Os peixes submetidos ao manuseio sofrem alterações de sua condição metabólicas iniciais que constituem os desvios da homeostasia. A intensidade das alterações e o tempo para atingir o completo retorno as condições fisiológicas iniciais são indicadores bastante úteis da qualidade da manipulação dos peixes (INOUE, 2003).

Um dos fatores que provocam estresse em peixes são as variações de temperatura da água. As chuvas repentinas e intensas, frequentemente observadas no verão brasileiro (ESTEVES, 1988) são importantes causas de choque térmico devido a temperatura da água da chuva ser inferior aos dos corpos de água. O crescimento está relacionado à temperatura da água. Em regiões onde o inverno, a temperatura da água é inferior a 17°C o crescimento dos peixes é quase nulo, podendo ocorrer problemas de parasitose. As mudanças bruscas de temperatura (choque térmico) é um importante agente estressor para peixes neotropicais, podendo causar desbalanços nas reações bioquímicas destes animais heterotermos (TANCK et al. 2000).

Em peixes bettas submetidos a mudanças abruptas de temperatura no período de inverno, observa-se frequentemente Os Bettas apresentavam mudança na coloração do corpo, petéquias e sufusões hemorrágicas na superfície do corpo, aumento da cavidade abdominal contendo líquido transparente e límpido (Figura 2). As nadadeiras encontravam-se hemorrágicas e corroídas. Esta descrição é comumente observada em casos de infecções bacterianas (GARCIA; MORAES, 2009). Em peixes com ocorrência de *A. hydrophila* os

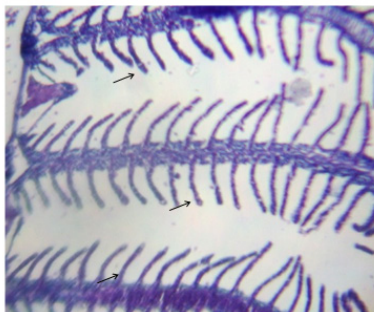
sinais clínicos de perda de apetite, apatia, perda de equilíbrio, lesões epidérmicas como despigmentação, necroses da pele, úlceras com exposição da musculatura e alterações no comportamento são comumente observados (JATOBÁ et al., 2012).



Figura 21 – Betta macho (*Bettasplendens*) infectado com *Aeromonas hydrophila*. (Seta) corrosão de nadadeira, (*) descoloração da pele

Destaca-se que esta bacteriose apresenta danos consideráveis ao sistema respiratório dos peixes (Figura 3). Os Bettas machos sadios apresentaram aspecto normal, sendo os filamentos subdivididos e em lamelas branquiais que se encontram dispostas perpendicularmente. Os filamentos branquiais possuem um epitélio estratificado, constituído por células de cloreto mucoso e pavimentosas (Figura 3A). Quando os peixes são expostos a algum agente agressor (toxicológico ou parasitário) as brânquias podem apresentar diversas alterações patológicas indicativas de condições desfavoráveis de um ambiente. Observa-se que brânquias de Bettas saudáveis apresentam arquitetura a qual o epitélio assenta-se sobre o seio venoso central e encontra-se segmentado por eixos vasculares que originam as lamelas. Essas estruturas representam projeções teciduais acima da superfície externa do epitélio filamentar. Desse modo, as lamelas são constituídas centralmente por um eixo vascular e por um epitélio composto por células pavimentosas de revestimento e indiferenciadas. Esse epitélio assenta-se na lâmina basal de células endoteliais modificadas (células pilar) que suportam e delimitam o compartimento sanguíneo lamelar (Figura 3B).

A



B

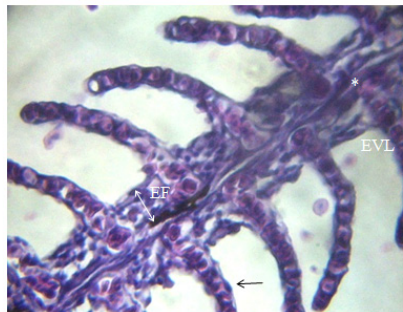


Figura 3. Filamentos brânquias de Bettas saudáveis. A – filamentos brânquias (seta) HE, 200x. B – EF epitélio filamentar; EVL – eixo vascular da lamela, ponta da seta – células pavimentosas; (*) seio venoso central. HE, 400x.

As brânquias dos Bettas infectados por *A. hidrófila* apresentaram alterações histopatológicas. Foi observado vasodilatação das lamelas que proporcionou ruptura celular com perda na capacidade de suporte das lamelas. Esse tipo de lesão caracterizou-se pela condensação dos núcleos e ruptura das membranas celulares (Figura 4A). Destaca-se a proliferação do epitélio filamentar, vasodilatação do seio venoso central e da região basal do eixovascular das lamelas e no epitéliolamelar edema intersticial (Figura 4 B, D) dos animais infectados. A necrose constituiu outro tipo de lesão observado, a qual foi mais acentuada na base do epitélio filamentar estendendo-se, por vezes, na sua totalidade (Figura 4 B, D). Foi constatada inflamação caracterizada por infiltração leucocitária (Figura 4 B). A proliferação do epitélio filamentar estendeu-se a toda a área epitelial conduzindo à fusão lamelar (Figura 4 D). As brânquias apresentavam alterações circulatórias caracterizadas por hiperemia e aneurisma (Figura 4C).

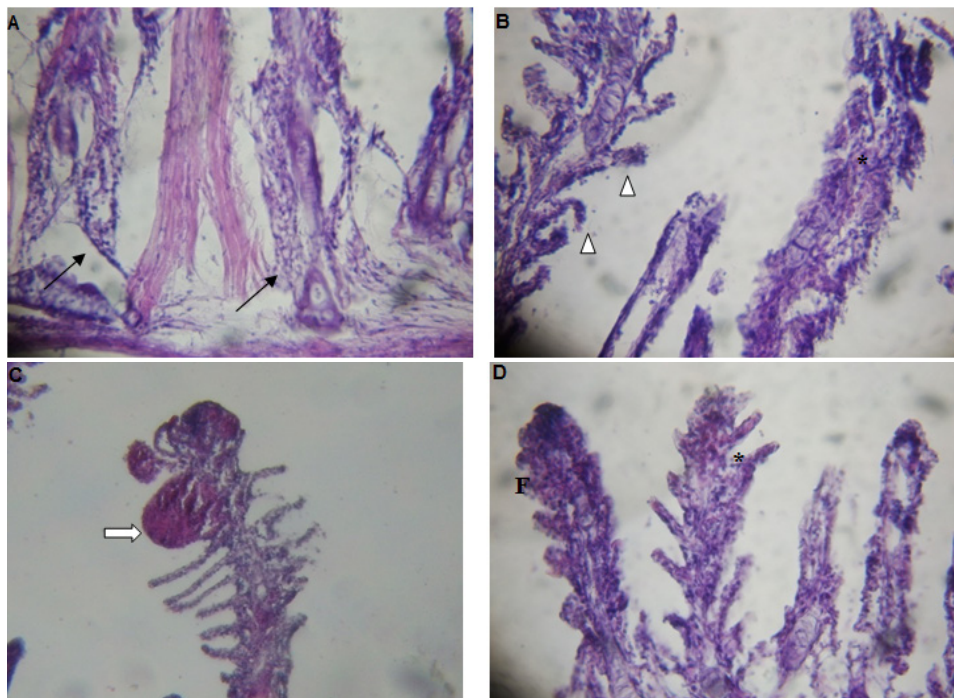


Figura 4. Filamentos brânquias de Bettas infectados por *Aeromonas Hydrophila*. A - ruptura de membranas celulares (setas pretas), característicos de necrose. Necrose na base do epitélio filamentar HE, 200x. B – Destacamento do epitélio lamelar (cabeça de setas), aneurisma (*) HE, 200x. C - vasodilatação do eixo vascular das lamelas com perda da capacidade de suporte das células pilar e formação de aneurismas (setas) HE, 200x. D - Proliferação generalizada do epitélio filamentar com fusão (F) das lamelas branquiais. Edema Intersticial (*) HE, 400x.

Variações de pH

Fatores de qualidade de água como alcalinidade e pH são fatores que alteram a homeostasia dos peixes ornamentais. Uma das maiores influências na saúde do peixe está relacionada ao metabolismo nitrogenado. Os peixes ornamentais excretam predominantemente amônia por difusão através das brânquias, ou trocam NH_4^+ por Na^+ com o meio, excretando assim compostos nitrogenados e mantendo o equilíbrio osmótico. A produção de amônia está relacionada com o catabolismo de proteína, que aparentemente parece ser a fonte primária de energia em espécies aquáticas. O catabolismo de substâncias nitrogenadas leva a formação de produtos intermediários que devem ser eliminados para preservação da saúde dos peixes.

A concentração de resíduos nitrogenados, especialmente de amônia e nitrito, é um fator determinante na qualidade da água do ambiente de criação. Amônia pode ser encontrada como o íon amônio (NH_4), ligeiramente tóxico para peixes e NH_3 , que podem atingir concentrações tóxicas em sistemas intensivos inadequadamente manejados (RANDALL TSUI, 2002). A concentração de NH_3 aumenta em pH elevado (EMERSON et

al., 1975). Em sistemas de agricultura de alta densidade, a toxicidade da amônia total pode ser reduzida pelo CO₂ produzido metabolicamente, o que diminui o pH da água.

Um elevado nível de amônia na água reduz a excreção de amônia de plasma no peixe, promove a absorção do NH₃ do ambiente e aumenta a amônia do corpo (TOMASSO, 1994). O aumento de amônia no sangue (e do pH intracell) altera diversas funções fisiológicas, alterando o comportamento dos peixes, diminuindo o seu crescimento e sobrevivência (ISRAELENSE-WEINSTEIN KIMMEL, 1998) e aumentando a susceptibilidade do peixe a doenças (BERKA, 1986; WENDELAAR BONGA, 1997).

Em *Carassius aurata* submetidos a 1,0 mg.L⁻¹ de cloreto de amônia por 24 horas, não foram observados diferenças no pH e nos níveis de bicarbonato sanguíneo, no entanto houve uma queda de 30% na H⁺ + nmol.L⁻¹, o que reflete que se a exposição for crônica certamente ocorrerá mudanças no pH sanguíneo.

O pH é um fator fundamental no equilíbrio da reação de dissociação da amônia NH₃ + H₂O ⇌ NH₄⁺ + OH⁻. O aumento do pH implica em deslocamento do equilíbrio de reação no sentido de formação de amônia (NH₃). Essa forma nitrogenada é capaz de se difundir livremente através das membranas celulares, se tornando mais tóxica que o íon amônia (NH₄⁺). Esta forma protonada é menos permeável às membranas impondo a excreção através da troca pelo íon sódio, reduzindo o teor plasmático de sódio.

A dificuldade de excreção nitrogenada na forma de amônia, em função da elevação de pH, deve levar o organismo a utilização de outras estratégias bioquímicas de detoxificação deste metabólito.

Osmorregulação

O cultivo de peixes ornamentais são geralmente realizado em tanques de pequenos volumes, com baixa renovação de água, que sofrem grandes variações ao longo do dia, sendo um fator estressante aos peixes. A disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos pode ser detectada pela condutividade elétrica. Quando os valores de condutividade elétrica são altos é um indicativo de elevada decomposição de matéria orgânica do sistema. A condutividade possui grande proporcionalidade com as concentrações dos principais íons determinantes da salinidade como cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonatos, sulfatos e cloretos. Essa correlação existe principalmente em águas continentais ricas em carbonatos.

Grande parte dos peixes ornamentais vivem em ambientes com concentrações iônicas diferentes da constituição do sangue. Estas diferenças nas concentrações iônicas quando são muito elevadas podem resultar em diminuição da homeostasia afetando o desenvolvimento e em casos extremos aumentando a probabilidade de mortalidade.

Peixes teleósteis de água doce mantêm seus fluidos corporais mais concentrados do que o meio em que vivem denominados hiperosmóticos. Devido a esta diferença de concentração osmótica, ocorre uma entrada de água por osmose e perda passiva de íons. Este problema é resolvido através da produção de uma urina diluída e captação de sais por transporte ativo (íons monovalentes) através das brânquias.

Para diminuir os efeitos das diferenças na concentração iônica do meio e o plasma vem se propondo a utilização de sal em pequenas doses. O uso do sal comum (NaCl) durante o manejo produtivo de peixes ornamentais tem se mostrado como boa alternativa para reduzir o estresse causado por fatores como captura, transporte e alterações na qualidade da água. A adição de sal à água reduz problemas osmorregulatórios, entre outras respostas fisiológicas ao estresse, podendo diminuir a mortalidade dos peixes. Cabe ressaltar que os peixes têm capacidade de permanecer por um longo período em águas salinizadas com no máximo 9g/L.

Aparentemente a adaptação à mudança de salinidade implica na sua capacidade de ajustar os mecanismos de transporte de íons a permeabilidade de membrana e a permeabilidade de água pelas brânquias, rins e intestino. As perdas de soluto são compensadas através da alimentação e captação direta de íons do meio. A água em excesso é excretada na forma de urina que pode ser produzida em quantidades de até 1/3 do peso vivo.

Para que a membrana esteja em equilíbrio é essencial que os níveis séricos de Na e K sejam cuidadosamente regulados. Para manter o potencial elétrico da célula, esta precisa de uma baixa concentração de íons de sódio e de uma elevada concentração de íons de potássio, dentro da célula. Fora das células existe uma alta concentração de sódio e uma baixa concentração de potássio, pois existe difusão destes componentes através de canais semi-abertos existentes na membrana celular. Para manter as concentrações ideais dos dois íons, a bomba de sódio potássio ATPase bombeia sódio para fora da célula e potássio para dentro dela, contra seus gradientes de concentração..

Em termos de funções fisiológicas, a bomba de sódio-potássio está ligada diretamente a processos de contração muscular e condução dos impulsos nervosos. Além disso, através desse tipo de transporte, a célula controla a entrada e saída de íons sódio e potássio, provocando, assim, a estabilidade do volume celular e a concentração de água no interior da célula.

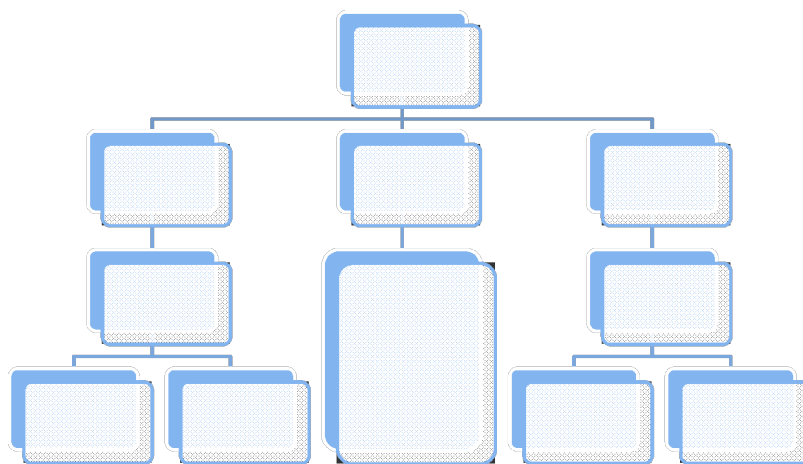


Figura 5 - Fluxograma de abordagem diagnóstica inicial dos distúrbios do equilíbrio ácido base (CARLOTTI, 2012).

A faixa de tolerância dos peixes à água salinizada depende de características como a espécie, a idade e o tamanho do peixe (LUZ; SANTOS 2008) e as características osmorregulatória de cada espécie (ZUANON et al. 2009). O *C. auratus* quando exposto a concentrações de cloreto de sódio de 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; e 25,0g.L⁻¹ (NaCl) e um controle por 96 horas apresentou sobrevivência de 100% até a concentração de 10g.L⁻¹ de NaCl, a partir da concentração de 15g.L⁻¹ de NaCl ocorreu mortalidade de todos os peixes. O tempo médio de sobrevivência para *C. auratus* foi significativamente menor ($P<0,01$) a partir da salinidade de 15g.L⁻¹. A partir de 15g.L⁻¹ a sobrevivência foi de 4 horas e em 25g.L⁻¹ foi de 5 minutos.

A transferência dos *C. auratus* para água doce após o período de exposição a salinidade foi considerada satisfatória uma vez que houve 100% de sobrevivência (Figura 6).

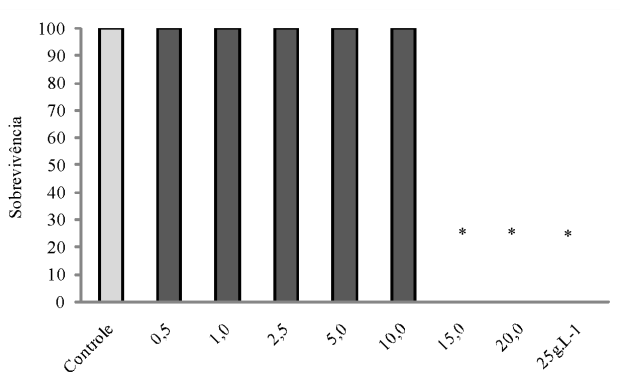


Figura 6. Sobrevivência de adultos de *Carassius auratus* durante 96h em recuperação a exposição a níveis crescentes de salinidade em água doce. (* ausência de peixes devido a mortalidade durante a exposição à salinidade).

A transferência dos *C. auratus* para água doce revelou a adaptação dos peixes à troca de ambientes. A sobrevivência do *C. auratus* em água salobra (10g de NaCl. L⁻¹) e posterior transferência para água doce permite inferir que esta espécie possui uma ampla faixa de adaptação à salinidade da água. Aparentemente o *C. auratus* apresenta alta regulação osmótica e iônica.

Na análise histopatológica do *C. auratus* no controle e expostos até 10,0 g.L⁻¹ apresentaram as brânquias, histoarquitetura constituídas por lamelas primárias que, em intervalos regulares, formavam as lamelas secundárias. Estas formadas por duas camadas de células epiteliais pavimentosas, células pilares, células-cloreto e as células mucosas (Figura 7A). Na concentração de 10,0 g.L⁻¹ ocorreu hiperplasia das células de revestimento no espaço interlamelar e hipersecreção de muco (Figura 7B). Na concentração de 15,0 g.L⁻¹ ocorreu hiperplasia das células de revestimento, desenvolvimento do epitélio interlamelar e fusão apical das lamelas secundárias. Nas concentrações de 20 e 25g.L⁻¹ ocorreram necrose da estrutura de colágeno de sustentação o que provocou desprendimento das células da mucosa da estrutura lamelar (Figura 7 C, D).

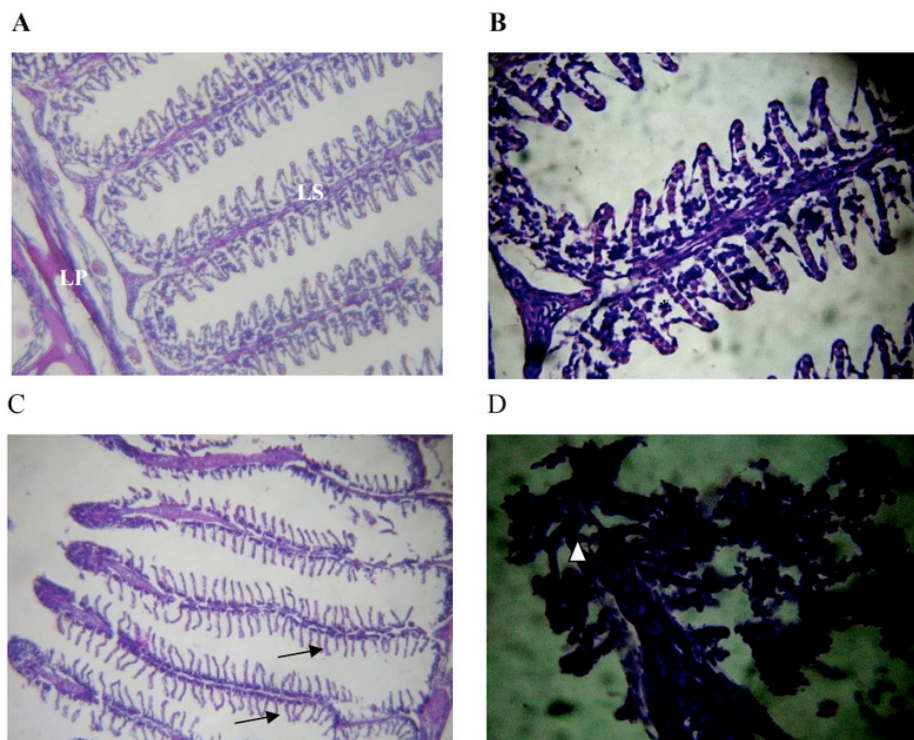


Fig.7. Fotomicrografia da brânquia no (a) tratamento-controle evidenciando as lamelas primárias (LP) e lamelas secundárias (LS) HE, 200x; (b) tratamento 15,0 mg.L⁻¹ ocorrência de hiperplasia das células de revestimento das lamelas secundárias (*); (c) tratamento 20,0 mg.L⁻¹ Destacamento do epitélio lamelar (setas pretas). (d) tratamento 20,0 mg.L⁻¹ ruptura de membranas celulares (cabeça de setas), Necrose na base do epitélio filamentar HE, 400x.

Na avaliação da tolerância aguda de juvenis de acará-bandeira *Pterophyllum scalare* foram obtidos os valores de salinidade letal mediana de $11,11\text{g.L}^{-1}$, valores muito inferior ao observado para Bettas (*Betta splendens*) fêmeas adultas expostos a salinidade a salinidade letal mediana foi de 15g.L^{-1} (ZUANON et al., 2009). As diferenças entre o tempo de sobrevivência das diferentes espécies de peixes ornamentais pode ser decorrente da fase de desenvolvimento dos peixes ou em função de características osmorregulatórias inerentes das espécies em questão.

Durante exposição aguda (96 h), espera-se maior tolerância à salinidade da água do que em exposição subcrônica e crônica. Sendo que a exposição por longos períodos necessita de outros mecanismos de adaptação. Para machos adultos de Bettas (*Bettas splendens*). (Figura 8) com peso de $4,53 \pm 0,94$, submetidos a concentrações de NaCl na água de controle (sem NaCl), 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0 g de sal comum. L^{-1} durante 15 dias.

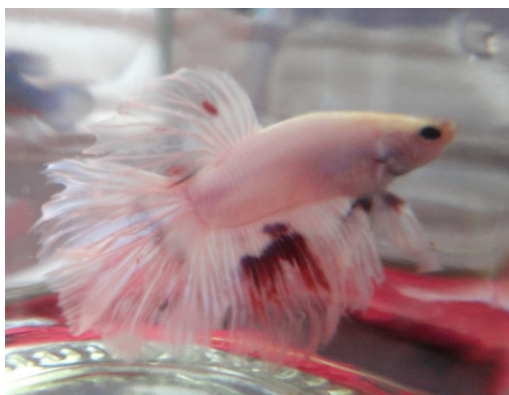


Figura 8. Exemplar de *Bettas splendens* submetidos a 15 dias em água com 5g.L^{-1} NaCl.

Nos Bettas submetidos até $9,5\text{g.L}^{-1}$ de NaCl (Figura 9) não foi observado mortalidade e nem mudança no comportamento durante o período experimental. No entanto, a transferência dos peixes para água doce após o período de exposição à salinidade foi de 100% até a concentração de $7,5\text{g.L}^{-1}$ de NaCl (Figura 9) índice considerado satisfatório. Acima de $8,0\text{g.L}^{-1}$ de NaCl houve mortalidade de 33%.

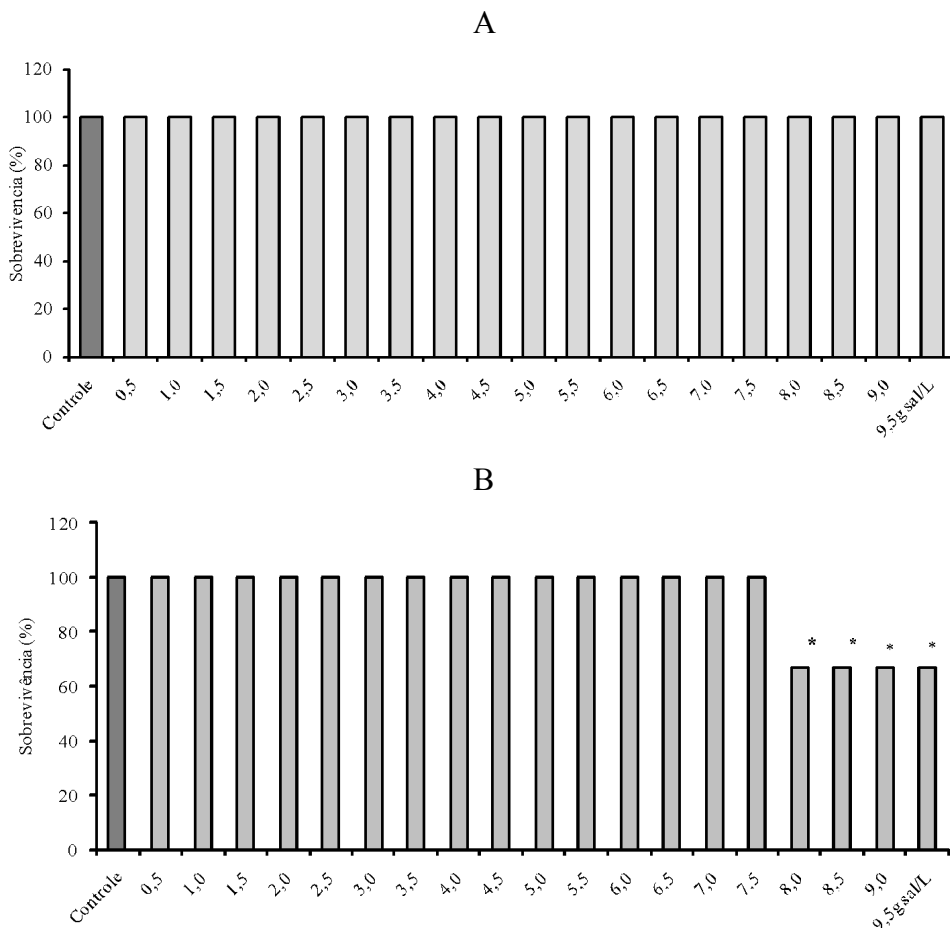


Figura 9. A) Percentual de sobrevivência de Bettas machos submetidos à NaCl na água e a recuperação em água doce. B) Sobrevivência de Bettas machos após a exposição a níveis crescentes de salinidade em água. (*)apresentaram diferença estatística pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para o quinguio (*Carassius auratus*) a exposição crônica ao NaCl estes apresentavam-se letárgicos e apáticos, o que refletiu no consumo de alimento, estes consumiram $0,47\text{g}$ de ração por peixe/ dia⁻¹ (Figura 10). A diminuição do consumo de ração dos peixes expostos a 5gNaCl.L^{-1} . A diminuição da ingestão de alimentos por peixes expostos a longos períodos de água salinizada foi reportado por De Boeck et al. (2000) que observaram diminuição de 70% de ingestão. Zuanon et al. (2009) para Bettas até 11 dias de exposição a água salinizada de 9g de sal comum. L^{-1} também observou o mesmo comportamento de diminuição da ingesta. Esta pode ser atribuída a comportamento de ingestão de água para osmorregulação após a transferência para água salinizada, influenciando a capacidade de ingestão, digestão e tempo de passagem do alimento. As alterações de comportamento dos peixes em exposição crônica ao NaCl podem estar associadas às disfunções do

sistema nervoso central pelas mudanças nas concentrações iônicas. Vieira Neto; Moysés Neto (2003) descrevem que as primeiras manifestações da hipernatremia são a agitação, letargia e irritação.

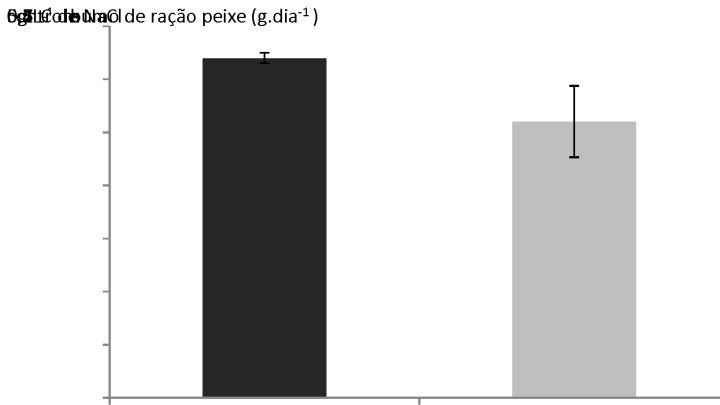


Fig. 10. Consumo de ração de *Carassius auratus* durante 21 dias.

A exposição crônica de *C. auratus* ao NaCl promoveu acidose, diminuição nas concentrações de bicarbonato sanguíneo. Nos parâmetros respiratórios houve aumento de na pressão de oxigênio e consequentemente na saturação de O₂ e também aumento na concentração de H⁺. Se a concentração de H⁺ no plasma estiver aumentada (pH < 7,40), o animal tem acidemia, que pode ser secundária à acidose metabólica ou respiratória. A acidose metabólica é o resultado de um processo que aumenta a concentração de H⁺ e diminui a concentração de HCO₃⁻ (CARLOTTI, 2012).

Os eletrólitos sanguíneos apresentaram mudanças em relação à exposição crônica a 5gNaCl.L⁻¹. A concentração de sódio sanguíneo elevou-se em 5% e de cloreto em 25% dos peixes em exposição crônica de NaCl, promovendo um quadro de hipernatremia e hiperclorêmia. A concentração de potássio sanguíneo dos peixes em exposição crônica apresentou diminuição de 66% em relação ao controle, promovendo um quadro de hipotassemia. O sangue de peixe tem salinidade próxima a 9% sendo que 77% dos sais no sangue são sódio (Na) e cloreto (Cl) (WURTS 1995) o que permite a regulação com o meio ambiente. Para os peixes expostos a salinidade de 5 g.L⁻¹ por 21 dias observou perda do equilíbrio eletrolítico.

O estresse em peixes

A resposta ao estresse envolve a ativação de dois eixos neuroendócrinos, o eixo hipotálamo sistema nervoso simpático - células cromafins (HSC), que libera catecolaminas (adrenalina, noradrenalina) como produtos finais e o eixo hipotálamo-hipófise-interrenal (HHI) que libera os corticosteróides (cortisol e cortisona) (OBA; MARIANO; ROMAGUEIRA, 2009).

O estresse é definido como “um conjunto de reações que o organismo desenvolve ao ser submetido a uma situação que exige esforço para adaptação”, e estressor “é todo agente ou demanda que evoca reação de estresse, seja de natureza física, mental ou emocional” (SEGANTIN; MAIA, 2007).

Segundo Silveira et al. (2009) o conceito de estresse representa uma condição em que o animal é incapaz de manter um estágio fisiológico normal devido a fatores chamados estressantes. Gallhardo e Oliveira (2006) complementam que o estresse pode ser considerado um conjunto de respostas não específicas do organismo a situações que ameaçam desequilibrar a sua homeostase. Os agentes de estresse ou estressores em peixes podem ser de inúmeros tipos, entre os quais contam: Natureza física como o transporte, o confinamento e o manuseio, Natureza química como os contaminantes, o baixo teor de oxigênio ou pH da água: ácido ou alcalino, reduzido ou elevado e percebidos pelo peixe, como por exemplo, a presença de predadores.

Silveira et al. (2009) afirma que os agentes estressores também podem ser classificados como de curta (moderada) duração ou longa (prolongada) duração podendo apresentar diferentes intensidades, a exposição moderada a esses agentes pode produzir nos peixes uma resposta adaptativa, que restitui ao equilíbrio do organismo, contudo se estiverem sujeitos a agentes de estresse prolongados a resposta pode tornar-se mal adaptativa, com conseqüências negativas para o seu estado de saúde.

Processos de estresse

Alguns autores (ABREU; URBINATI, 2006; LIMA, et al., 2006; OLIVEIRA; GALHARDO, 2007) relatam que um animal estressado passa por três fases distintas, que ele denominou de Síndrome Geral da Adaptação (SGA). O primeiro estágio da SGA é uma reação de alarme, usualmente caracterizada por uma rápida resposta fisiológica, seguida de um segundo estágio de resistência. Durante a segunda fase, o organismo se adapta ao distúrbio com o objetivo de recuperar a homeostase. Se o estresse é muito intenso ou persiste por longo prazo, a adaptação pode não ser mais possível e o organismo entra no terceiro estágio, que é o de exaustão.

As respostas fisiológicas de estresse são estimuladas em sistema de cascata, o qual desencadeia respostas em defesa do organismo, estimulando o hipotálamo, que secreta o fator liberador de corticotrofina (CRH), que por sua vez estimula a hipófise a liberar o

hormônio adrenocorticotrófico (ACTH). Uma vez na corrente sanguínea, o ACTH atinge o tecido interrenal, promovendo a liberação do cortisol. As catecolaminas, adrenalina e noradrenalina, são liberadas pelas células cromafins, estimuladas diretamente pelo sistema nervoso simpático (FAGUNDES, 2005).

A resposta ao estresse envolve a ativação do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal, estimulando o tecido adrenocortical a sintetizar e secretar glicocorticóides em maior quantidade (POPP, 2006). Uma das funções do cortisol durante o estresse é suprir a demanda energética dos peixes, mas deprimem o sistema imunológico, os corticosteróides têm ação antiinflamatória inibindo o aumento da permeabilidade vascular e a migração de leucócitos para o foco lesado (BAGLIOLI, 2008)

Oba et al. (2009) descreve que as brânquias, o intestino e o fígado são órgãos alvo do cortisol em peixes, estes órgãos refletem as principais ações do cortisol ou seja, balanço hidromineral, e metabolismo energético, outras ações do cortisol incluem redução do crescimento e a supressão do sistema reprodutivo e imune.

As respostas fisiológicas a agentes estressantes em peixes são similares a verificada em outros vertebrados e tem sido descrita em três níveis e muitas delas têm sido descrita como indicadores de estresse em peixes, essas respostas são divididas em três categorias, primárias, secundárias e terciárias (SILVEIRA; LOGATO; PONTES, 2009).

FISIOLOGIA DA NUTRIÇÃO

Pouco se sabe sobre os peixes ornamentais. Uma vez que os estudos das diferentes espécies ainda são escassos. No entanto, pelo hábito alimentar das espécies ornamentais arriscamos a formular as dietas que possivelmente estão muito acima do requerido. Sendo um obstáculo para formulação de rações. Entende-se como formulação de rações como um processo de cálculo para se conseguir uma mistura de diversos alimentos ou ingredientes, em proporções que possam somar quantidades de nutrientes e que atendam as exigências nutricionais diárias dos animais, de acordo com suas funções produtivas (ANDRIGUETO, 1981). Devido a grande diversidade das espécies, a nutrição de peixes é uma grande área de estudos, onde não cabem generalizações, sendo cada caso merecedor de atenção específica.

Os estudos nutricionais têm demonstrado que a dieta influencia o comportamento, a integridade estrutural, saúde, funções fisiológicas, reprodução e crescimento dos peixes. Assim, a determinação das exigências qualitativas e quantitativas dos nutrientes essenciais é imprescindível para uma adequada formulação de dietas para os peixes.

O aproveitamento alimentar dos peixes também está associado à temperatura da água de cultivo. A eficiência da digestão nos animais ectotérmicos é afetada pela temperatura da água através de, pelo menos, cinco processos: consumo, nível de secreção de sucos gástricos, atividade enzimática, motilidade do trato gastrointestinal e

taxa de absorção intestinal. O aumento na temperatura, dentro dos limites de tolerância térmica, aumenta a taxa metabólica, intensificando a busca pelo alimento, o consumo e provavelmente a digestão e a assimilação dos nutrientes, proporcionando maior velocidade de desenvolvimento. Portanto, o manejo alimentar deve estar relacionado com os fatores que influenciam a ingestão de alimentos, bem como a quantidade de alimento a ser fornecido, horário de arraçoamento, frequência e ritmo de alimentação, nos diferentes sistemas de criação.

As atividades relacionadas à alimentação estão: a procura de alimento, reconhecimento dos alimentos, movimentos para atingir o alimento, qualidade sensorial dos alimentos (figura xxx), iniciativa de comer, ingestão dos alimentos, digestão, absorção e metabolização de nutrientes.

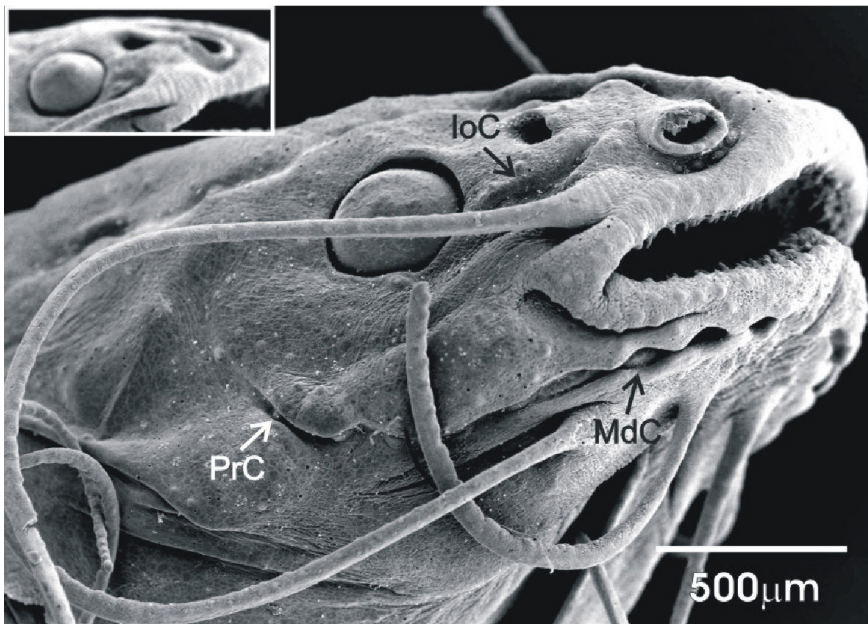


Foto da dissertação de mestrado Carlos Sestaroli. Demonstrando as estruturas sensoriais.

A formulação de dieta para peixes sofre interferência direta da espécie que vai ser alimentada, da fase de desenvolvimento assim como pelo sistema de cultivo adotado (Tabela 1). No intuito de fornecer uma boa alimentação para os peixes, ainda observa-se a prática de utilizar dietas com alto nível de proteína acima da exigência. No entanto, o simples fato de uma ração possuir 40%PB não assegura que esta seja de melhor qualidade que uma dieta de 30%PB. Esta avaliação de qualidade de dieta fatores como tipo de ingredientes e qualidade da proteína (digestibilidade e qualidade de aminoácidos), relação proteína digestível e energia digestível são alguns dos fatores que interferem no valor nutritivo das dietas e que devem ser o ponto de partida da formulação.

A formulação no que tange às diferentes fases do cultivo de peixes está muito abaixo do que se poderia considerar como ideal. É de conhecimento geral que existe uma diferença marcante na exigência nutricional de cada fase de cultivo, no entanto são poucos os trabalhos que apontam essas diferenças. A fase de terminação é uma das que apresentam grande escassez de dados o que leva a obtenção de peixes com alto teor de gordura corporal e com baixa eficiência produtiva chegando a problemas mais graves como morte súbita.

Comumente encontram-se disponíveis no mercado dietas para peixes ornamentais com teores de proteína em torno de 50 a 60%PB. Porém, essas dietas apresentam índices de digestibilidade menor que 50%, acarretando assim problemas tanto para o peixe como para o meio ambiente que recebe essa carga de nitrogênio.

Atento a isto, atualmente as investigações estão voltadas para exigência de cada espécie com impacto direto na formulação das dietas Albernaz (2000). Para atingir tal objetivo o uso das informações de digestibilidade de ingredientes se tornou fundamental para que não ocorra super dosagens, que aumenta os custos de produção, e nem em sub-dosagens, que podem reduzir as taxas de crescimento.

Considerando de forma clara que não se pode mais transpor os dados de uma espécie para outra, estão sendo conduzidos os ensaios de digestibilidade de ingredientes para as principais espécies ornamentais. Para espécies de cultivo de hábitos alimentares diferentes observa-se diferenças drásticas nos valores de digestibilidade dos ingredientes. Que se deve a diferenças na habilidade de digestão e absorção de nutrientes.

A disponibilidade de enzimas digestivas específicas em quantidades ajustadas permite ao organismo a transformação e a disponibilização dos nutrientes. Além disso, os ajustes metabólicos da espécie frente às alterações nutricionais tornam-nas mais ou menos aptas às restrições alimentares impostas. Portanto, o conhecimento das exigências nutricionais de cada espécie baseado em sua capacidade digestiva e em suas adaptações metabólicas frente às variações alimentares é fundamental nos ajustes mais finos das demandas nutricionais (LUNDSTADT et al., 2003). O conhecimento exato da quantidade de enzimas digestivas no trato digestório, sua especificidade, a otimização de suas atividades e suas limitações adaptativas, permitem prever, com maior exatidão, o aproveitamento de alimentos usuais e até mesmo de novas fontes de alimento (GLASS et al., 1989).

Os peixes apresentam uma capacidade específica de adaptação ao processo digestivo, tais como ajustes do perfil e da secreção enzimáticos, da absorção e do transporte de nutrientes. Essa capacidade lhes permite adequar-se às mudanças da dieta e aperfeiçoar as estratégias alimentares, (KAPOOR et al. 1975; HOFER, 1979 a, b). Porém, esta habilidade varia entre as espécies. A capacidade específica de produzir e alterar o perfil e a atividade de suas enzimas digestivas permite o uso de diferentes tipos de alimentos, razão pela qual a estrutura digestiva da espécie reflete o seu hábito alimentar (CHAKRABARTI et al., 1995).

Provavelmente as diferenças no desempenho dos peixes sejam, até certo grau, atribuídas às diferenças inter-específicas das características de seus trato digestórios e à eficiência com que o alimento ingerido é capaz de ser digerido e assimilado. Existe uma correlação entre a estrutura do trato digestório e a distribuição das enzimas digestivas (CHESLEY 1934).

O hábito alimentar está intimamente ligado ao comprimento do trato digestório. Em peixes herbívoros este é mais longo que em carnívoros. Esta característica está ligada ao tempo de trânsito e à consequente exposição do alimento à ação das enzimas. Isto mostra uma correlação entre as atividades enzimáticas digestivas e o tipo de dieta que é processada. As enzimas digestivas são usualmente indutivas (HSU; WU 1979). As maiores atividades de carboidratases deverão ser, portanto encontradas no trato digestório de peixes herbívoros e as maiores atividades proteolíticas em carnívoros. A capacidade de adaptação dos processos digestivos nos peixes, tais como perfil e secreção enzimáticos, absorção e transporte de nutrientes (KAPOOR et al., 1975; HOFER, 1979), varia entre as espécies. Os carnívoros, por exemplo, parecem ter uma capacidade limitada em alterar sua função digestiva e de transporte de nutrientes de acordo com a composição da dieta, enquanto os onívoros exibem uma habilidade muito maior em modular sua fisiologia digestiva e absorviva.

O trato digestório dos peixes apresenta uma diferenciação funcional na maioria das espécies, destaca-se que para espécies ornamentais não é usual realizar ensaio que tenha que matar os peixes para retirada dos órgãos. As atividades enzimáticas observadas no trato digestório dos peixes se devem provavelmente à pequena massa de tecido pancreático difusa ao longo do intestino anterior e, nos adultos, às infiltrações pancreáticas do fígado (CATALDI et al. 1987).

Na maioria dos peixes, a maior parte da digestão ocorre no intestino (ROTTA, 2003), porém, tanto o estômago quanto a mucosa intestinal, o pâncreas e os cecos pilóricos são fontes de enzimas proteolíticas (PHILLIPS, 1969). Os cecos pilóricos são embriologicamente equivalentes ao pâncreas exócrino e podem ter um papel fisiológico equivalente em alguns casos CHESLEY (1934a). Portanto, essa estrutura é muito importante no processo digestivo dos peixes, já que um grande número de enzimas como tripsina, quimiotripsina, carboxipeptidases (proteolíticas), amilases, lipases e quitinase são aí produzidas (DE SILVA; ANDERSON, 1995). O tecido pancreático também pode estar associado ao tecido adiposo que reveste os cecos pilóricos ou disperso no mesentério, assim como ocorre em muitos teleostes (KAPOOR et al. 1975). A secreção dessas enzimas é medida por estímulos neurais e hormonais, que geralmente provocam um aumento da secreção enzimática para a luz do trato digestório (FANGE; CHIOU, 1989).

A secreção das enzimas digestivas é mediada por estímulos neurais e hormonais, que geralmente provocam um aumento da secreção enzimática para a luz do tubo digestório. Os dois principais hormônios envolvidos no processo digestivo são a gastrina e a colecistocinina (CCK) (MUTT; JORPES, 1971). A liberação do hormônio gastrina produzido pelas células

gástricas do estômago provoca a liberação de ácido clorídrico pelas células parietais. O aumento da concentração de ácido clorídrico no estômago é um estímulo para a secreção de pepsinogênio (precursor da pepsina) pelas células pépticas (GUYTON; HALL, 2002). A CCK produzida pelas células I do intestino anterior é a responsável pelo aumento secreção de enzimas digestivas do pâncreas exócrino (DESBOIS et al., 1999), pelo aumento da contração da vesícula biliar (CHEESEMAN; TSANG, 1996), pelo peristaltismo intestinal e pela inibição da secreção do ácido gástrico e do hormônio gastrina (LIDDLE, 1997). A liberação destes hormônios está diretamente relacionada com a ingestão de alimento (REHFELD; VAN SOLINGE, 1994). Entretanto, outros fatores de natureza química, distinta dos sinalizadores endógenos, podem estar relacionados ao estímulo de produção e/ou secreção das enzimas digestivas.

A digestão das proteínas envolve a ação de diferentes enzimas, cada qual com sua ação específica sobre diferentes sítios de ligação peptídica resultando na formação de peptonas, proteases e polipeptídeos menores (GAUTHIER et al., 1982). A hidrólise dos polipeptídeos resultantes se faz por ação das aminopeptidases, carboxipeptidases e dipeptidases com a formação final de aminoácidos livres. Assim, os aminoácidos livres podem ser finalmente absorvidos (HALVER; HARDY, 2002). A digestão de proteínas começa pela ação da pepsina produzida no estômago, sendo completada pela ação de proteases alcalinas, como tripsina e quimiotripsina, produzidas ao longo do intestino (FANGE and CHIOU, 1989).

A digestão dos lipídios nos peixes pode ocorrer no estômago, nos cecos pilóricos e no intestino pela ação de uma variedade de lipases e colipases (SMITH, 1989). As gorduras neutras são hidrolisadas em ácidos graxos e glicerol que são absorvidos e utilizados como fonte de energia ou armazenados para fins de reserva. Outras formas de lipídios, como esteróides, fosfolipídios, lipídios complexos e ceras podem igualmente ser degradados e ou fazerem parte da composição lipídica dos peixes.

A digestão de carboidratos em peixes ocorre no estômago, nos cecos pilóricos e no intestino pela hidrólise de moléculas de polissacarídeos complexas (WILSON; POE, 1985). A digestão de carboidratos é realizada por algumas enzimas, sendo a amilase a mais relevante, e produzindo uma variedade de oligossacarídeos e monossacarídeos como produtos da reação (LOVELL, 1988). A utilização dos carboidratos difere entre as espécies e depende principalmente da complexidade da fonte de carboidrato ingerida (YAMAMOTO et al., 2001).

Para espécies de peixes ornamentais como Betta (*Bettas splendens*) a atividade das principais enzimas digestivas é responsiva a presença de alimento no trato digestório (Figura 12).

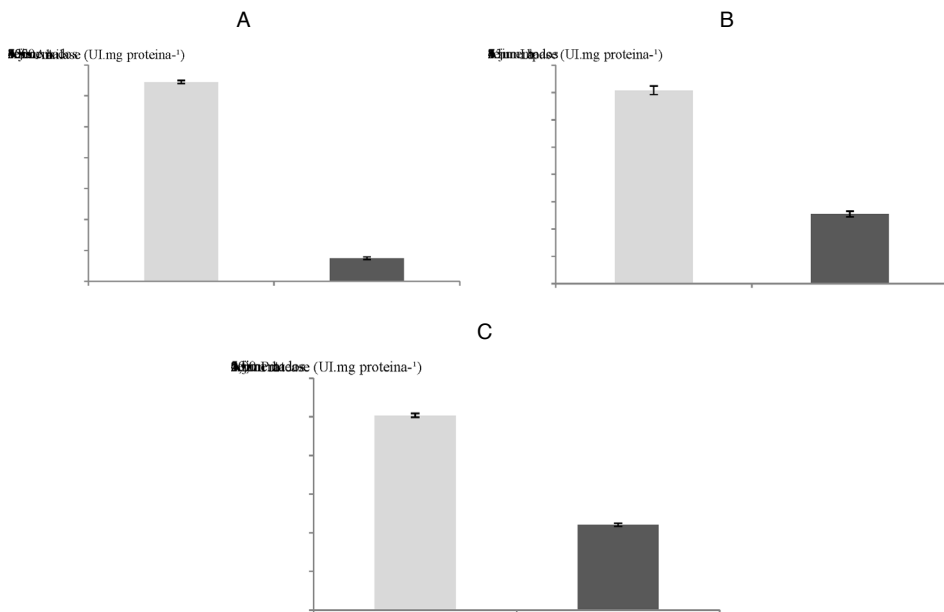


Figura 12 - Atividade específica (UI/mg proteína) da protease (A), amilase (B) e lipase (C) do trato digestório de *Bettas splendens* em resposta a privação de alimento.

Observa-se que o jejum de 21 dias em *Bettas* depreciou a atividade da lipase digestiva (Figura 13). Estes resultados revelam que fontes de lipídeos são

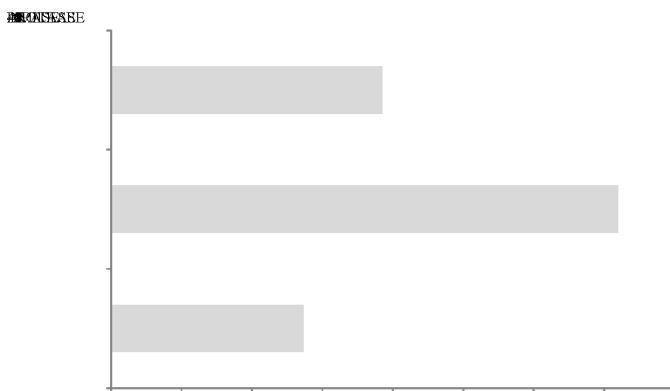


Figura 13 – Percentual de perda da atividade das enzimas digestivas de *Bettas* submetidos a privação de alimento.

Para quinguios (*Carassius aurata*) a atividade da amilase e lipase digestivas foram menores para os peixes em jejum por 21 dias. No entanto, a atividade da protease digestiva não demonstrou responsividade a presença ou ausência de alimentos no trato digestório (Figura 14). A atividade proteolítica de quinguios é menos dependente da presença de

reguladores, ou até mesmo do alimento, ainda que mesmo uma pequena diminuição ao longo do jejum seja observada. Este fato pode estar ligado à falta de células do sistema endócrino em alguma porção do trato digestório desta espécie. Porém a relação entre a dieta, a estrutura e a função dos cecos pilóricos (principal local de digestão proteica no trato digestório) é muito complexa e ainda pouco entendida (DREWE *et al*, 2004), necessitando assim de mais estudo.

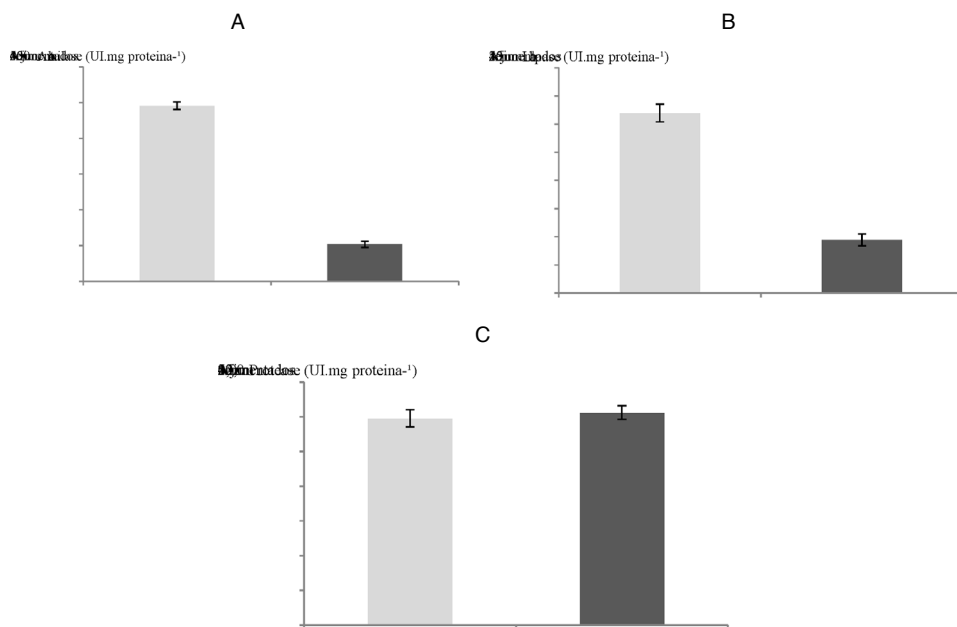


Figura 14 - Atividade específica (UI/mg proteína) da protease (A), amilase (B) e lipase (C) do trato digestório de Quinguios (*Carassius aurata*) em resposta a privação de alimento.

Os baixos níveis de atividade enzimática do trato digestório dos peixes em jejum, evidenciam que a presença de alimento nas cavidades gastrintestinais é importante para a secreção de enzimas. Devido a grande diferença observada no perfil enzimático da protease digestiva entre kinguios e Bettas ressalta-se que a capacidade digestiva é interespecífica.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O CONHECIMENTO DOS ASPECTOS FISIOLÓGICOS E A CRIAÇÃO COMERCIAL DE ORGANISMOS ORNAMENTAIS

Adaptação fisiológica: é o processo de ajustamento do próprio peixe a outro ambiente. Ao produzir peixes ornamentais em sistema intensivo, que necessariamente requer aumento de densidade e utilização de alimento artificial, a adaptação é um fator primordial de sobrevivência. Segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), para que a aquicultura produza benefícios reais e permanentes, esta terá que encontrar formas de se desenvolver, aumentando os seus rendimentos e

diminuindo os seus efeitos adversos. Para tanto, será necessário identificar formas adequadas principalmente de produção e de conservação do meio ambiente.

Algumas exigências para o desenvolvimento da aquicultura ornamental são primordiais, como adequação da capacidade de suporte ambiente aquático, emprego da produção primária na alimentação dos peixes; emprego de dietas de alta digestibilidade que atenda as exigências adequadas a cada espécie de peixe ornamental.

Qual seria a resposta fisiológica de adaptação? Qual seria a resposta comportamental de adaptação? Qual o nível de tolerância ao agente agressor das espécies de peixes ornamentais? Quais as consequências destas condições adversas (alimento, qualidade de água, etc)?

Enquanto mudanças drásticas no ambiente de cultivo resultam em altas taxas de mortalidade. Porém a exposição de peixes ornamentais a exposição crônica a qualquer situação de estresse (alimentar ou de ambiente), comprometem as funções fisiológicas, ocasionando diminuição de crescimento e menor resistência a doenças. É incontestável que a tolerância dos peixes ornamentais é interespecífica.

Portanto, faz necessário e urgente estudos sobre fisiologia de peixes ornamentais nativos submetidos a distintos fatores de estresse com a finalidade de reduzir os fatores nocivos para otimizar esta cadeia produtiva.

REFERÊNCIAS

ABREU, S. J.; URBINATI, E.C. Physiological responses of matrinxã (*Brycon cephalus*) fed different levels of vitamin C and submitted to air exposure. **Acta Amazônica**, Manaus, v.36, p.519-524, 2006.

ALBERNAZ, N. D. S. **Efeito do processamento da ração sobre os valores de digestibilidade aparente dos nutrientes para Piau Verdadeiro (*Leporinus elongatus* CUV & VAL, 1864)**. 2000. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

ANDRIGUETTO, J.M., PERLY, L. ; MINARDI, I. ET AL. **Nutrição animal**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1985. v.1, p.71-134, 1981.

BAGLIOLI, B. **Vitamina C na dieta e influencia nas respostas de estresse e resistência de juvenis de jundiás expostos ao ictio**. Curitiba, 2008. 48 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Paraná, UFPR.

BERKA, R. **The transport of live fish. A review**. Rome: FAO, 1986. 52p. (EIFAC Technical Papers, 48).

CARLOTTI, A. P. C. P. Abordagem clínica dos distúrbios do equilíbrio ácido base. **Medicina Ribeirão Preto**, v. 42, n. 2, p. 244-62, 2012.

CARNEIRO, D.J. **Efeito da temperatura na exigência de proteína e energia para alevinos de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)**. 1990. 59f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

CATALDI, E., CATANDELLA, S., MONACO, G., ROSSI, A., TAUCIONI, L. A study of the histology and morphology of digestive tract of the sea-bream, *Sparus aurata*. **Journal of Fish Biological**, v. 30, p. 135-145, 1987.

CHAKRABARTI, I.; M.A. GANI; K.K. CHAKI; R. SUR ; K.K. MISRA. Digestive enzymes in 11 freshwater teleost fish species in relation to food habit and niche segregation. **Comparative Biochemistry and Physiology – Part A**, v. 112, p. 167-177, 1995.

CHEESEMAN, C.I.; TSANG, R. The effect of GIP and glucagon-like peptides on intestinal basal membrane hexose transport. **Animal Journal Gastrointestinal Liver Physiology**. v. 271, n. 3, p. 477-482, 1996.

CHESLEY, I. The concentrations of proteases, amylases and lipase in certain marine fishes. **Biology Bull**, v. 66, n. 2, p. 133-144, 1934.

DE BOECK, G.; VLAEMINCK, A.; LINDEN, A. et al. The energy metabolism of common carp (*Cyprinus carpio*) when exposed to salt stress: an increase in energy expenditure or effects of starvation? **Physiological and Biochemical Zoology**, v.73, n.1, p.102-111, 2000.

DE SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. **Fish nutrition in aquiculture**. London: Chapman ; Hall, Aquiculture série 1, 1995, p319.

DESBOIS, C. et al. The CCKB/gastrin receptor is coupled to the regulation of enzymes secretion, protein synthesis and p70 S6 kinase activities in acinar cells from ElasCCKB transgenic mice. **European Journal of Biochemistry**, v. 266, n. 3, p. 1003-1010, 1999.

DREWE, K. E. HORN, M. H.; DICKSON, K. A.; GAWLICKA. Insectivore to frugivore: ontogenetic changes in gut morphology and digestive enzyme activity in the characid fish *Brycon guatemalensis* from Costa Rican rain forest streams. **Journal of Fish Biology**. v. 64, n. 4, p. 890–902, 2004

ESTEVES, K.E.; ARANHA, J.M.R.; Ecologia trófica de peixes e riachos. **Oecologia Australis**, v.6, 1999.

FAGUNDES, M. **Respostas Fisiológicas do Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) a Estressores Comuns na Piscicultura**. 2005. 66 p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista UNESP, Jaboticabal SP, 2005.

FANGE, I.S., CHIOU, S. F. Effects of salinity on the activities of digestive protease from the tilapia fish, *Oreochromis niloticus* in different culture environments. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 93A, p. 439-443, 1989.

GALHARDO, R; OLIVEIRA, R. Bem Estar Animal: Um Conceito Legítimo para Peixes? **Revista de Etologia**, Ribeirão Preto v.8, n.1p. 51-61, 2006.

GARCIA, F.; MORAES, F. R. Hematologia e sinais clínicos de *Piaractus mesopotamicus* infectados experimentalmente com *Aeromonashydrophila*. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 17-21, 2009.

GARCIA, L.M.; ADELMAN, R. Na in situ estimate of daily food consumption and alimentary canal evacuation rates of common carp *Cyprinus carpio* L. **Journal of Fish Biology**, v. 27, p. 487-493, 1985.

GAUTHIER, S.F., VACHON, C., JONES, J.D., SAVOI, L. Assessment of protein digestibility by in vitro enzymatic hydrolysis with simultaneous dialysis. **Journal Nutrition**, v. 112, p. 1718-125, 1982.

GLASS, H. J. Et la. Digestive of protein in different marine species. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry**, v. 94, n. 3, p. 607-611, 1989.

GUYTON, A. C.; HALL J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Décima edição. Guanabara Koogan. pag 973. 2002.

HALVER, J.E. ; HARDY, R.W. Nutrient Flow and Retention. In: Halver, J.E. ; Hardy, R.W. (eds). **Fish Nutrition**. 3 ed, Academic Press. Pp. 755-770, 2002.

HOFER, R. The adaptation of the digestive enzymes to temperature, season and diet in roach, *Rutilus rutilus*, and rudd, *Scardinius erythrophthalmus*, Proteases. **Journal Fish. Biology**, v. 15, p. 373-379, 1979.

Hsu, Y.L. ; Wu, J.L. The relationship between feeding habits and digestive proteases of some freshwater fishes. **Bull. Inst. Zool.**, v.18, 45-53. 1979

INOUE, L.A.K., SANTOS NETO, C.; MORAES, G.. Clove oil as anaesthetic for juveniles of matrinxã *Brycon cephalus* (Günther, 1869). **Ciência Rural**. v. 33C, p. 943-947, 2003.

ISRAELI-WEINSTEIN, D.; KIMMEL, E. Behavioral response of carp *Cyprinus carpio* to ammonia stress. **Aquaculture**, v.165, p.81-93, 1998.

JATOBÁ, A., SILVA, B. C., DO NASCIMENTO VIEIRA, F., MOURIÑO, J. L. P., ; SEIFFERT, W. Q. Isolamento e caracterização de bactérias hemolíticas de Acará Disco e Neon Arco-Íris. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 763-768, 2012.

KAPOOR, B.G.; SMIT, H.; VERICHINA, I. A.. The alimentary canal and digestion in teleosts. **Adv. Mar. Biol.**, v. 13, p. 109-239, 1975.

LIDDLE, R. A. Cholecystokinin cells. *Anna Rev. Physiology*. V. 59, n. 1, p. 221-242, 1997.

LIMA, F. C.T. Subfamily bryconinae In: R.R.K. Reis, S.O; FERRARIS, JR., c. j. (Ed). **Check List of the Freshwater fish of south and central American**. Porto Alegre: EDPURCS, P. 174-181, 2003.

LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Chapman ; Hall, 260p, 1989.

LUNDSTEDT, L.M., MELO, J.F.B. ; MORAES, G. Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma corruscans* (Teleostei: Siluriformes) in response to diet composition. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 137B, 331-339. 2004.

LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E. Avaliação da tolerância de larvas do pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Pisces: Siluriformes) a diferentes salinidades. **Acta. Sci. Biol. Sci.** v. 30, n. 4, p 345-350. 2008.

LUZ, R.K.; MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, R.M.; PEDRO, N.; DELGADO, M.J. Growth, food intake regulation and metabolic adaptations in goldfish (*Carassius auratus*) exposed to different salinities. **Aquaculture**, v.276, p.171-178, 2008.

MORAES, G. ; BIDINOTTO, P.M. Induced changes in the amylohydrolytic profile of the gut of *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1885) fed different levels of soluble carbohydrate: its correlation with metabolic aspects. **Revista de Ictiologia**, v. 8, p. 47-51, 2000.

OBA, T. E; MARIANO, S. W; ROMAGUEIRA, L. **Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo rentável**. In: TAVARES, D.M (Orgs), 2009. Embrapa, Amapá, Macapá.

OLIVEIRA, R.F.; GALHARDO, L. Sobre a aplicação do conceito de bem-estar a peixes teleósteos e implicações para a piscicultura **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, suplemento especial, p.77-86, 2007.

PHILLIPS, A.M.JR. **Nutrition, digestion and energy utilization**. In: Fish Physiology, vol. 1. (Hoar, W.S. ; Randall, D.J. eds), p. 391-432. Academic Press, 1969.

RANDALL, D.J.; TSUI, T.K. Ammonia toxicity in fish. **Marine Pollution Bulletin**, v.45, n.1-12, p.17-23, 2002.

REHFELD, J.F.; VAN SOLINGE, W.W. **The tumor biology of gastrin and cholecystokinin**. In: (ed) Advances in Cancer Research, 1994, v. 63, p. 295-347.

ROTTA, M. A. **Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestório dos peixes relacionados à piscicultura**. Corumbá, EMBRAPA-CPAP. 48 p. 2003.

SEGANTIN, O.G.; MAIA, L.F.M. **Estresse vivenciado pelos profissionais que trabalham na saúde**. Londrina, 2007, 49 f. Monografia - Instituto de Ensino Superior de Londrina INESUL, Londrina PR, 2007. Disponível em: < www.inesul.edu.br >. Acesso em: 28 out 2009.

SILVEIRA, S.U; LOGATO, R.P; PONTES, C.E. Fatores Estressantes em Peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, n.4, p 1001-1017, 2009. Disponível em: < http://www.nutritime.com.br/home/?pg=revista_nutritime > Acesso em 28 out 2009.

SMITH, L.S. **Digestive functions in teleost fish**. In **Lecture presented at the FAO/UNDP Training Course in fish feed technology**, ACDP/REP/ 80/11. p. 3-17, 1989.

TANCK, M.; BOOMS, G.; EDING, E.; WENDELAAR BONGA, S.; KOMEN, J. Cold shocks: a stressor for carp. **Journal of Fish Biology**, v. 57, p. 881-894, 2000.

TOMASSO, J.R. Toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. **Reviews in Fisheries Science**, v.2, p.291-314, 1994.

VIEIRA NETO, O. M. E MOYSÉS NETO, M. Distúrbios do equilíbrio hidroeletrólítico. Urgência e emergência nefrológica. **Medicina, Ribeirão Preto**, v. 2, n. 36, p. 325-337, 2003.

WENDELAAR BONGA, S.E. The stress response in fish. **Physiological Reviews**, v.77, n.3, p.591-625, 1997.

WILSON, R. P.; POE, W. E. Apparent digestibility Protein and energy coefficients of common feed ingredients for Channel Catfish. **Prog. Fish-Cult.** v. 47, p. 155-158. 1985.

WURTS, W. A. Using salt to reduce handling stress in channel catfish. **World Aquaculture**, v. 26, n. 3, p. 80-81, 1995.

YAMAMOTO, T.; KONISHI, K. SHIMA, T.; FURUITA, H.; SUZUKI, N., TABATA, M. Influence in dietary fat and carbohydrate levels on growth and body composition of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* under self- feeding conditions. **Fisheries Science**, v.67, p.221-227, 2001.

ZUANON, J. A. S., SALARO, A. L., VERAS, G. C., TAVARES, M. M., ; CHAVES, W. Tolerância aguda e crônica de adultos de Betta, *Betta splendens*, à salinidade da água. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.11, p. 2106-2110, 2009.

ZUANON, J. A. S., ASSANO, M.; FERNANDES, J.B.K. Desempenho de tricogaster (*Trichogaster trichopterus*) submetido a diferentes níveis de arrastamento e densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.6, p. 1639-1645, 2004.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PRÓPOLIS E SUAS ATIVIDADES BIOLÓGICAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Data de submissão: 06/03/2024

Data de aceite: 01/04/2024

Júlio César da Silva Vieira

Universidade Federal do Agreste de
Pernambuco, Garanhuns
<https://orcid.org/0000-0001-7789-459X>

Sayonara Germano Barreto

Universidade Federal do Agreste de
Pernambuco, Garanhuns
<https://orcid.org/0009-0004-5985-2010>

Hiandrey Sabrina Torres de Sá

Universidade Federal do Agreste de
Pernambuco, Garanhuns
<https://orcid.org/0009-0000-2678-6740>

Ana Clara Neves dos Santos

Universidade Federal do Agreste de
Pernambuco, Garanhuns
<https://orcid.org/0009-0002-6488-2316>

Maria Izadora da Silva

Universidade Federal do Agreste de
Pernambuco, Garanhuns
<https://orcid.org/0009-0008-0279-5982>

Pedro Gregório Vieira Aquino

Universidade Federal do Agreste de
Pernambuco, Garanhuns
<https://orcid.org/0000-0001-8826-1683>

Elizabete Rodrigues da Silva

Universidade Federal do Agreste de
Pernambuco, Garanhuns
<https://orcid.org/0000-0002-5563-8672>

RESUMO: A própolis é uma substância resinosa e balsâmica cuja composição química complexa varia em função de diversos fatores, dentre eles a vegetação, estação do ano e o tipo de abelha que a produz. Dentre os compostos químicos encontrados nesse produto natural, destacam-se os fenóis, flavonoides, isoflavonoides, ácido fenólico, xantonas, terpenos e propolonas. A diversidade de componentes químicos presentes na própolis reflete sua ampla atividade biológica, com diversas pesquisas demonstrando uma variedade de atividades, incluindo a antibacteriana, antiviral, anticancerígena, antioxidante, anti-inflamatória e antibiofilme.

PALAVRAS-CHAVE: Abelha, Extratos, Caracterização química, Atividade biológica

CHEMICAL COMPOSITION OF PROPOLIS AND ITS BIOLOGICAL ACTIVITIES: A BIBLIOGRAPHICAL REVIEW

ABSTRACT: Propolis is a resinous and balsamic substance whose complex chemical composition depends on several factors, including vegetation, season and the type of bee that produces it. Among the chemical compounds found in this natural product the phenols, flavonoids, isoflavonoids, phenolic acid, xanthenes, terpenes and propolones stand out. The diversity of chemical components present in propolis reflects its broad biological activity, with several studies demonstrating a variety of activities, including antibacterial, antiviral, anticancer, antioxidant, anti-inflammatory and antibiofilm.

KEYWORDS: Bees, Extracts, Chemical characterization, Biological activities

INTRODUÇÃO

Ao longo da história o homem desenvolveu habilidades que permitiram o uso de produtos naturais na medicina, seja na sua forma bruta (partes de uma planta, por exemplo) ou preparações (extratos, óleos essenciais etc.). Dentre esses produtos naturais destaca-se a própolis cuja utilização pela humanidade remonta de séculos atrás (Sforcin et al., 2022).

A própolis é um produto com característica resinosa e balsâmica, produzido por diversas espécies de abelhas, sobretudo as do gênero *Apis mellífera*, a partir de substâncias extraídas de vegetais (Farida et al., 2022). Na colmeia, é utilizada para revestir os alvéolos e câmaras onde as abelhas rainhas põem ovos, mas também na construção e proteção, para vedar as entradas e aberturas. A própolis serve também como emulsificante, caso a colmeia seja invadida por um inseto ou animal que as abelhas não consigam remover (Klhar et al., 2019). No Brasil, apesar de outras espécies de abelhas nativas produzirem própolis, o produto comercializado é produzido principalmente por abelhas da espécie *Apis mellífera*, devendo-se isso a vasta aplicabilidade e estudos com a própolis desta espécie. Por outro lado, a escassa exploração da própolis das abelhas nativas se deve à falta de estudos que demonstrem a identidade e sua composição fitoquímica (Menezes, 2020).

Existem diferentes tipos de própolis no Brasil e no mundo, diferindo com relação às cores, texturas e origem. No Brasil encontram-se alguns desses tipos que estão distribuídos em várias regiões do país (VIDAL, 2021). Relata-se 13 tipos diferentes de própolis no país, de acordo com as características físico-químicas, tais como: aparência, coloração dos extratos e propriedades biológicas. Cinco desses tipos são produzidos na região Sul (grupo 1, 2, 3, 4 e 5), seis na região Nordeste (grupo 6, 7, 8, 9, 10 e 11) e um tipo na região Sudeste (grupo 12). O último tipo, grupo 13, é o da própolis vermelha produzida na região Nordeste do Brasil (Ferreira, 2019).

A própolis vermelha é encontrada principalmente nas regiões de mangue do Nordeste, seu pigmento é proveniente da resina de uma planta conhecida popularmente como rabo de bugio (*Dalbergia ecastophyllum* (L) Taub), conferindo a esse produto um

elevado valor de mercado e ampla procura por parte da indústria farmacêutica e de alimentos (Silva, 2018). A própolis verde brasileira também é produzida por abelhas *Apis mellifera*, no entanto, a resina utilizada é oriunda da planta conhecida como alecrim do campo (*Baccharia dracunculifolia*) (Tomazzoli et al., 2020; Mariano; Horia, 2019). Por outro lado, diversas plantas são relatadas como responsáveis pela origem botânica da própolis marrom brasileira, como *Pinus* spp., *B. dracunculifolia*, *Eucalyptus* spp. e *Araucaria angustifolia* (Freitas et al., 2011; Frota et al., 2021; Ribeiro et al., 2021; Santos et al., 2021; Serafim et al., 2022). A própolis amarela é encontrada principalmente no estado do Mato Grosso do Sul e sua origem botânica é pouco conhecida (Apis-Brasil, 2018). Por sua vez a própolis preta brasileira é encontrada principalmente na região Nordeste devido a sua origem botânica está intimamente relacionada a presença da planta arbustiva conhecida como jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), comum no bioma caatinga (Apis-Brasil, 2018).

As atividades biológicas atribuídas a própolis advêm de sua composição química que é extremamente diversificada e sofre influência direta do tipo de vegetação disponível em dada área geográfica (Suran et al., 2021). Segundo estudos realizados por Khar et al. (2019), El-Guendouz et al. (2018) e Mendonça et al. (2015) a própolis é composta por 50% de resina vegetal e bálsamo, 30% de cera, 10% de óleos aromáticos, 5% de pólen e 5% de outras substâncias como detritos, minerais e compostos orgânicos. Diante do exposto e da importância da própolis, o objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão bibliográfica sobre a composição, atividade biológica e aplicações da própolis.

DESENVOLVIMENTO

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PRÓPOLIS

Dentre os compostos químicos encontrados na própolis, destacam-se os fenóis, flavonoides, isoflavonoides, ácido fenólico, xantonas, terpenos e propolonas (Rodrigues et al., 2020). Muitas pesquisas relacionam a atividade antimicrobiana, anti-inflamatória e cicatrizante à presença dos flavonoides (Santos et al., 2019a) e ácidos fenólicos (Moreira et al. 2018; Nascimento; Veras, 2020). Cunha (2018) ainda acrescenta os compostos ésteres, aldeídos fenólicos e cetonas como responsáveis pela ação anti-inflamatória.

Os compostos fenólicos é o grupo com maior número de representantes dentre os metabólitos secundários sintetizados por plantas. Suas moléculas têm como característica a presença de um grupamento hidroxila (OH) que se liga a um grupo de hidrocarboneto aromático (Silva, 2018). Esses compostos são divididos em dois grupos principais: os derivados do ácido benzóico (C6-C1) e os derivados do ácido cinâmico (C6-C3). As propriedades químicas e analíticas de ambos os compostos são semelhantes, assim como as atividades biológicas. Dentre os derivados do ácido cinâmico podemos citar os ácidos p-cumárico, caféico, ferúlico e sinápico. Os derivados do ácido benzóico são os ácidos p-hidróxi-benzóico, salicílico, protocatéquico, vanílico, gentísico e gálico-esíringico (Silva et al., 2018).

Os flavonoides representam uma grande classe de compostos fenólicos com cerca de 4500 representantes conhecidos. São encontrados na maioria dos tecidos vegetais em vacúolos, estando na forma de monômeros, dímeros ou oligômeros (Silva, 2018). A palavra flavonoide é originária do latim *flavus*, que significa amarelo. Anteriormente o conceito de flavonoide incluía apenas grupos de compostos que apresentavam coloração amarela. Mas, recentemente, esse termo passou a incluir compostos menos coloridos e incolores, como as antocianinas que possuem cor vermelha ou azul (Silva et al., 2018). Os flavonoides são substâncias que possuem estrutura aromática com 15 átomos de carbono (C15), dispostos em uma configuração C6-C3-C6 (Silva, 2018). Essas estruturas podem ser divididas em subclasses de acordo com o grau de oxidação do anel heterocíclico. Em geral, essas substâncias apresentam-se hidroxiladas, metoxiladas e/ou glicosiladas, sendo a glicose ou a ramnose o açúcar frequentemente ligado (Frozza, 2012). O grande destaque desse grupo são as antocianidinas, flavonas, flavonóis e, com menor frequência, as auronas, calconas e isoflavonas (Silva et al., 2018).

Em relação aos terpenos, até o momento já são conhecidos cerca de 80.000 compostos, compreendendo a maior e mais diversificada classe de produtos químicos presentes na própolis (Christianson, 2017). A maioria dos terpenos é encontrada em plantas desempenhando importantes funções, dentre elas a atração de polinizadores (Pichersky; Raguso, 2018). Os terpenos são compostos que compõem a maior parte dos óleos essenciais e podem ser classificados em monoterpenos, diterpenos, triterpenos e sesquiterpenos. São exemplos de terpenos o limoneno, β -pineno, γ -terpineno, linalol, geraniol, geranial e neral (Felipe; Bicas, 2016).

Com relação à composição dos diferentes tipos de própolis, a verde é considerada a mais popular, mais estudada e aceita no mercado internacional (Suran et al., 2021). Produzida no Brasil, principalmente nos estados de Minas Gerais e São Paulo, essa própolis apresenta em sua composição as seguintes moléculas: flavonoides, compostos fenólicos, terpenoides (sesqui, di e triterpenoide) e fenilpropanoides prenilados. Estes últimos são ácidos fenólicos contendo grupo prenil e são formados a partir do ácido cinâmico e seus derivados, como a artepilina C (ácido 3,5 diprenil-4-hidroxicinâmico), muito conhecida por sua atividade antitumoral (Frozza, 2012). A artepilina C e o éster alílico do ácido 3-prenilcinâmico são usados como marcadores da própolis verde (Suran et al., 2021).

A composição da própolis vermelha brasileira é bastante diversificada, sendo identificadas substâncias como a elemicina, isoelemicina, metil isoeugenol, metil eugenol, formononetina, biochanina A, isoliquiritigenina, liquiritigenina, medicarpina, homopterocarpan, quercetina e vestitol (Mendonça et al., 2015). Os marcadores químicos desse tipo de própolis são as isoflavonas formononetina e isoliquiritigenina (Suran et al., 2021) e isoflavonoides, incluindo a 24 Formononetina, Biochanina A, Pinocembrina e Medicarpina (Frozza, 2016).

Na própolis amarela os principais constituintes químicos identificados são os compostos alifáticos, como: álcoois triterpênicos e acetatos, embora a origem vegetal seja incerta. Se tratando da própolis marrom, sua origem botânica vem da *Clusiarosea* (Copey) pertencente à família *Guttiferae* (*Clusiaceae*) e apresenta em sua composição química benzofenonas poli-isopreniladas, tais como: 39 xanthochimol, guttiferona E, propanolona A, pluketione A e nemorosona. Outros compostos como mucronulatol, escrobiculatona A e escrobiculatona B, também foram identificados (Silva, 2018b). Diferente dos outros tipos de própolis encontrados no Brasil, a própolis amarela possui baixos teores de fenóis e flavonoides (Apis-Brasil, 2018).

A própolis preta, obtida a partir da planta popularmente conhecida como jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), apresenta em sua composição esteroides, terpenoides, flavonoides e taninos (Cunha, 2018). Este autor detectou a presença e quantificou 14 compostos na própolis preta, dentre eles: o ácido 3,4- dihidroxibenzoico, rutina, ácido transcinâmico, miricetina, kampferol, quercitina e naringenina. Os compostos que apresentaram maior concentração foram o ácido 3,4-dihidroxibenzoico (14,19 mg/mL), a rutina (12,71 mg/mL) e o ácido transcinâmico (6,25 mg/mL).

ATIVIDADES BIOLÓGICAS DA PRÓPOLIS

Várias pesquisas evidenciaram que a própolis apresenta diversas propriedades biológicas, incluindo atividades antibacteriana, antiviral, anticancerígena, antioxidante, anti-inflamatória e antibiofilme (Cunha, 2018; Santos et al., 2019a; Silva et al., 2021; Suran et al., 2021; Bouchelaghem, 2022).

ATIVIDADE ANTIBACTERIANA

Diversos estudos têm demonstrado a eficácia da própolis contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (Câmpelo et al., 2015; Gomes et al., 2016; Bispo-Júnior et al., 2012). No entanto, o método de extração da própolis e a espécie bacteriana incluída nas avaliações interfere na eficácia desse composto natural (Pobiega et al., 2019). Câmpelo et al. (2015) avaliando a atividade antimicrobiana da própolis produzida por diferentes abelhas sem ferrão e nativas do Brasil, observaram que cepas de *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Escherichia coli* (*E. coli*) e *Enterobacter aerogenes* demonstraram sensibilidade aos extratos hidroalcoólicos da própolis das abelhas Cupira (*Partamona* sp.) e Jati (*Plebéia* sp.) provenientes da região semiárida brasileira.

Testes realizados com a própolis marrom, evidenciaram atividade antimicrobiana contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas isoladas de animais. *Rhodococcus equi*, *S. aureus* (amostra isolada de mastite bovina), *E. coli* e *Pseudomonas* spp. foram inibidas na concentração de 9,3mg/mL. Por outro lado, *Klebsiella pneumoniae* (*K. pneumoniae*), isolada de felino, foi inibida na concentração de 18,9mg/mL (Gomes et al., 2016).

Em outro estudo foi demonstrado que o extrato bruto e as frações hexânica, clorofórmica e acetanólica da própolis vermelha demonstraram atividade antimicrobiana contra *S. aureus* e *Staphylococcus* coagulase negativa, sendo que as cepas de *S. aureus* tiveram seu crescimento inibido na concentração de 0,1mg/mL. Nesse estudo, somente as frações solúveis em clorofórmio e em acetato de etila foram capazes de inibir o crescimento de *E. coli* na concentração de 1,0mg/mL (Bispo-Junior et al., 2012).

Barreiras et al. (2020), avaliaram a eficácia do extrato da própolis de abelha Jataí contra bactérias Gram-positivas (*Bacillus subtilis*, *S. aureus* e *Enterococcus faecalis*) e Gram-negativas (*E. coli*, *K. pneumoniae* e *Pseudomonas aeruginosa*). O extrato demonstrou ser efetivo contra os microrganismos testados, com *K. pneumoniae* a mais sensível entre as cepas Gram-negativas avaliadas, sendo inibida a uma concentração de 62,5 µg/mL. Essa mesma concentração inibiu o crescimento de todas as espécies de bactérias Gram-positivas avaliadas.

Extratos de própolis de diversas origens geográficas (Alemanha, Irlanda e República Tcheca) foram avaliados quanto a composição química, atividades biológicas e propriedades sinérgicas com antimicrobianos (Al-ANI et al., 2018). Esses autores relataram que todas as amostras testadas apresentaram efeito antibacteriano moderado contra bactérias patogênicas Gram-positivas com MIC entre 0,08 mg/mL e 2,5 mg/mL. Além disso, os extratos avaliados demonstraram atividade moderada contra cepas de referência e isolados clínicos de *S. aureus* resistente à metilina (MRSA) e *Enterococcus* resistentes à vancomicina (VRE), com MIC entre 0,3 mg/mL e 2,5 mg/mL.

Al-ani et al. (2018) também avaliaram os extratos de própolis contra bactérias Gram-negativas. Segundo esses autores a maioria dos extratos etanólicos apresentou eficácia moderada com MIC entre 0,6 mg/mL e 5 mg/mL. Por outro lado, o extrato aquoso mostrou baixa atividade contra bactérias Gram-negativas, com MIC entre 1,2 mg/mL e 5 mg/mL. O estudo também demonstrou que além da eficácia antibacteriana, os extratos tiveram atividade antifúngica contra cepas de referência e isolados clínicos. Nesse mesmo estudo, os extratos de própolis apresentaram atividade sinérgica com os antimicrobianos testados contra microrganismos resistentes, especialmente com compostos que inibem a síntese da parede celular.

Xavier e colaboradores (2023), avaliando a atividade antimicrobiana do extrato etanólico da própolis vermelha brasileira contra isolados de *E. coli* e *K. pneumoniae* com fenótipo de resistência ESBL e/ou KPC, relataram CIM de 2,05 e 0,13 mg/mL e CBM de 15,63 e 3,91 mg/mL, para esses microrganismos, respectivamente.

Com relação a ação da própolis contra agentes bacterianos, Silva et al. (2021) destacaram que, embora não totalmente compreendidas, as propriedades antimicrobianas observadas *in vitro* para essas resinas devem-se aos danos causados à membrana citoplasmática, inibição da síntese de ácidos nucléicos e do metabolismo energético. De acordo com esses autores, os efeitos sobre a célula bacteriana estão relacionados, principalmente, aos isoflavonoides.

ATIVIDADE ANTIVIRAL

Existem poucos estudos relacionados a atividade antiviral da própolis, no entanto, os poucos experimentos existentes no Brasil e no mundo apontam que a própolis possui atividade contra os vírus. Peter e colaboradores (2017), pesquisando a atividade antiviral de extratos hidroalcoólicos das própolis marrom, verde e de abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*), obtiveram resultados promissores contra o Herpesvírus bovino tipo 1 (BoHV-1) e vírus da diarreia viral bovina (BVDV). Dessa forma, a atividade dos extratos de própolis contra o BVDV e BoHV-1 sugere a utilização da própolis como alternativa natural ao uso de produtos comerciais, no tratamento de infecções por esses vírus de importância em Medicina Veterinária.

Outro estudo conduzido no Brasil por Simoni et al. (2018), demonstrou que os extratos hidroalcoólicos das própolis vermelha e verde apresentaram atividade antiviral contra Herpesvírus equino tipo 1, Herpesvírus suíno tipo 1 e Herpesvírus bovino tipo 1. Esses autores relataram que a própolis de Jataí, produzida por *T. angustula*, não apresentou atividade antiviral contra nenhum desses vírus.

Um estudo semelhante realizado no Canadá, também demonstrou atividade antiviral da própolis contra o Herpesvirus bovino tipo 2. Nesse estudo, os autores avaliaram a atividade antiviral de um extrato hidroalcoólico de própolis canadense e chegaram à conclusão de que a concentração do extrato de própolis em células MDBK (Rim Bovino Madin-Darby do inglês, *Bovine Kidney Madin-Darby*) capaz de destruir as partículas virais foi de 0,032mg/mL (Bankova et al., 2014). O mecanismo de ação pelo qual a própolis destruiu as partículas virais não foi esclarecido, no entanto, Bankova et al. (2014) sugeriram que a ação da própolis ocorre na estrutura do envelope viral ou modificando componentes estruturais necessários para a adsorção ou penetração do vírus na célula.

ATIVIDADE ANTITUMORAL

Com relação à atividade da própolis em células cancerígenas, Mendonça et al. (2015) detectaram atividade citotóxica do extrato etanólico de própolis vermelha (EEP) em linhagens tumorais humanas SF-295 (glioblastoma), OVCAR -8 (ovário) e HCT-116 (cólon), mostrando que a própolis pode ser útil para o desenvolvimento de novos medicamentos e fitomedicamentos para o tratamento do câncer. Os autores demonstraram que na concentração de 50 µg/mL, o EEP exerceu atividade citotóxica significativa contra todas as três linhagens celulares testadas, em comparação com o controle negativo, e que a viabilidade das células HCT-116 e OVCAR-8 expostas ao EEP não apresentou diferenças significativas em comparação com aquelas expostas à doxorrubicina, uma das drogas padrão utilizada no tratamento de câncer. Porém, as células SF-295 apresentaram maior resistência ao EEP, exibindo diferença significativa em relação ao controle positivo.

ATIVIDADE ANTI-INFLAMATÓRIA

Existem diversos trabalhos relatando atividade anti-inflamatória dos extratos brutos e frações da própolis. No Brasil, um estudo conduzido por Silva et al. (2017), demonstrou que o extrato hidroalcolólico de própolis, cuja composição incluía quercetina, liquiritigenina, isoliquiritigenina e edaidzeína, foi capaz de inibir a expressão de substâncias pró-inflamatórias. Melo et al. (2018), também no Brasil, relataram que o extrato alcóolico de própolis regulou negativamente a angiogênese inflamatória e modulou as células inflamatórias, reduzindo os mastócitos e aumentando os macrófagos.

Outro estudo utilizando geoprópolis da abelha *Melipona fasciculata* Smith, demonstrou que esse composto reduziu a produção de Interleucina 1 γ (IL-1 γ). Nesse mesmo estudo, os autores observaram que a geoprópolis foi capaz de reduzir a síntese de Interleucina 6 (IL-6), uma importante citocina pró-inflamatória (Oliveira et al. 2019). A presença de flavonoides, principalmente a galantina, está associada à atividade anti-inflamatória. Esse composto demonstra atividade inibitória contra a ciclo-oxigenase tipo 2 e a lipoxigenase, ou seja, atuam reduzindo a produção de prostaglandinas, citocinas, quimiocinas e de óxido nítrico (NO) que são importantes mediadores da resposta inflamatória (Silva et al., 2019).

No estudo *in vivo* realizado no Irã por Asgharpour et al. (2019), ficou demonstrado que o extrato etanólico de própolis (contendo substâncias como ácido caféico, galangina, quercetina e crisina) atenuou significativamente a expressão da ciclo-oxigenase tipo 2. Em concentrações de extrato etanólico de própolis (EEP) de 0,15 e 1,5 $\mu\text{g/mL}$, o tratamento resultou em efeito inibitório da produção de IL-1 γ . A terapia com EEP na concentração de 15 $\mu\text{g/mL}$ reduziu substancialmente a expressão de mRNA da IL-6. Com relação ao mecanismo da própolis para a redução de substâncias pró-inflamatórias, Suran et al. (2021) sugeriram, com base no levantamento de dados da literatura, que os polifenóis e extratos integrais de própolis atuam suprimindo alvos semelhantes utilizados por moléculas pró-inflamatórias e, conseqüentemente, reduzindo a inflamação.

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Existem diversas metodologias que permitem avaliar a atividade antioxidante de compostos naturais. O valor IC₅₀ é um parâmetro comumente utilizado para mensurar a atividade antioxidante de amostras teste, sendo calculado como a concentração de antioxidantes necessária para diminuir a concentração inicial de DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) em 50% e, quanto menor for esta concentração, maior será a atividade (Sánchez-Moreno; Larrauri; Saura-Calixto, 1998). A partir disso, diversos trabalhos relatam o potencial antioxidante do extrato e frações de própolis no Brasil e no mundo (Alaerjani et al., 2022; Béji-Srairi et al., 2020; Rivero-Cruz et al., 2020; Mendonça et al., 2015).

Em estudo realizado no Brasil, foi demonstrado que o extrato bruto da própolis vermelha brasileira e suas frações hexânica, clorofórmica e acetato de etila possuem ação antioxidante satisfatória, apresentando $IC_{50} < 34,27 \mu\text{g/mL}$ (Mendonça et al., 2015). No estado do Mato Grosso do Sul, Bonamigo et al. (2017) relataram que o extrato etanólico de própolis obtido das abelhas sem ferrão *Scaptotrigona depilis* e *Melipona quadrifasciata anthidioides* apresentou ação antioxidante, com IC_{50} de $60,91 \mu\text{g/mL}$. Silva et al. (2019a), avaliando a atividade antioxidante da própolis vermelha alagoana, observaram que através do método de DPPH o extrato etanólico apresentou IC_{50} de $3,97\text{mg/mL}$, resultado superior ao observado pelos autores citados anteriormente.

Na Arábia Saudita, uma pesquisa utilizando própolis produzida por colônias de abelhas árabes (*Apis mellifera jemenitica*), demonstrou que o extrato solúvel em metanol apresentou a maior atividade de eliminação de radicais livres do radical DPPH e poder antioxidante redutor férrico (FRAP), quando comparado a extratos solvidos em outros álcoois (Alaerjani et al., 2022). Na Tunísia, Béji-Srairi et al. (2020), também relataram que a própolis obtida de diferentes regiões daquele país possui grande potencial antioxidante, sugerindo seu uso em produtos farmacêuticos e nutracêuticos. No México, Rivero-Cruz e colaboradores (2020), afirmaram que o extrato etanólico da própolis marrom apresentou capacidade de extinguir o radical DPPH semelhante ao ácido ascórbico, possuindo IC_{50} igual a $67,9\mu\text{g/mL}$.

ATIVIDADE ANTIBIOFILME

A atividade antibiofilme da própolis foi relatada por vários pesquisadores. Santos et al. (2019a) observaram que as frações etanólica e hexânica foram capazes de interferir nos primeiros estágios de formação do biofilme, com o extrato etanólico demonstrando melhor desempenho no tempo zero ($P < 0,05$), o que lhe confere a possibilidade de atuar como agente terapêutico no início das infecções. El-Guendouz et al. (2018) também relataram a inibição da formação de biofilme por diversas cepas de *S. aureus* resistentes à metilicina (MRSA), na presença de própolis. Os autores associaram essa atividade à presença de diterpenos e fenóis, principais grupos de compostos na própolis marroquina utilizada no estudo.

No estudo conduzido por Silva et al. (2021), foi relatada atividade *in vitro* exibida pelas benzofenonas polipreniladas, gutiferona E, xantoquimol e oblongifolina, presentes no extrato da própolis vermelha utilizada nos ensaios, contra a formação de biofilmes produzidos por duas cepas multirresistentes frequentemente adquiridas em hospitais. Os autores afirmaram que esses metabólitos, em baixas concentrações, foram capazes de inibir a formação de 50% dos biofilmes produzidos por cepas de referência e isolados clínicos de *S. aureus* e *S. epidermidis*.

APLICAÇÃO DA PRÓPOLIS

O campo de aplicação da própolis é vasto devido às suas diversas atividades biológicas, permitindo seu uso e aplicação em diferentes áreas, seja na indústria de alimentos, como aditivo ou película protetora (Lopes et al., 2022; Correa et al., 2019; Santos et al., 2019b; Khodayari et al., 2019), seja na indústria farmacêutica, entrando na composição de cosméticos, medicamentos naturais e antissépticos (Nascimento et al., 2022; Torres et al., 2021; Silva et al., 2017).

No Brasil, uma pesquisa conduzida no estado de Minas Gerais demonstrou que o extrato de própolis tem potencial e viabilidade para ser utilizado em queijos do tipo Gorgonzola, inibindo as principais bactérias e leveduras sem afetar as características sensoriais do produto (Correa et al., 2019). Também no Brasil, pesquisadores adicionaram o extrato da própolis verde ao suco de frutas vermelhas, resultando em um aumento de compostos como fenóis e flavonoides. Nesse estudo também foi observada a redução do processo de oxidação, mensurada pelo método do DPPH (Lopes et al., 2022). Esses autores relataram que a adição da própolis não alterou o sabor da bebida, tendo uma boa aceitação.

O extrato da própolis vermelha produzida no Brasil foi adicionado à fórmula de um iogurte probiótico, em substituição ao conservante sorbato de potássio. Os testes demonstraram que a adição do extrato de própolis aumentou a atividade antioxidante do produto em comparação ao controle sem o extrato (Santos et al., 2019b). No Iran o extrato etanólico de própolis foi utilizado como película de revestimento de embutidos, sendo observada atividade antimicrobiana e capacidade de prolongar por 50 dias a vida útil de salsichas cozidas armazenadas sob refrigeração (Khodayari et al., 2019). Em um estudo realizado no Chile, a adição de extrato etanólico de própolis indicou um uso promissor do produto como ingrediente funcional em cerveja, reduzindo radicais livres (Ulloa et al., 2017). Na Espanha, dois estudos demonstraram efeitos positivos da adição do extrato de própolis em méis (Osés et al., 2015; Osés et al., 2016).

O uso da própolis como agente terapêutico tem sido demonstrado. No estudo realizado no Brasil por Nascimento et al. (2022), o uso potencial da própolis como antisséptico foi demonstrado ao reduzir a contagem bacteriana total da pele do úbere de vacas, indicando uma grande atividade antibacteriana contra as bactérias mais comumente associadas com a mastite bovina.

A própolis verde foi utilizada na composição de uma pomada com ação anti-inflamatória e antibiótica. No estudo foi possível concluir que a ação anti-inflamatória e antibiótica desempenhada pela pomada de própolis associada ao Dimetilsulfóxido (DMSO) foi satisfatória, resultando em baixo grau de inflamação e apresentando cicatrização acelerada, dispensando o uso de fármacos por via oral (Torres et al., 2021). Nessa mesma perspectiva, uma pomada a base de própolis foi utilizada no tratamento de feridas crônicas em humanos e demonstrou resultados positivos, mostrando-se uma alternativa mais barata em comparação a outras pomadas comercializadas (Silva et al., 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A própolis é um importante produto natural que possui enorme potencial para ser utilizada na indústria farmacêutica, destinada a produção de drogas anti-inflamatórias, antitumorais e antiviral. Sua atividade antibacteriana reforça a possibilidade do uso da própolis em substituição aos antimicrobianos convencionais, podendo ser uma alternativa viável diante da resistência antimicrobiana observada em diversas cepas bacterianas. O uso da própolis na indústria de alimentos também é bastante promissor, podendo substituir os conservantes químicos e proporcionar a oferta de produtos alimentícios mais seguros para o consumidor.

REFERÊNCIAS

- ALAJERJANI, W. M. A. et al. Chemical Profiling, Antioxidant, and Antimicrobial Activity of Saudi Propolis Collected by Arabian Honey Bee (*Apis mellifera jemenitica*) Colonies. **Antioxidants** (Basel, Switzerland), v. 11, n. 7, 2022.
- AL-ANI, I. et al. Antimicrobial Activities of European Propolis Collected from Various Geographic Origins Alone and in Combination with Antibiotics. **Medicines**, v. 5, n. 1, p. 1- 16, 2018.
- APIS-BRASIL. **Os Principais Tipos de Própolis do Brasil 2018**. Available online: <https://apisbrasil.com.br/post/37/os-principaistipos-de-pr%C3%B3polis-do-brasil> (accessed on 17 April 2023)
- ASGHARPOUR, F.; et al. Propolis attenuates lipopolysaccharide-induced inflammatory responses through intracellular ROS and NO levels along with downregulation of IL-1 β and IL-6 expressions in murine RAW 264.7 macrophages. **Journal Food Biochemic.**, v. 43, 2019.
- BANKOVA, V. et al. Chemical composition of Propolis Extract ACF® and activity against herpes simplex virus. **Phytomedicine.**, v. 21, [s.n], p. 1432-1438, 2014.
- BARREIRAS, D. G. et al. Eficácia da ação antimicrobiana do extrato de própolis de abelha jataí (*Tetragonisca angustula*) em bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. **Caderno de Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 12, p. 1-5, 2 fev. 2020.
- BÉJI-SRAIRI R. Extrato etanólico de própolis tunisina: Composição química, propriedades antioxidantes, antimicrobianas e antiproliferativas. **Journal of Apicultural. Research.** v. 59, [s.n], p. 917–927, 2020.
- BISPO-JUNIOR, W. et al. Atividade antimicrobiana de frações da própolis vermelha de Alagoas, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 3-10, 2012.
- BONAMIGO, T. et al. Antioxidant and cytotoxic activity of propolis of *Plebeia droryana* and *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) from the Brazilian Cerrado biome. **PloS one** v. 12, n. 9, 2017.
- BOUCHELACHEM, S. Propolis characterization and antimicrobial activities against *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*: a review. **Saudi Journal of Biological Sciences**, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 1936-1946, abr. 2022.
- CAMPÊLO, M. C. S. et al. Potencial antimicrobiano de própolis e cera de diferentes espécies de abelhas sem ferrão. **Acta Veterinaria Brasileira**, Mossoró, v. 9, n. 4, p. 397-400, dez. 2015.

CHRISTIANSON, D. W. *Biologia Estrutural e Química das Ciclasas Terpenóides*. **Revista de Química**. v. 117, [s.n], p.11570-11648, 2017.

CORREA, F. T. et al. Effect of Brazilian green propolis on microorganism contaminants of surface of Gorgonzola-type cheese. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, p.1978-1987, 2019.

CUNHA, M. H. **Composição química e atividade biológica do extrato hidroalcoólico de própolis preta**. 2018. 49f. (Dissertação de Mestrado Profissional), Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande – Pombal – Paraíba – Brasil, 2018.

EL-GUENDOUZ, S. et al. Moroccan Propolis: a natural antioxidant, antibacterial, and antibiofilm against staphylococcus aureus with no induction of resistance after continuous exposure. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, [S.L.], v. 2018, p. 1-19, 12 nov. 2018.

FARIDA, S. et al. In-vitro antioxidant, in-vivo anti-inflammatory, and acute toxicity study of Indonesian propolis capsule from *Tetragonula sapiens*. **Saudi Journal of Biological Sciences**, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 2489-2500, abr. 2022

FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Revista Química e Sociedade**. v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017

FERREIRA, J. M. **Própolis e geoprópolis verde do semiárido do brasil: caracterização química, origem botânica e atividade antioxidante**. 2019. 114 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Universidade Federal Rural do Semi Árido, Natal, 2019.

FREITAS, A. S. et al. Uma análise palinológica de amostras brasileiras de própolis. **Journal Agricultural Sciences**., v. 3, [s.n], p. 67-74, 2011.

FROTA, V. M. et al. Atividade inibitória de extratos de própolis marrom em uma cepa de *Staphylococcus aureus* resistente à norfloxacin. **Revista Brasileira de Farmacognósia**, v. 31 [s.n], p. 249–255, 2021.

FROZZA, C. O. S. **Caracterização química e avaliação da atividade biológica da própolis vermelha em células tumorais e não tumorais**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caixias do Sul, Programa de Pós-graduação em Biotecnologia. Caixias do Sul – RS. 2012.

GOMES, M. F. F. et al. Atividade antibacteriana in vitro da própolis marrom. **Pesquisa Veterinária Brasileira**., Rio de Janeiro, v. 36, n. 4, p. 279-282, abr. 2016.

KHODAYARI, M. et al. Effect of poly (lactic acid) films incorporated with different concentrations of Tanacetum balsamita essential oil, propolis ethanolic extract and cellulose nanocrystals on shelf-life extension of vacuum-packed cooked sausages. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 19, [s.n], p. 200-209, 2019.

KLHAR, G. T. et al. Antimicrobial activity of the ethanolic extract of propolis against bacteria that cause mastitis in cattle. **Biotemas**, v. 32, n. 1, p. 1-10, 2019.

LOPES, G.A. et al. Antioxidant Propolis as a natural alternative for food preservation. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 40, n.e27280, 2023

MARIANO, M. M.; HORI, J. O potencial terapêutico da própolis verde Brasileira. **e-Revista Facitec**, v. 10, n. 1, 2019.

MELO, O. R, N. et al. Effect of red propolis on hamster cheek pouch angiogenesis in a new sponge implant model. **Acta Cirúrgica Brasileira**. v 33, p.420–430, 2018.

- MENDONÇA, I. C. G. et al. Brazilian red propolis: phytochemical screening, antioxidant activity and effect against cancer cells. **Bmc Complementary and Alternative Medicine**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 1-12, 14 out. 2015.
- MENEZES, H. Própolis: uma revisão dos recentes estudos de suas propriedades farmacológicas. **Arquivos do Instituto Biológico**, [S.L.], v. 72, n. 3, p. 405-411, jul. 2005.
- MOREIRA, R. T.; OLIVEIRA, B. S.; ROCHA, A. A. PRÓPOLIS: uma alternativa no tratamento de feridas cirúrgicas em bovinos. **Revista Eixo**, Brasília, DF, v. 7, n. 1, p. 3-9, jan. 2018.
- NASCIMENTO, G. M. et al. Própolis no controle de mastite bovina bacteriana: uma ferramenta para a produção de leite orgânico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 2, p.869–882, 2022.
- NASCIMENTO, G. P. V.; VERAS, T. F. Atividade antimicrobiana e antifúngica de amostras comerciais de extrato alcoólico de própolis verde e própolis vermelho contra cepas causadoras de lesões cutâneas. **Revista Ibero-Americana de Podologia**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 182-189, 29 ago. 2020.
- OLIVEIRA, L. P. G. et al. A new chemotherapeutic approach using doxorubicin simultaneously with geopropolis favoring monocyte functions. **Life Science**, v. 217, [s.n], p. 81–90, 2019.
- OSÉS, S. M. et al. Bioactive properties of honey with propolis. **Food Chemistry**, v. 196, [s.n], p.1215-1223, 2016.
- OSÉS, S. M. et al. Design of a food product composed of honey and propolis. **Journal of Apicultural Research**, v. 54, [s.n], p.461-467, 2015.
- PETER, C. M. et al. Atividade antiviral e virucida de extratos hidroalcoólicos de própolis marrom, verde e de abelhas Jataí (*Tetragonisca angustula*) frente ao herpesvírus bovino tipo 1 (BoHV-1) e ao vírus da diarreia viral bovina (BVDV). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n.7, 2017.
- PICHERSKY, E.; RAGUSO, R. A. Por que as plantas produzem tantos compostos terpenóides. **Novo Fitologista**. v. 220, [s.n], p.692–702, 2018.
- POBIEGA, K. et al. Comparison of the antimicrobial activity of propolis extracts obtained by means of various extraction methods. **Journal Food Science Technology**, v. 56, [s.n], p. 5386–5395, dez. 2019.
- RIBEIRO, V. P. et al. Avaliação fitoquímica, antiplasmodial, citotóxica e antimicrobiana de uma própolis marrom do sudeste brasileiro produzida por abelhas *Apis mellifera*. **Química Biodiversidade**. v. 18, [s.n], 2021.
- RIVERO-CRUZ, J. F. et al. Phytochemical Constituents, Antioxidant, Cytotoxic, and Antimicrobial Activities of the Ethanolic Extract of Mexican Brown Propolis. **Antioxidants** (Basel, Switzerland), v. 9, n.1, 2020.
- RODRIGUES, M. S. A. et al. Screening Fitoquímico de amostras de própolis do Nordeste do Brasil por HPLC: Variedades verde, negra e vermelha. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, 2020.
- SÁNCHEZ-MORENO C.; LARRAURI J. A.; SAURA-CALIXTO F. Um procedimento para medir a eficiência antirradicalar dos polifenóis. **Jornal de Ciência e Química Alimentar**. v. 76, [s.n], p.270–276, 1998.
- SANTOS, H. C. et al. Atividade antimicrobiana de frações do extrato de própolis frente à *Staphylococcus* spp. isolados de mastite caprina. **Pesquisa Veterinária Brasileira** [online]. v. 39, n.12, 2019a.

SANTOS, M. F. C. et al. Isolamento de diterpenos de *Araucaria* sp. Própolis marrom brasileira e desenvolvimento de método de HPLC validado para sua análise. **Journal Science**. 2021; v. 44, [s.n], p.3089–3097, 2021.

SANTOS, M. S. et al. Probiotic Yogurt with Brazilian red propolis: physicochemical and bioactive properties, stability, and shelf life. **Journal of Food Science**, v. 84, [s.n], p.3429-3436, 2019b.

SERAFIM, M. S. Resina de *Eucalyptus botryoides* e seu novo 2- O -galoil-1,6- O -di- trans - O composto p -cumaroil- β -D-glicopiranosídeo apresenta boa atividade antimicrobiana. **Natural Product Research**, v. 5, [s.n], p.1–10, 2022.

SFORCIN, J. M. et al. Apiterapia: medicamentos das abelhas e possíveis tratamentos [online]. São Paulo: **Editora UNESP**, 2022, 107 p. ISBN: 978-65-5714-297-4. <https://doi.org/10.7476/9786557142974>.

SILVA, A. P. R. et al. Uso terapêutico da pomada de própolis em diferentes feridas crônicas. **Biológicas & Saúde**, v. 7, n. 24, 2017

SILVA, B. B. et al. Brazilian red propolis effects on peritoneal macrophage activity: Nitric oxide, cell viability, pro-inflammatory cytokines and gene expression. **Journal Ethnopharmacology**. v. 207, [s.n], p. 100–107, 2017

SILVA, F R G et al. Phytochemical screening and in vitro antibacterial, antifungal, antioxidant and antitumor activities of the red propolis Alagoas. **Brazilian journal of biology** v. 79, n. 3 p.452-459, 2019.

SILVA, K. C. M. **Os diferentes tipos de própolis e suas indicações: uma revisão de literatura**. 2019. 53f. Dissertação (Mestrado em Sistema Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, 2018.

SILVA, T. S. et al. Green and Red Brazilian Propolis: antimicrobial potential and anti : virulence against atcc and clinically isolated multidrug : resistant bacteria. **Chemistry & Biodiversity**, [S.L.], v. 18, n. 8, p. 1-18, 22 jun. 2021.

SIMONI, I. C. In vitro antiviral activity of propolis and *Baccharis* sp. extracts on animal herpesviruses. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 85, [s.n], p.1-7, e0972016, 2018.

SURAN, J. et al. Propolis Extract and Its Bioactive Compounds—From Traditional to Modern Extraction Technologies. **Molecules**, v. 26, n. 10, p. 2930, 14 maio 2021

TOMAZZOLI, M. M. et al. Botanical source investigation and evaluation of the effect of seasonality on Brazilian propolis from *Apis mellifera* L. **Science Agriculture**. v. 77, n. 6, 2020.

TORRES, M. L. et al. Uso de pomada de própolis brasileira tipificada e dimetilsulfóxido para tratamento de feridas cirúrgicas. **Brazilian Journal Natural Science**, v. 142, [s.n], p.1-9, 2021.

ULLOA, P. A. et al. Effect of the addition of propolis extract on bioactive compounds and antioxidant activity of craft beer. **Journal of Chemistry**, v. 2017, n.6716053, 2017.

VIDAL, M. F. Potencial da produção de própolis no Nordeste. **Caderno Setorial ETENE**, v. 6, n. 153, 2021.

XAVIER, A. L. et al. Atividade antibacteriana do extrato etanólico da própolis vermelha brasileira contra bactérias produtoras de β -lactamase e carbapenemase de espectro estendido multidroga-resistentes. **Scientia Plena**, v. 19, n. 4, 2023

AVANÇOS E PERSPECTIVAS DA BIOTECNOLOGIA AGROAMBIENTAL: INTEGRANDO CIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE

Data de submissão: 06/02/2024

Data de aceite: 01/04/2024

José Camilo Torres Romero

Universidad Nacional Abierta y a
Distancia, ECAPMA
Bogotá D.C. Colombia
<https://orcid.org/0000-0003-3332-6173>

Myriam Janeth Ortega Torres

Universidad Nacional Abierta y a
Distancia, ECAPMA
Bogotá D.C. Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-9791-0822>

Manuel Francisco Polanco Puerta

Universidad Nacional Abierta y a
Distancia, ECAPMA
Dosquebradas, Risaralda. Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-4810-0081>

Juliana Rivera Cano

Universidad Nacional Abierta y a
Distancia, ECAPMA
Dosquebradas, Risaralda. Colombia
<https://orcid.org/0000-0003-0519-9250>

Jessica Almeida Braga

Universidad Nacional Abierta y a
Distancia, ECAPMA
Bogotá D.C. Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-8761-1415>

RESUMO: Após a revolução da biotecnologia nos anos 70, impulsionada pelos avanços da engenharia genética, esperava-se que os principais problemas da humanidade fossem resolvidos pela ciência. Apesar das grandes contribuições da ciência para melhorar nossa expectativa e qualidade de vida, o mundo ainda enfrenta problemas que poderiam ser evitados com a transferência de tecnologia ou planejamento. Nesse contexto, a biotecnologia agroambiental surge como uma ramificação emergente da biotecnologia, capaz de abordar problemas complexos refletidos nos objetivos de desenvolvimento sustentável ODS de maneira integral.

Este documento apresenta diferentes cenários nos quais a biotecnologia agroambiental pode se desenvolver naturalmente e como essa nova perspectiva pode dar um novo significado à ciência.

PALAVRAS-CHAVE: Agroecologia, Bioinsumos, Bioengenharia, Inovação Científica, Agricultura Sustentável, Tecnologias Verdes.

ADVANCEMENTS AND PERSPECTIVES IN AGRO-ENVIRONMENTAL BIOTECHNOLOGY: INTEGRATING SCIENCE AND SUSTAINABILITY

ABSTRACT: After the biotechnology revolution in the 1970s, driven by advances in genetic engineering, it was expected that the main problems of humanity would be solved by science. Despite the great contributions of science to improve our life expectancy and quality of life, the world still faces problems that could be avoided with technology transfer or planning. In this context, agro-environmental biotechnology emerges as an emerging branch of biotechnology, capable of addressing complex problems reflected in the Sustainable Development Goals (SDGs) in an integral way.

This document presents different scenarios in which agro-environmental biotechnology can naturally develop and how this new perspective can give a new meaning to science.

KEYWORDS: Agroecology, Bio-inputs, Bioengineering, Scientific Innovation, Sustainable Agriculture, Green Technologies.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a biotecnologia prometeu revolucionar diversos aspectos da nossa vida, desde a saúde até a produção agrícola. No entanto, apesar de seus avanços notáveis, o mundo continua enfrentando desafios cruciais, muitos dos quais poderiam ser mitigados por meio de uma transferência eficaz de tecnologia e planejamento cuidadoso. Neste contexto, a biotecnologia agroambiental surge como um campo promissor, oferecendo soluções integradas para problemas complexos relacionados à agricultura e ao meio ambiente.

Este documento explora vários cenários nos quais a biotecnologia agroambiental pode se desenvolver naturalmente e como essa nova perspectiva pode redefinir o papel da ciência em nossa sociedade. Abordaremos como a biotecnologia agroambiental, por meio de sua abordagem integrada, pode contribuir para a solução de problemas ambientais causados por práticas agrícolas insustentáveis, promovendo simultaneamente a segurança alimentar e a conservação do meio ambiente.

O CONTEXTO DA BIOTECNOLOGIA AGROAMBIENTAL

De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a agricultura é uma das principais ameaças para 86% das 28.000 espécies em risco de extinção. Este problema de perda de biodiversidade deve continuar se acelerando a menos que haja uma mudança na maneira como produzimos alimentos, com a destruição adicional de ecossistemas ameaçando nossa capacidade de sustentar populações humanas. O relatório também destaca o “paradigma de alimentos mais baratos”, onde o objetivo de produzir mais alimentos a custos menores através do aumento de insumos como fertilizantes e pesticidas leva a um ciclo vicioso de maior demanda por alimentos e maior desmatamento de terras, agravando o problema. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE, 2021).

O Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (IISD) também ressalta o impacto da agricultura em desafios globais urgentes, incluindo mudança climática e crescente desigualdade. A intensificação da agricultura levou a um aumento de rendimentos em muitas regiões, o que ajudou a reduzir a demanda por terras agrícolas adicionais e preservou alguns habitats naturais. No entanto, esta intensificação frequentemente reduz a adequação do habitat para muitas espécies e contribui para a diminuição da biodiversidade em terras agrícolas, bem como a poluição que ameaça espécies marinhas e de água doce com extinção (INSTITUTO INTERNACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2024).

Para abordar esses problemas, é necessário um enfoque multifacetado que inclua a mudança de padrões dietéticos globais, proteção de terras para a natureza e cultivo de forma mais amigável com o meio ambiente, entre outros fatores que impedem a perda de biodiversidade devido à agricultura. Esses passos são cruciais para garantir a sustentabilidade da produção de alimentos e a preservação da biodiversidade para as futuras gerações (ROYAL SOCIETY, 2024).

Os impactos das situações mencionadas afetam principalmente os setores sociais mais vulneráveis, incluindo pequenos agricultores, pescadores artesanais, pequenos produtores florestais, povos indígenas e comunidades tradicionais. Por exemplo, O Gran Chaco, uma vasta região que se estende pelo Paraguai, Bolívia e Argentina, é um exemplo claro de como as práticas agrícolas intensivas podem impactar negativamente os setores sociais mais vulneráveis e o meio ambiente. Esta área, conhecida por sua rica biodiversidade e ecossistemas variados, tem vivenciado uma rápida expansão da agricultura industrial nas últimas décadas.

A busca por uma agricultura mais intensiva, principalmente para produção de soja e pecuária, levou a uma significativa desflorestação no Gran Chaco. Essa mudança no uso do solo teve repercussões profundas não apenas no ambiente, mas também nas comunidades locais. Pequenos agricultores, pescadores artesanais, pequenos produtores florestais, povos indígenas e comunidades tradicionais foram particularmente afetados.

Estas comunidades, que historicamente dependiam dos recursos naturais da região para subsistência e cultura, agora enfrentam a perda de suas terras e meios de vida. A desflorestação e a alteração dos ecossistemas reduziram a disponibilidade de recursos vitais e afetaram a biodiversidade local, na qual estas comunidades têm um papel crucial tanto no seu uso como na sua conservação.

Além disso, a expansão da agricultura intensiva no Gran Chaco contribui para as alterações climáticas, exacerbando os desafios ambientais e econômicos para esses grupos vulneráveis. A perda de biodiversidade não é apenas um problema ecológico, mas também representa uma ameaça às práticas e tradições culturais dos povos indígenas e das comunidades locais que coexistiram em harmonia com esses ecossistemas por séculos.

Nos últimos anos, países da América Latina e do Caribe têm se esforçado para integrar a agricultura em um desenvolvimento inclusivo e sustentável, formulando e implementando políticas agropecuárias e ambientais (ORSINI et al., 2013). Contudo, ainda falta uma visão que considere as sinergias e objetivos comuns entre os diferentes setores, utilizando a biotecnologia com uma abordagem agroambiental holística e transversal para criar visões mais integradas que unam sociedade, território, meio ambiente e economia.

A contribuição da América Latina envolve promover padrões sustentáveis de produção e consumo de alimentos e bens comerciais, transformar modelos agroprodutivos tradicionais e avançar na sustentabilidade para erradicar a pobreza extrema, desigualdade e insegurança alimentar (ORSINI et al., 2013).

A biotecnologia moderna pode ser definida como uma atividade que envolve várias disciplinas, incluindo biologia molecular, engenharia genética, microbiologia, genômica, imunologia, engenharia ambiental e bioquímica. Ela contribui significativamente para resolver problemas da humanidade, como desnutrição, poluição, destruição de ecossistemas, crescente demanda por alimentos e água, sustentabilidade de recursos energéticos e agroflorestais, e atendimento de necessidades básicas em saúde e moradia (MCKELVEY, RICKNE, LAAGE-HELLMAN, 2004; TORRES et al., 2020).

Apesar de seus mais de 50 anos de existência e promessas de solucionar problemas antropogênicos, como crescimento populacional, fome, doenças, desmatamento, uso ineficiente do solo e aquecimento global, a biotecnologia moderna não resolveu definitivamente estes desafios, mas continua a desempenhar um papel fundamental na sociedade.

A experiência deste meio século tecnocrático e cientificista resultou em avanços significativos na expectativa de vida humana, mas à custa da degradação dos recursos naturais. O desenvolvimento tecnológico tem fomentado uma abordagem mais humanista à ciência, onde o homem se torna um agente ativo na ciência. A biotecnologia agroambiental é vista como uma forma de usar organismos e moléculas de forma inteligente e sustentável para gerar tecnologia eficaz e competitiva que solucione problemas nos setores agropecuário, industrial e ambiental, promovendo soluções intersetoriais para problemas ambientais causados pela produção agrícola. Assim, a biotecnologia pode ser uma estratégia eficaz para enfrentar problemas regionais específicos, reduzindo o impacto ambiental.

Apesar da importância do desenvolvimento da biotecnologia agroambiental, não há uma definição precisa sobre seu significado e enfoque. Portanto, considerando os elementos históricos que implicitamente a formaram (**Fig. 1**), podemos definir como uma área interdisciplinar que integra biotecnologia com ciências agrícolas e ambientais, focada em melhorar a sustentabilidade e eficiência na agricultura. Este campo aplica técnicas avançadas, como a engenharia genética, para desenvolver plantações sistêmicas e para a biorremediação de solos e águas contaminadas é crucial para mitigar impactos antropogênicos, promovendo soluções inovadoras para segurança alimentar e proteção

ambiental (ABELLA-SANCLEMENTE, VALOIS-CUESTA, POLANCO-PUERTA, 2023; JAIMES-DÍAZ, SUAREZ-CHACÓN, TORRES-ROMERO, 2021).

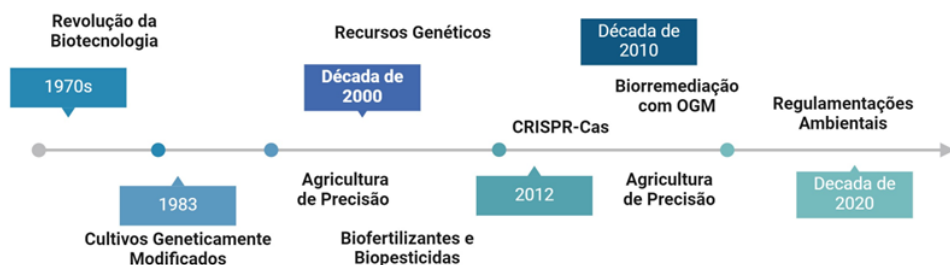


Figura 1. Linha do Tempo da Evolução da Biotecnologia Agroambiental. A figura ilustra uma linha do tempo dos eventos chave no desenvolvimento da biotecnologia agroambiental. Começando na década de 1970 com a revolução da biotecnologia, marcada por avanços em engenharia genética, a linha do tempo avança através de marcos importantes como a criação de cultivos geneticamente modificados em 1983 e a introdução de tecnologias de agricultura de precisão na década de 2000. Um ponto de destaque em 2012 é o desenvolvimento da tecnologia CRISPR-Cas, que revolucionou a edição genética. A linha do tempo conclui com as regulamentações ambientais da década de 2020, refletindo o crescente foco na sustentabilidade dentro do campo. Esta representação visual demonstra como os avanços tecnológicos e a consciência ambiental evoluíram juntos, levando a biotecnologia agroambiental à frente das práticas agrícolas sustentáveis e da ciência aplicada.

Vamos apresentar os principais cenários nos quais a biotecnologia agroambiental se desenvolve naturalmente. Com isso, esperamos contribuir por meio de uma revisão temática precisa, abrindo a porta para a participação e o exercício da ciência. Isso permitirá que qualquer cidadão entenda os possíveis alcances que a ciência pode ter quando realizada de forma coletiva.

DESENVOLVIMENTO DE CULTIVOS MODIFICADOS GENETICAMENTE

A criação de variedades de cultivos que necessitam de menos insumos químicos e são resistentes a condições climáticas adversas é uma inovação chave na biotecnologia agroambiental. Estes cultivos modificados geneticamente (CMG) representam um avanço significativo na agricultura sustentável e na conservação da biodiversidade. Ao diminuir a necessidade de pesticidas e herbicidas, os CMG reduzem os custos de produção e o impacto ambiental negativo. Sua capacidade de tolerar condições extremas, como a seca ou salinidade do solo, é crucial frente às mudanças climáticas, tornando-os valiosos para a segurança alimentar futura. Os CMG também têm um impacto econômico e social positivo, com potencial para oferecer rendimentos mais altos e melhorar a qualidade nutricional dos alimentos. No entanto, é vital considerar as implicações éticas, sociais e de biossegurança relacionadas a esses desenvolvimentos (RODRIGUEZ; TORRES, 2021). A regulamentação cuidadosa e a gestão de riscos são essenciais para maximizar os benefícios dos CMG e minimizar potenciais riscos. Para uma compreensão mais aprofundada, recomenda-se consultar fontes confiáveis como a FDA, FAO e AgBioWorld, que fornecem informações

atualizadas sobre avanços e aplicações da biotecnologia agrícola, incluindo os CMG. Estas fontes oferecem perspectivas detalhadas e podem auxiliar na tomada de decisões informadas no campo da biotecnologia agroambiental.

A tecnologia CRISPR-Cas, na biotecnologia agroambiental, representa uma evolução significativa na edição genética, permitindo alterações precisas no DNA das plantas. Essa capacidade de desenvolver cultivos mais resistentes a doenças e adaptados a condições climáticas extremas é essencial para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas. Além disso, essa tecnologia reduz a necessidade de fertilizantes e pesticidas químicos, promovendo práticas agrícolas mais sustentáveis. Outras aplicações importantes do CRISPR-Cas incluem a biofortificação de cultivos, melhorando seu valor nutricional, e a preservação de recursos genéticos, crucial para manter a diversidade genética. Apesar dos benefícios, esta tecnologia enfrenta desafios técnicos, éticos e regulatórios que exigem uma gestão cuidadosa para garantir um uso seguro e responsável. A implementação apropriada da tecnologia CRISPR-Cas é um elemento chave que poderia ajudar a superar o preconceito injustificado contra cultivares geneticamente modificadas. Ao se reconhecer que as novas plantas desenvolvidas por meio da tecnologia CRISPR-Cas não são exatamente plantas transgênicas, mas sim plantas modificadas com precisão em suas sequências de DNA para reproduzir características desejadas sem a introdução de genes externos, este avanço pode garantir a sustentabilidade da agricultura moderna. Representa um passo significativo em direção a um futuro agrícola mais resiliente, eficiente e benéfico para a saúde humana (JIANG & CAO, 2023).

BIOFERTILIZANTES E BIOPESTICIDAS

A aplicação de biofertilizantes e biopesticidas na biotecnologia agroambiental é uma estratégia cada vez mais relevante para enfrentar os desafios da agricultura moderna. Esses métodos promovem práticas agrícolas mais ecológicas e sustentáveis, minimizando o impacto ambiental e melhorando a fertilidade do solo, bem como o controle de pragas e doenças.

Os biofertilizantes, compostos por microorganismos benéficos, desempenham um papel crucial na melhoria da disponibilidade de nutrientes para as plantas. Microorganismos como fixadores de nitrogênio e solubilizadores de fosfato contribuem significativamente para o crescimento das plantas e a recuperação da qualidade do solo. Pesquisas demonstraram que o uso de biofertilizantes pode aumentar consideravelmente a produtividade das colheitas, com exemplos notáveis em regiões como o México, onde foram relatados aumentos significativos nos rendimentos.

Por outro lado, os biopesticidas, compostos por uma variedade de microorganismos e substâncias derivadas, oferecem uma alternativa mais ecológica para o controle de pragas e doenças em comparação com os pesticidas químicos convencionais. Seu uso ajuda a reduzir a contaminação do solo e da água, além de preservar a biodiversidade.

A co-inoculação, que envolve o uso combinado de diferentes tipos de microorganismos, como fungos micorrízicos e bactérias fixadoras de nitrogênio, tem se mostrado especialmente benéfica. Ela melhora o desenvolvimento das plantas, aumenta a tolerância ao estresse e fortalece a resistência à seca e a doenças em culturas anuais e perenes (OBIANUJU & OLUBUKOLA, 2020).

Apesar dos numerosos benefícios, a adoção de biofertilizantes e biopesticidas enfrenta desafios, incluindo a necessidade de selecionar e avaliar eficazmente cepas nativas, além de desenvolver formulações aprimoradas de inoculantes específicos que resultem em aumentos significativos no rendimento das plantas. Além disso, é importante estabelecer políticas e estratégias para sua adoção mais ampla e eficaz na agricultura

A integração de biofertilizantes e biopesticidas na biotecnologia agroambiental é uma estratégia promissora para melhorar a produtividade e a sustentabilidade das colheitas, ao mesmo tempo em que contribui para a preservação do meio ambiente e da biodiversidade do solo. Seu uso crescente é um passo importante em direção a uma agricultura mais ecológica e sustentável.

CONSERVAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS GENÉTICOS

A conservação e uso sustentável de recursos genéticos na biotecnologia agroambiental abordam a vital preservação da diversidade genética de espécies agrícolas, com o objetivo de manter a biodiversidade e promover a resiliência dos ecossistemas. Essa estratégia é fundamental para atender às necessidades alimentares e nutricionais humanas, além de ser essencial para manter e melhorar a eficiência e resiliência dos sistemas de produção agrícola, bem como para dietas saudáveis e a prestação de serviços ecossistêmicos, como polinização e regulação de pragas e doenças.

A conservação da diversidade genética desempenha um papel crucial na biotecnologia agroambiental. Isso inclui a preservação de variedades tradicionais e locais, bem como espécies silvestres relacionadas, que são fontes valiosas de genes para resistência a doenças, adaptabilidade a condições climáticas em mudança e outros traços desejáveis. O uso sustentável de recursos genéticos envolve a exploração dessa diversidade de maneira a beneficiar as práticas agrícolas atuais, sem comprometer as necessidades futuras. Isso implica o desenvolvimento de variedades de cultivos que sejam produtivas, resistentes a doenças e adaptadas às condições ambientais locais, sendo sustentáveis em termos de uso de recursos.

As modernas técnicas de biotecnologia, como a edição genética, fornecem ferramentas poderosas para a conservação e uso eficaz de recursos genéticos. Essas técnicas permitem aos cientistas compreenderem melhor a função de genes específicos e usar esse conhecimento para melhorar as características dos cultivos de maneira mais eficiente e precisa.

O impacto da conservação e uso sustentável de recursos genéticos é significativo nos sistemas de produção e na promoção de dietas saudáveis. A diversidade genética dos cultivos leva a uma maior variedade de alimentos nutritivos, essencial para dietas equilibradas e saudáveis. Além disso, a biodiversidade agrícola desempenha um papel fundamental na prestação de serviços ecossistêmicos, como polinização e regulação de pragas e doenças, que são vitais para a produção de alimentos e a saúde dos ecossistemas.

A gestão sustentável de recursos na biotecnologia agroambiental envolve uma combinação de abordagens inovadoras e o uso de tecnologias avançadas para melhorar a eficiência no uso de recursos-chave, como água e solo. Essas práticas buscam não apenas aumentar a produtividade agrícola, mas também minimizar o impacto ambiental e melhorar a sustentabilidade dos sistemas de produção. A transição para uma agricultura sustentável requer abordagens inovadoras, como a abordagem de paisagem para a gestão integrada de recursos em nível de bacias hidrográficas e paisagens, que contribuem para serviços ecossistêmicos, como controle natural de pragas e polinização. Além disso, inovações de mercado e sistemas participativos de inovação agrícola são cruciais para incentivar modelos de produção sustentável e promover a inclusão de agricultores familiares, melhorando assim a segurança alimentar e fornecendo alimentos mais seguros e diversos.

A conservação e uso sustentável de recursos genéticos na biotecnologia agroambiental são abordagens abrangentes que buscam equilibrar a produção de alimentos com a preservação da biodiversidade e a sustentabilidade ecológica. Essa abordagem é fundamental para enfrentar os desafios atuais e futuros na agricultura e na segurança alimentar.

BIORREMEDIAÇÃO

A biorremediação usando organismos geneticamente modificados é uma técnica avançada na biotecnologia agroambiental, crucial para limpar solos e águas contaminadas, especialmente em áreas agrícolas afetadas pelo uso excessivo de produtos químicos. Essa estratégia envolve dois principais enfoques: *in situ*, onde a limpeza ocorre diretamente no local contaminado, e *ex situ*, que requer o tratamento dos contaminantes em instalações especializadas. Organismos geneticamente modificados, como bactérias, fungos e algas, desempenham um papel vital nesse processo, degradando eficazmente uma ampla gama de contaminantes.

Apesar de suas vantagens, como ser mais econômica e menos prejudicial ao meio ambiente do que os métodos tradicionais, a biorremediação enfrenta desafios, incluindo a necessidade de mais tempo para obter resultados e a dificuldade em prever sua eficácia. Essa técnica está alinhada com os objetivos da agricultura sustentável, ajudando a restaurar a qualidade do solo e da água e promovendo práticas agrícolas mais amigáveis ao meio ambiente.

A eficácia da biorremediação depende de uma combinação de avanços biotecnológicos, considerações éticas e ambientais, e estratégias de gestão sustentável. Por exemplo, no tratamento de derramamentos de petróleo, que podem causar graves danos ecológicos e afetar a flora e fauna local, utiliza-se a biorremediação. Esta técnica emprega microrganismos especializados para decompor componentes do petróleo. Pesquisadores aprimoram geneticamente esses microrganismos para aumentar sua eficácia na metabolização dos contaminantes. Antes de aplicar a biorremediação, considera-se as implicações éticas e ambientais, desenvolvendo estratégias de gestão sustentável, incluindo proteção de áreas sensíveis, monitoramento contínuo e colaboração com especialistas em conservação ambiental. A combinação desses elementos permite abordar a contaminação por petróleo de forma eficaz e sustentável, minimizando o impacto ambiental e restaurando gradualmente os ecossistemas afetados.

A AGRICULTURA DE PRECISÃO E A GESTÃO DE RECURSOS DA BIOTECNOLOGIA AGROAMBIENTAL

A agricultura de precisão e a gestão de recursos são fundamentais para melhorar a eficiência no uso de recursos essenciais, como a água e o solo, reduzindo o desperdício e minimizando a pegada ambiental das práticas agrícolas. Esse enfoque é apoiado por tecnologias avançadas que permitem um monitoramento detalhado e uma gestão eficiente das atividades agrícolas. O uso de GPS e georreferenciamento, sensores remotos, drones e sistemas de informações geográficas (SIG) facilita a identificação precisa da localização de parcelas agrícolas e fornece informações valiosas sobre o estado das colheitas e do solo. Essas ferramentas auxiliam na tomada de decisões informadas sobre irrigação, fertilização e controle de pragas. Além disso, a integração de tecnologias como blockchain e cibersegurança melhora a rastreabilidade e a segurança dos produtos agrícolas, oferecendo maior confiança aos agricultores e consumidores.

A monitorização e gestão da irrigação por meio de sensores e sistemas de controle automatizados permitem que os agricultores obtenham dados precisos sobre a umidade do solo e as necessidades hídricas das colheitas, otimizando assim o uso da água. A melhoria na produtividade das culturas é alcançada por meio do monitoramento regular do estado das plantas e do solo, permitindo a detecção precoce de problemas e a tomada oportuna de medidas corretivas.

Além dos benefícios ambientais, a adoção da agricultura de precisão e da gestão de recursos tem um impacto positivo no meio ambiente. Isso inclui a redução no uso de água, fertilizantes, pesticidas e combustíveis. Também possibilita o aumento da produção agrícola sem a necessidade de expandir a área cultivada, contribuindo assim para a redução do desmatamento e do esgotamento dos recursos naturais.

A agricultura de precisão e a gestão de recursos emergem como soluções integradas que combinam a sustentabilidade ambiental com a eficiência produtiva. São fundamentais para enfrentar os desafios atuais e futuros na agricultura global, tornando possível uma agricultura mais sustentável e eficiente.

BIOTECNOLOGIA AGROAMBIENTAL E UM SENTIDO PARA A CIÊNCIA

A biotecnologia agroambiental, conforme discutido no documento, confere um significado profundo e multifacetado à ciência. Ao integrar abordagens de diversas disciplinas, como engenharia genética, microbiologia e bioquímica, este ramo da biotecnologia enfrenta problemas globais como segurança alimentar, sustentabilidade de recursos e mudanças climáticas.

Neste contexto, a biotecnologia agroambiental dá sentido à ciência ao reconectá-la com as necessidades e desafios reais da sociedade e do meio ambiente. Além disso, promove uma abordagem científica que não se concentra apenas no avanço tecnológico, mas também considera a responsabilidade ética, a sustentabilidade e o bem-estar humano a longo prazo de forma fundamentada e sistemática.

REFERENCIAS

ABELLA-SANCLEMENTE, Carmen-Sofía; VALOIS-CUESTA, Hamleth; POLANCO-PUERTA, Manuel-Francisco. The tree *Acacia mangium* (Fabaceae) facilitates the recovery of mining areas in the rain forest of Chocó, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 2023, vol. 71, n. 1. ISSN: 2215-2075.

EMMANUEL, Obianuju Chiamaka; BABALOLA, Olubukola Oluranti. Productivity and quality of horticultural crops through co-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting bacteria. *Microbiol Res.*, out. 2020, vol. 239, 126569. doi: 10.1016/j.micres.2020.126569. Epub 31 jul. 2020. PMID: 32771873.

INSTITUTO INTERNACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Food and Agriculture. Disponível em: <https://www.iisd.org/topics/food-and-agriculture>. Acesso em: [30/01/2024].

JAIMES-DÍAZ, H. G.; SUAREZ-CHACÓN, I.; TORRES-ROMERO, J. C. El compostaje: Una alternativa para la recuperación de suelos contaminados por agroquímicos para el pequeño productor. *Ciencias Agropecuarias*, v. 7, n. 1, p. 51–67, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.36436/24223484.402>

JIANG, Yang; CAO, Cougui. Crayfish–rice integrated system of production: an agriculture success story in China. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 2021, vol. 41, p. 1-14. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00724-w>

MCKELVEY, M.D.; RICKNE, A.; LAAGE-HELLMAN, J. *The economic dynamics of modern biotechnology*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2004. ISBN: 978 1 84376 519 6.

NACIONES UNIDAS. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 1992. Disponible en: <https://www.un.org/es/observances/biodiversity-day/convention>. Data de acesso: 31/01/2024.

ORSINI, F.; KAHANE, R.; NONO-WOMDIM, R. et al. *Urban agriculture in the developing world: a review*. *Agron. Sustain. Dev.*, 2013, vol. 33, p. 695-720. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0143-z>.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. Our global food system is the primary driver of biodiversity loss. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/our-global-food-system-primary-driver-biodiversity-loss>. Acesso em: [28/01/2024].

RODRIGUEZ, E.; TORRES, J. C. Árbol de Neem (*Azadirachta indica*) en Colombia: una alternativa para el desarrollo agroambiental del sector agrícola. *Ciencias agropecuarias*, v. 7, n. 2, p. 93-115, 2021. <https://doi.org/10.36436/24223484.522>.

ROYAL SOCIETY. Preserving global biodiversity requires rapid agricultural improvements. Disponível em: <https://royalsociety.org/topics-policy/projects/biodiversity/agricultural-land-use-and-biodiversity/>. Acesso em: [31/01/2024].

TORRES ROMERO, J. C.; ORTEGA, J.; POLANCO, M. F.; PADILHA, J. C.; MONTENEGRO, S. Biotecnología agroambiental: un enfoque emergente frente a la crisis mundial. *Ciencias Agropecuarias*, v. 6, n. 1, p. 79-85, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.36436/24223484.316>

AVALIAÇÃO HISTOPATOLÓGICA DA CICATRIZAÇÃO DE PELE DE RATOS WISTAR TRATADOS COM EXTRATO AQUOSO DE CASCAS DE BANANA (*Musa sp.*, CV. PRATA ANÃ)

Data de aceite: 01/04/2024

Adryan Augusto

Centro Universitário Barão de Mauá
Ribeirão Preto

Victor Augusto Martins Costa

Centro Universitário Barão de Mauá
Ribeirão Preto

Victória dos Santos Mendes

Centro Universitário Barão de Mauá
Ribeirão Preto

José Norberto Bason

Centro Universitário Barão de Mauá
Ribeirão Preto

Lucila Costa Zini Angelotti

Centro Universitário Barão de Mauá
Ribeirão Preto

Ana Rosa Crisci

Centro Universitário Barão de Mauá
Ribeirão Preto

RESUMO: A banana (*Musa sp.*) é um pseudofruto comum e abundante em todo o mundo, com características nutricionais extensas e pequeno valor de mercado e produção. O principal subproduto produzido pelo consumo da banana são as cascas, com pouca utilização de mercado. As

cascas possuem propriedades fenólicas em grande quantidade que podem ser extraídas e utilizadas em produtos cosméticos e farmacológicos com o intuito de regenerar e melhorar a qualidade da pele. Foi feita uma pesquisa bibliográfica com consulta às bases de dados *MEDLINE*, *SciELO* e Google Acadêmico. E na parte experimental, foram utilizados 32 animais divididos em quatro grupos, com oito animais em cada grupo. O grupo G1 Controle negativo (C-), recebeu curativo com solução salina a 0,9%; o grupo G2 (CB), recebeu curativo com o gel de extrato aquoso de cascas de banana (*Musa sp.*, cv. Prata anã), o grupo G3 (V), recebeu curativo com o gel contendo apenas os veículos utilizados e o grupo G4 Controle positivo (C+), recebeu curativo com Dersani (**óleo de girassol**). A avaliação dos efeitos do tratamento foi realizada após 4, 7 e 14 dias. Foi possível observar macroscopicamente o fechamento da ferida em todos os grupos e confirmar com a histopatologia, uma maior reparação das feridas, ao **7º dia** de tratamento, com muitas células no tecido de granulação e uma intensa vascularização, quando comparado com o grupo controle negativo.

PALAVRAS-CHAVE: cicatrização; fitoterapia; compostos fenólicos.

HISTOPATHOLOGICAL EVALUATION OF SKIN HEALING IN WISTAR RATS TREATED WITH AQUEOUS EXTRACT OF BANANA PEELS (*MUSA SP.*, CV. PRATA ANÃ)

ABSTRACT: Banana (*Musa sp.*) is a common and abundant pseudofruit throughout the world, with extensive nutritional characteristics and low market and production value. The main by-product produced by banana consumption is the peels, with little market use. The peels have phenolic properties in large quantities that can be extracted and used in cosmetic and pharmacological products with the aim of regenerating and improving skin quality. A bibliographical search was carried out by consulting the MEDLINE, SciELO and Google Scholar databases. And in the experimental part, 32 animals were used divided into four groups, with eight animals in each group. The G1 Negative control group (C-) received a dressing with 0.9% saline solution; group G2 (CB), received a dressing with the aqueous extract gel of banana peels (*Musa sp.*, cv. Prata anã), group G3 (V), received a dressing with the gel containing only the vehicles used and the group G4 Positive control (C+), received a dressing with Dersani (sunflower oil). Assessment of treatment effects was carried out after 4, 7 and 14 days. It was possible to macroscopically observe wound closure in all groups and confirm with histopathology, greater wound repair on the 7th day of treatment, with many cells in the granulation tissue and intense vascularization, when compared to the negative control group.

KEYWORDS: wound healing; phytotherapy; phenolic compounds

INTRODUÇÃO

O processo cicatricial é um fenômeno que abrange todos os organismos vivos existentes, sendo alguns grupos portadores de eventos exclusivos que os diferenciam uns dos outros. Os organismos unicelulares são restritos à ação de enzimas específicas responsáveis pela regeneração de elementos naturais constituintes dos mesmos (como citoesqueleto, paredes celulares e membranas) além de moléculas de maior grau de complexidade (como proteínas, RNAs e DNA). Em organismos pluricelulares além destes eventos, há também o reparo tecidual, processo este que ocorre de forma sistêmica e dinâmica, dependente de condições ideais do organismo para plena funcionalidade (BALBINO; PEREIRA; CURTI; 2005).

Perante a um dano tecidual iminente, a primeira resposta biológica do organismo é o processo inflamatório ou a resposta inflamatória, característico por sinais clínicos sintomáticos, como o calor, rubor, edema e dor e danos que afetem a funcionalidade. É um processo extremamente complexo que envolve uma série de componentes celulares, vasculares e diversas substâncias solúveis (histamina, citocinas, prostaglandinas, dentre outras) com a finalidade de regular a resposta da inflamação, retirando o estímulo que desencadeou a resposta, além de iniciar uma reparação tecidual do local lesado (CRUVINEL *et al.*, 2010).

Segundo Han e Ceilley (2017) para que o reparo tecidual ocorra, uma série de eventos celulares, moleculares e bioquímicos interagem entre si em uma sequência ordenada e simultânea de acontecimentos, estabelecendo um processo inflamatório o mesmo evoluindo a fim de cumprir com seu propósito cicatricial, sendo geralmente divididos em três fases principais: inflamatória, proliferativa e remodelação ou maturação. Assim, diversos sistemas bioquímicos são ativados, como a coagulação e a cascata do sistema complemento, liberando substâncias solúveis que atuam no qual são necessárias e posteriormente são degradadas, sendo substâncias de meia-vida (CRUVINEL *et al.*, 2010).

Com isso, ao longo da história da evolução humana, diversos povos utilizaram estratégias para o desenvolvimento de medidas protetivas contra doenças e quaisquer males que pudessem afetar os indivíduos da população. Assim, obteve-se um conhecimento etnofarmacológico de opções naturais para tratamento, como por exemplo, a utilização de extratos de plantas, frutas, fungos, dentre outros, como um meio de prover o bem-estar e melhora de quadros clínicos (SILVA; LOBATO; RAVENA-CANETE, 2019).

Assim, contribui-se para o avanço técnico-científico de diversos campos da saúde, como a farmacologia no desenvolvimento de medicamentos com compostos que agredam menos o organismo dos indivíduos e no campo da biologia celular e molecular na descoberta de mecanismos de ação dos compostos e como tais agem em processos biológicos (LOPES, 2019). Sendo assim, o desenvolvimento de estratégias que acelerem e contribuam para o processo de cicatrização de feridas são de suma importância, visando diminuir o tempo do processo, além de reduzir quadros clínicos sintomáticos e diminuir a exposição do corpo humano a componentes químicos que possam causar reações adversas. Diferentes tipos de extratos de plantas são utilizados como fitoterápicos com ação cicatrizante, antimicrobiana e imunomoduladora (ATES; ERDOÚRUL, 2003; AMIRGHOFRA *et al.*, 2009).

O início da difusão da banana (*musa spp.*) foi a partir o sudeste asiático e oeste do Pacífico, a qual se tornou popular e ganhou relevância no mercado econômico, sendo propagada para demais países como: China, Equador, Indonésia, México, Filipinas e Brasil (MACIEL *et al.*, 2020). A banana é de grande importância econômica, sendo o quarto alimento de origem vegetal com maior consumo global, ficando somente atrás do arroz (*Oryza sativa* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) e milho (*Zea mays* L.) (SHETTY *et al.*, 2016). Um dos fatores que influenciam a importância econômica da banana se diz respeito à sua sazonalidade, estando disponível para o sistema agrícola durante quase todo o ano (LOPES, 2019).

Atualmente, a banana é a fruta mais popular e abundante globalmente, e ocupa o segundo lugar no Brasil em termos de consumo e produção, sendo de suma importância no segmento agrícola nacional, com cerca de 7 milhões de toneladas produzidas, gerando um valor de produção ao equivalente à 7,5 bilhões de reais (ROCHA; GERUM; SANTANA, 2021). No Brasil, o ano de 2021 alcançou uma produção de bananas ao equivalente a 6.811.374 milhões de toneladas, sendo as regiões Nordeste, Sudeste e Sul as principais produtoras do país, respectivamente responsáveis por 35%, 33,5% e 14,9% do total de produções nacionais (EMBRAPA, 2022). No quesito mundial, a banana tem

grande importância econômica e nutricional (OMOLOLA; JIDEANI; KAPILA, 2015), com diversas aplicações nas diferentes áreas, como na indústria farmacêutica e alimentícia (QAMAR; SHAIKH, 2018) e também com relação à indústria biotecnológica emergente (EHIOWEMWENGUAN; EMOGHENE; INETIANBOR, 2014). Um dos principais subprodutos do consumo de bananas são as cascas, as quais têm pouca utilização, sendo geralmente destinadas para alimentação animal com demais restos orgânicos, como adubo orgânico ou são descartadas como lixo orgânico (LOPES, 2019).

Tendo também um alto valor nutricional, apresentando em sua composição vitaminas (A, C e algumas do complexo B), minerais (Ca, K, Fe e P), podendo conter 70% de água, sendo composta basicamente de açúcares (15,1 a 22,4 g/100g), proteínas (1,1 a 2,7 g/100g) e gorduras (aproximadamente 0,4 g/100g) (BORGES *et al.*, 2006). Assim potencializando uma visão das indústrias biotecnológicas e farmacêuticas para possíveis aplicações nos respectivos ramos (QAMAR; SHAIKH, 2018).

Nos últimos anos, diversos estudos vêm tentando utilizar os extratos de diferentes plantas, como no caso da banana, como alternativa terapêutica no tratamento de certos tipos de lesões epiteliais (VON ATZINGEN *et al.*, 2011). Visto a escassez de estudos que demonstrem a ação específica de extratos de cascas de banana, o presente trabalho busca analisar uma possível aceleração do processo cicatricial com o uso do extrato aquoso de cascas de banana (*Musa sp.*, cv. Prata anã) através da análise histopatológica de cicatrização cutânea de ratos *Wistar*.

MÉTODOS

O presente trabalho foi subdividido em 2 segmentos, sendo eles, pesquisa metodológica e outra de pesquisa experimental.

Pesquisa bibliográfica

Para a fundamentação teórica do estudo, foram consultadas as bases de dados MEDLINE, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e Google Acadêmico. Foram utilizadas como palavras-chave: “cicatrização cutânea”, “casca de banana” e “fitoterápico”. A consulta abrangeu os últimos dez anos, sendo selecionadas as publicações incluindo livros, artigos publicados em periódicos, livros, trabalhos acadêmicos incluindo TCC, dissertações e teses em língua portuguesa e inglesa.

Pesquisa experimental

A pesquisa experimental foi subdividida em 7 etapas, sendo elas: aquisição e preparo do material, preparo do extrato, composição e preparo do gel com extrato de casca de banana, preparo do gel com o ativo, grupos de animais, procedimentos cirúrgicos e tratamento e análise macroscópica e histopatológica.

Aquisição e preparo do material

As bananas foram adquiridas pelos próprios autores do trabalho em estabelecimentos comerciais no município de Ribeirão Preto (SP). A aquisição e o preparo foram realizados no mesmo dia, com a finalidade de impedir alterações morfofisiológicas no estágio de maturação, que porventura pudessem causar variações nos resultados.

As cascas foram lavadas com água destilada, secas em papel toalha, chegando a um total de 235,08 g de material *in natura*, sendo posteriormente submetidas à secagem em estufa (60°C) com circulação de ar, a fim de garantir uma secagem homogênea, evitando processos degradativos indesejáveis, figura 1.



Em A: Lavagem em água destilada; Em B: Secagem em papel toalha; Em C: Pesagem do material bruto; Em D: Secagem em estufa.

Figura 1 – Preparo das cascas de banana.

Fonte: Os autores.

Preparo do extrato

Após a secagem das cascas de banana em estufa com ar circulante, obteve-se 103,32 g de material seco.

As cascas secas foram trituradas utilizando um processador doméstico Philips, modelo RI2134/41 (700 W), obtendo um material na forma de pó.

A uma parte do material fragmentado, cerca de 22 g de casca de banana em

pó, foram adicionados 150 mL de água destilada com agitação manual. Posteriormente submetidos a aquecimento em banho-maria a 37 °C, por um período de 30 minutos, com agitação. O extrato aquoso foi obtido após filtração simples e armazenado em frasco âmbar com tampa, acondicionado em geladeira a 5 °C, figura 2.



Figura 2 – Obtenção do extrato aquoso de casca de banana

Fonte: Os autores.

Composição e preparo do gel com extrato de casca de banana

A formulação do gel base está descrita na tabela 1 e foi preparado com ligeiras modificações, segundo Okamoto (2010).

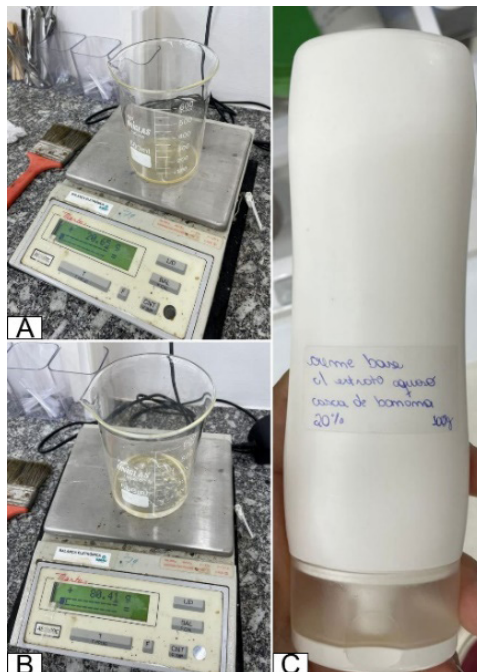
Composição do gel base	Quantidade %m/m
Carbopol (agente espessante)	2,22
Nipagin (metilparabeno)	0,11
Glicerina	11,11
Água destilada qsp	86,76

Tabela 1 – Formulação do gel base

Fonte: Okamoto (2010)

Preparo do gel com o ativo

Em um béquer limpo e seco, com auxílio de uma espátula, foram misturados 80,41 g do gel base com 20,65 g do extrato aquoso da casca de banana. A mistura ocorreu a frio até completa homogeneização. O gel com o ativo foi armazenado em frasco apropriado e acondicionado em geladeira a 5°C, figura 3 (VELASCO, RIBEIRO, 2001).



Em A: Pesagem do extrato aquoso; B: pesagem do gel; C: armazenamento do gel

Figura 3 – Preparo do gel com extrato de casca de banana.

Fonte: Os autores.

Grupos de animais

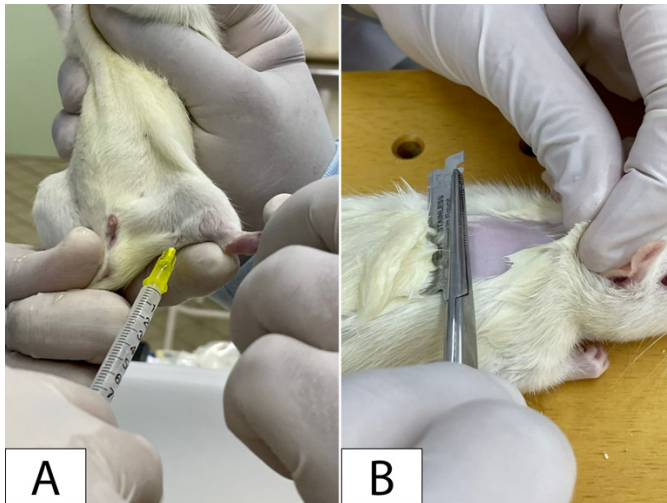
Para este experimento foram utilizados 32 ratos da linhagem *Wistar* (*Rattus norvegicus*) com variação de 200g a 250g de peso corporal, provindos do biotério do Centro Universitário Barão de Mauá de Ribeirão Preto/SP. Após a aprovação do Comitê de Ética Animal (CEPan) com protocolo de nº 494/23, iniciou-se a parte experimental.

Os animais foram distribuídos em 4 grupos com 8 animais em cada grupo:

- G1 Controle negativo (C-): recebeu curativo com solução salina a 0,9%;
- G2 (CB): recebeu curativo com o gel de extrato aquoso de cascas de banana (*Musa* sp. ,cv. Prata anã);
- G3 (V): recebeu curativo com o gel contendo apenas os veículos utilizados;
- G4 Controle positivo (C+): recebeu curativo com Dersani (óleo de girassol).

Procedimentos cirúrgicos e tratamento

Os animais foram anestesiados por via intramuscular com cloridrato de ketamina 100mg/kg e cloridrato de xilazina 6mg/kg, sendo em seguida realizada a tricotomia da região dorsal de cada animal, conforme a figura 4.



Em A: anestesia, em B: Tricotomia.

Figura 4 – Procedimentos cirúrgicos.

Fonte: Os autores.

Foram feitas três incisões no dorso com um *punch* padronizado de 2 cm de diâmetro que atingiu o tecido subcutâneo (figura 5), com tesoura de íris reta de 11cm e pinça de Adson, retirou-se o fragmento expondo-se a fáscia dorsal muscular.

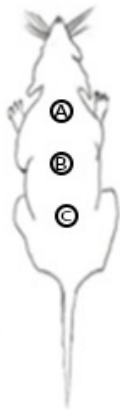


Figura 5 – Padronização dos cortes dorsais nos animais

Fonte: Os autores.

Todos os animais se recuperaram adequadamente da anestesia, exibindo uma boa condição geral e apresentando atividades físicas e comportamentais dentro dos parâmetros normais para a espécie, seguindo assim, para o início dos tratamentos propostos na seção 2.2.5.

Análise macroscópica e histopatológica

As feridas foram analisadas macroscopicamente, diariamente, de acordo com a evolução do processo de cicatricial, que foi avaliado pela redução das áreas das lesões ao longo do tempo. Para a avaliação do processo de redução das lesões, todos os animais dos grupos controle negativo (C-), veículo (V), controle positivo (C+) e extrato de casca de banana (CB) foram fotografados com um smartphone, ao lado de um objeto de escala, aos 0, 4, 7 e 14 dias de tratamento, para posterior mensuração de medidas das áreas das feridas em software de processamento de imagens.

Foram coletados fragmentos das feridas nos dias 4, 7 e 14. No quarto dia de tratamento foram coletados fragmentos com borda e centro da ferida da lesão nº 1 (lesão A) de todos os animais dos grupos C-, V, C+ e CB. No sétimo dia de tratamento foram coletados fragmentos com borda e centro da ferida da lesão nº 2 (lesão B) de todos os animais dos grupos C-, V, C+ e CB. E ao final do experimento, no décimo quarto dia de tratamento, foram coletados fragmentos com borda e centro da ferida da lesão nº 3 (lesão C) de todos os animais dos grupos C-, V, C+ e CB, seguido do sacrifício dos animais, conforme aprovação do Comitê de Ética Animal.

Para análise histológica, todas as amostras de pele dos animais dos grupos C, V, C+ e CB foram colocadas em formol 10% por um período de 24h, para os procedimentos histotécnicos de rotina padrão e corados pela hematoxilina e eosina (H.E) para posterior visualização em microscopia óptica.

As áreas médias das feridas (7º dia) dos quatro tratamentos foram comparadas por meio da realização da análise de variância com um fator (ANOVA 1-way), seguida do teste de comparações múltiplas duas-a-duas de Tukey. O nível de significância dos testes realizados foi de 5% (Levine *et al.*, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram subdivididos em 3 fragmentos, sendo eles, resultados macroscópicos, resultados histopatológicos e análise estatística.

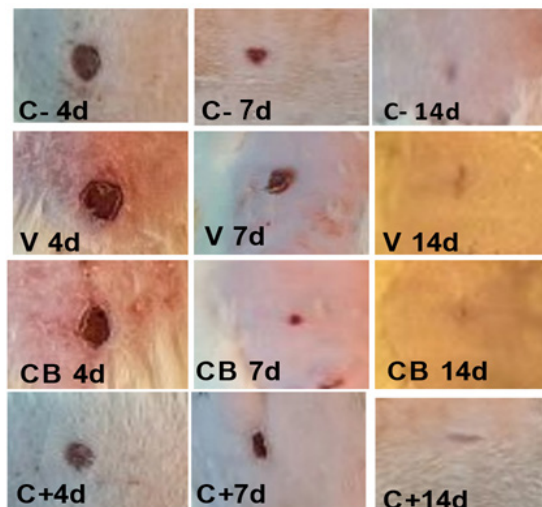
Resultados Macroscópicos

Aos 4 dias, no grupo tratado com soro (C -), observa-se crosta fina e escura, não se observou sangramento, edema e secreção; no grupo tratado com o Dersani (C +) observa-se uma área menor, pequena crosta seca escura; no grupo tratado com o veículo (V) observou-se uma área maior, crosta fina e escura, grande área hiperêmica; no grupo (CB) tratado com extrato de casca de banana, observa-se crosta fina e escura e pequena área hiperêmica.

Aos 7 dias no grupo tratado com soro (C -) observa-se uma área menor com crosta clara, não se observou sangramento, edema e secreção; no grupo tratado com o Dersani (C+) observa-se uma área menor e com crosta; no grupo tratado com o veículo (V) observa-se uma área bem maior com crosta, sem hiperemia; no grupo (CB) tratado com extrato de casca de banana, observa-se uma pequena área de ferida, sem crosta e hiperemia.

Aos 14 dias observa-se área da lesão finamente fechada nos três grupos experimentais.

Segundo experimento semelhante proposto por Faria *et al.* (2022) foi observada uma evolução macroscópica similar no grupo controle negativo (tratados com solução salina 0,9%), no qual também foi constatada a ausência de sangramentos, edema e secreção e a presença de uma pequena crosta sob a ferida no equivalente aos dias 4 e 7, além da lesão estar fechada no 14º dia. Enquanto no grupo controle positivo (tratados com Dersani) observa-se a similaridade na menor área de ferida e a presença de uma crosta sob a mesma nos dias 4 e 7, além do fechamento completo da ferida no dia 14.



Em C - : Grupo Controle Negativo (soro), Em C + : Grupo Controle Positivo tratado com Dersani, Em V: Grupo Tratado com o veículo, Em CB: Grupo tratado com extrato de Casca de Banana.

Figura 6 – Evolução macroscópica da área total da lesão acompanhada por fotografias das áreas no 4º, 7º e 14º dias.

Fonte: Os autores.

Resultados histopatológicos

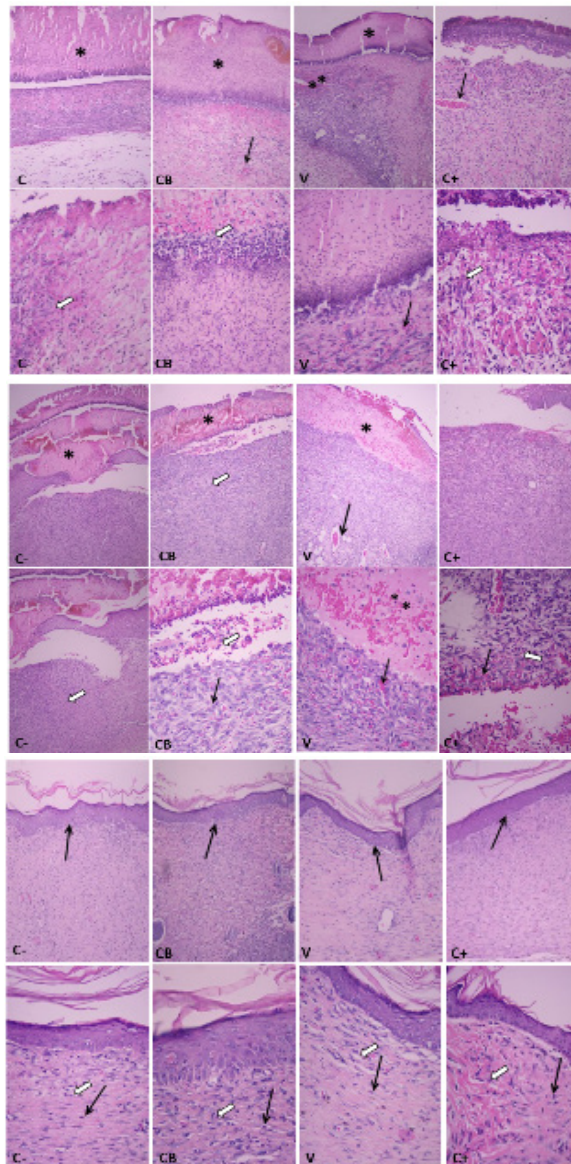
Na análise histopatológica da ferida aos 4 dias após a lesão, observa-se no grupo controle negativo a presença de uma crosta fibrinoleucocitária (representada por um asterisco), desprendida da área afetada, e a presença de infiltrado inflamatório polimorfonuclear (indicados por seta branca). No grupo tratado com extrato de casca de banana, também é identificada a presença de uma crosta fibrinoleucocitária (asterisco), porém em maior quantidade, além de notar-se um grande acúmulo de tecido de granulação (seta branca) e vasos sanguíneos. Já no grupo tratado com o veículo, verifica-se a formação de uma crosta fibrinoleucocitária (asterisco), um processo inflamatório intenso (representado por asteriscos duplos) e vasos sanguíneos. Por outro lado, no grupo controle positivo, não foi observada a presença de crosta fibrinoleucocitária, mas sim um aumento da vascularização (seta preta) e a presença de neutrófilos e macrófagos (seta branca). Foram encontrados resultados semelhantes por Silva *et al.* (2021) e por Faria *et al.* (2022) no período de 4 dias, no qual foi observado a presença de infiltrados inflamatórios polimorfonucleares nos grupos tratados com Dersani (controle positivo).

De acordo com Campos, Borges-Branco e Groth (2007) a fase inflamatória do processo de cicatrização inicia-se logo após a lesão, acarretando na liberação de substâncias vasoconstritoras, seguido da vasodilatação e propiciando a quimiotaxia. As primeiras células no local da ferida são os neutrófilos, sendo substituídos por macrófagos após 48 – 96 horas, até a ocorrência de demais células do processo, caracterizando a fase inflamatória inicial.

Aos 7 dias após a lesão, a histopatologia da ferida mostra que no grupo controle negativo (C-), havia uma crosta fibrinoleucocitária com hemorragia (asterisco), uma parte da área da lesão estava solta e outra estava aderida, além do tecido de granulação (seta branca). No grupo tratado com extrato de casca de banana (CB), também tem a crosta fibrinoleucocitária, porém, com muitas células no tecido de granulação (seta branca) e uma intensa vascularização. Já no grupo tratado com o veículo (V), havia a presença da crosta fibrinoleucocitária com uma hemorragia intensa (asterisco duplo), além de muitos vasos sanguíneos (seta preta). No grupo controle positivo (C+), é observado tecido de granulação (seta branca) e vasos sanguíneos (seta preta).

Após o término da fase inflamatória inicia-se a fase proliferativa por volta do 4º dia, podendo se prolongar por até 2 semanas, a fase é caracterizada pela presença de quatro etapas bem delimitadas: angiogênese, epitelização, formação de tecido de granulação e deposição de colágeno (CAMPOS; BORGES-BRANCO; GROTH, 2007). Assim sendo, a visualização macroscópica de uma intensa vascularização no grupo tratado com o extrato de casca de banana sugere melhor eficiência na síntese matricial, aumentando a nutrição do tecido, levando mais células envolvidas no processo cicatricial. Além disso, a presença de muitas células do tecido de granulação evidencia a estimulação da reconstrução do tecido epitelial.

Aos 14 dias após a lesão, a histopatologia da ferida mostra que todos os grupos apresentam uma epiderme em processo de organização (seta preta). Na derme profunda, havia um tecido de granulação organizado, uma intensa angiogênese, fibroblastos ativados e macrófagos.



Em C -: Controle negativo, Em CB: Extrato de Casca de Banana, Em V: Veículo. Em C+: Controle Positivo. Aum. 10X e 40X. Col. H.E.

Figura 7 – Fotomicrografias dos aspectos histopatológicos das feridas aos 4, 7 e 14 dias respectivamente.

Fonte: Os autores.

Análise estatística

A análise de variância detectou efeito significativo dos tratamentos sobre as áreas das feridas, ou seja, as áreas médias das feridas dos tratamentos foram significativamente diferentes ($p = 0,0011$). A tabela 2 a seguir apresenta a comparação das médias, desvio padrão e erro padrão das médias de todos os grupos tratados.

Tratamento	n	média	S	EPM
Casca de banana	8	0,096	0,019	0,007
Gel	8	0,134	0,045	0,016
Controle negativo	8	0,174	0,049	0,017
Controle positivo	8	0,121	0,006	0,002

Tabela 2 – Comparação das médias, desvio padrão (S) e erro padrão das médias (EPM) dos grupos de tratamento propostos

Fonte: Os autores.

O tratamento que produziu feridas com área média menor foi a casca de banana. A área média das feridas obtida com este tratamento foi estatisticamente significativamente menor do que a área média obtida para o grupo controle negativo. A diferença entre as áreas médias das feridas do tratamento com casca de banana e controle positivo não foi estatisticamente significativa ($p = 0,4865$). O mesmo se observou entre os resultados produzidos com o uso de casca de banana e gel ($p = 0,1484$).

Para o grupo controle positivo observou-se uma área média significativamente menor do que a área média das feridas do grupo controle negativo ($p = 0,0225$). Todos os resultados são apresentados a seguir na figura 8.

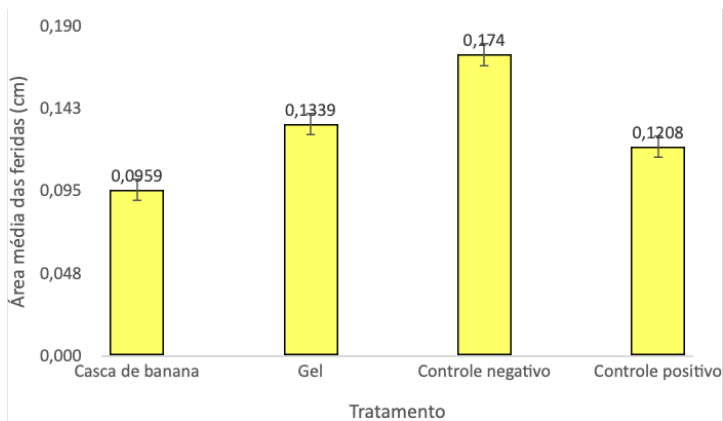


Figura 8 – Área média das feridas no 7º dia nos diferentes tratamentos propostos

Fonte: Os autores.

CONCLUSÃO

Mediante a comparação e avaliação dos resultados macroscópicos, histológicos e estatísticos do processo de cicatrização de todos os grupos, conclui-se que o tratamento com gel de extrato aquoso de cascas de banana (*Musa sp.*, cv. Prata anã) apresentou maior efeito benéfico ao proporcionar uma epitelização mais precoce, detectada ao 7º dia, quando comparado ao grupo controle negativo (C-).

Assim sendo, enfatiza-se ser de extrema relevância a necessidade de maiores estudos investigativos acerca do tema proposto, a fim de fornecer dados mais concisos sobre como o processo de cicatrização possa ser influenciado com o extrato aquoso de cascas de banana (*Musa sp.*, cv. Prata anã), visto que as informações contidas no presente estudo podem contribuir na investigação e no desenvolvimento de alternativas etnofarmacológicas terapêuticas para a saúde humana de modo geral.

REFERÊNCIAS

- AMIRGHOFRAN, Z. *et al.* Immunomodulatory activities of various medicinal plant extracts: effects on human lymphocytes apoptosis, **Immunological Investigations** [s.l.] v. 38, n. 10, p. 181-192, Jul. 2009. DOI: 10.1080/08820130902817051. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08820130902817051>. Acesso: 23 ago. 2023.
- ATES, D. A.; ERDOÚRUL, Z.T. Antimicrobial activities of various medicinal and commercial plant extracts. **Turk J Biol** [s.l.] v. 27, p. 157-62, 2003. Disponível em: <https://journals.tubitak.gov.tr/biology/vol27/iss3/6/>. Acesso em: 21 ago. 2023.
- BALBINO, C. A.; PEREIRA, L. M.; CURI, R. Mecanismos envolvidos na cicatrização: uma revisão. **Rev. Bras. Ciênc. Farm.** [s.l.], v. 41, n. 1, p. 27-51, jan./mar. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/r/rbcf/a/HXZMLDrTL5B7mrRRqSsbtmh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 07 mar. 2023.
- BORGES, A. L. *et al.* **A cultura da banana**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.
- CAMPOS, A. C. L.; BORGES-BRANCO, A.; GROTH, A. K. Cicatrização de feridas. **ABCD. Arq. Bras. Cir. Dig.**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 51-58, mar. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abcd/a/wzTtGHxMQ7qvkbBqDLkTF9P/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 mar. 2023.
- CRUVINEL, W. M. *et al.* Sistema Imunitário – Sistema Imunitário – Parte I. Fundamentos da imunidade inata com ênfase nos mecanismos moleculares e celulares da resposta inflamatória. **Rev Bras Reumatol** [s.l.] v. 50, n. 4, p. 434-461, ago. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0482-50042010000400008>. Disponível em: [scielo.br/r/rbr/a/QdW9KFBP3XsLvCYRJ8Q7SRb/?format=pdf&lang=pt](https://www.scielo.br/r/rbr/a/QdW9KFBP3XsLvCYRJ8Q7SRb/?format=pdf&lang=pt). Acesso em: 11 mar. 2023.
- EHIOWEMWENGUAN, G.; EMOGHENE, A. O.; INETIANBOR, J. E. Antibacterial and phytochemical analysis of Banana fruit peel. **IOSR Journal of Pharmacy**, [s.l.] v. 4, n. 8, p. 18-25, Aug. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/284455351_Antibacterial_and_phytochemical_analysis_of_Banana_fruit_peel. Acesso em: 15 set. 2023.
- EMBRAPA. **Produção brasileira de banana em 2021, 2022**. Disponível em: https://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/banana/b1_banana.pdf. Acesso em: 18 ago. 2023.

FARIA, I. I. Histopatologia da cicatrização da pele de ratos *Wistar* tratados com creme contendo extrato aquoso das folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.).

Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 8, n. 9, p. 61142-61158, set. 2022. DOI:10.34117/bjdv8n9-051. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/51777/38813>. Acesso em: 12 nov. 2023.

HAN, G.; CEILLEY, R. Chronic wound healing: a review of current management and treatments. **Adv. Ther.**, [s.l.] v. 34, n. 3, p. 599-610, Mar. 2017. DOI: 10.1007/s12325-017-0478-y. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28108895/>. Acesso em: 25 jun. 2023.

LEVINE, D. M. *et al.* **Estatística: teoria e aplicações**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

LOPES, S. **Perfil químico do extrato aquoso de cascas de banana (*Musa sp.*, CV. PRATA ANÃ) e avaliação *in vitro* dos seus efeitos sobre a cicatrização de lesões cutâneas e fotoproteção à radiação UVB**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2019. Tese (Doutorado em Biologia Celular e do Desenvolvimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/206374/PBCD0106-T.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Acesso em: 01 fev. 2023.

MACIEL, G. P. *et al.* Bananicultura: produção de banana dos principais municípios produtores do Nordeste Paraense, no período de 2004 a 2016, sob análise Shift-Share. In: ANDRADE, D. F. **Tópicos em ciências agrárias**. 1. ed. Belo Horizonte: Poisson, 2020. v.6. cap. 15, p. 110-115. DOI: 10.36229/978-65-86127-68. Disponível em: [Agrarias_6.pdf](https://poisson.com.br/Agrarias_6.pdf) (poisson.com.br). Acesso em: 28 set. 2023.

OKAMOTO, M. K. H. **Estudo das atividades cicatrizante e antimicrobiana do extrato glicólico e do gel de *Psidium guajava* L. e estudo da estabilidade do gel**. 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado em Insumos Farmacêuticos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9138/tde26032010-160651/pt-br.php>. Acesso em: 22 nov. 2023.

OMOLOLA, A. O.; JIDEANI, A. I. O.; KAPILA, P. F. Drying kinetics of banana (*Musa spp.*). **Interciencia**, [s.l.], v.40, n. 6, p. 374–380, Jun 2015. Disponível em: <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/10/374-OMOLOLA.pdf>. Acesso em: 17 set. 2023.

QAMAR, S.; SHAIKH, A. Therapeutic potentials and compositional changes of valuable compounds from banana: a review. **Trends in Food Science and Technology**, [s.l.], v. 79, p. 1–9, Sep. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224417303849?via%3Dihub>. Acesso em: 13 set. 2023.

ROCHA, S. L.; GERUM, A, F. A. A.; SANTANA, M. A. **Canais de comercialização de banana in natura no Brasil**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2021.

SILVA, R. F. *et al.* Ação do diclofenaco de sódio e do celecoxibe na cicatrização por segunda intenção de feridas cutâneas de ratos *Wistar* tratados com óleo de girassol. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, [s.l.], v. 24, n. 2, p. 168-179, 2021. DOI: 10.25061/2527-2675/ReBraM/2021.v24i2.1072. Disponível em: <https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/1072>. Acesso em: 30 nov. 2023.

SILVA, A. C.; LOBATO, F. H. S.; RAVENA-CANETE, V. Plantas medicinais e seus usos em um quilombo amazônico: o caso da comunidade Quilombola do Abacatal, Ananindeua (PA). **Rev. NUFEN**, Belém, v. 11, n. 3, p. 113-136, set./dez. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.26823/RevistadoNUFEN.vol11.nº03artigo61>. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-25912019000300008&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 13 abr. 2023.

SHETTY, S. M. Complete chloroplast genome sequence of corroborates structural heterogeneity of inverted repeats in wild progenitors of cultivated bananas and plantains. **The Plant Genome**, [s.l.], v. 9, n. 2, p. 1-14, Jul. 2016. DOI: 10.3835/plantgenome2015.09.0089. Disponível em: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.3835/plantgenome2015.09.0089>. Acesso em: 12 out. 2023.

VELASCO, M. V. R.; RIBEIRO, M. E. **Guia didático de fórmulas cosméticas e cosmecêuticas**. 4. ed. São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, 2001.

Von ATZINGEN, D. A. N. C. V. *et al.* Gel from unripe *Musa sapientum* peel to repair surgical wounds in rats. **Acta Cirúrgica Brasileira**, [s.l.], v. 26, n. 5, p. 379–382, Sep. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/acb/a/GCdd6tg4QYjFpJGnfNqxT3f/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 18 set. 2023.

ASPECTOS FENOLÓGICOS E FISIOLÓGICOS DA FORMAÇÃO DE GALHAS FOLIARES ESTRELARES EM *Myrciaria floribunda* (MYRTACEAE) NO PARQUE NACIONAL DA RESTINGA DE JURUBATIBA

Data de aceite: 01/04/2024

Luan Gonçalves Castilho

Instituto de Biodiversidade e
Sustentabilidade NUPEM/UFRJ, Macaé, RJ
<http://lattes.cnpq.br/4755285337440199>

Naiara Viana Campos

Instituto de Biodiversidade e
Sustentabilidade NUPEM/UFRJ, Macaé, RJ
<http://lattes.cnpq.br/6170651160514007>

Sabrina Dias de Matos

Universidade Estadual do Norte-
Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos
Goytacazes, RJ
<http://lattes.cnpq.br/5990539099797373>

Tatiana Ungaretti Paleo Konno (*Em memória*)

Instituto de Biodiversidade e
Sustentabilidade NUPEM/UFRJ, Macaé, RJ
<http://lattes.cnpq.br/8152361597030695>

Heitor Monteiro Duarte

Instituto de Biodiversidade e
Sustentabilidade NUPEM/UFRJ, Macaé, RJ
<http://lattes.cnpq.br/3152169551717768>

Ana Cláudia de Macêdo Vieira

Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Faculdade de Farmácia. Rio de Janeiro, RJ
<http://lattes.cnpq.br/1467567199600841>

RESUMO: *Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg (MYRTACEAE) é uma planta de porte arbustivo ou arbóreo, podendo atingir cerca de 2,50 m de altura em ecossistemas de restinga, com ampla distribuição geográfica. É considerada uma espécie super-hospedeira uma vez que foram identificados sete morfotipos de galhas em *M. floribunda*, sendo cinco deles localizados na folha. Dentre os morfotipos foliares destaca-se o estrelar devido a presença de inúmeras expansões foliáceas, o que torna sua morfologia diferenciada. A área de amostragem do presente estudo está localizada dentro do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (Quissamã, RJ). Para acompanhamento fenológico quinze indivíduos foram marcados e observados mensalmente. Amostras foliares com e sem galhas de outros três indivíduos foram coletadas para análises morfométricas e fisiológicas. Foi observado que a indução de novas galhas ocorre de modo concomitante com a emissão de folhas, demonstrando uma sincronia fenológica entre a espécie hospedeira e o indutor. Galhas senescentes foram abundantes no outono e no inverno, coincidindo com o período de abscisão foliar. O índice de infestação foi menor na primavera e aumentou durante a estação

chuvosa. Foram observadas galhas estelares distribuídas em ambas as faces da lâmina foliar, podendo ser vistas até trinta galhas sobre a superfície de uma única folha. A presença de galhas favoreceu a eficiência quântica potencial em folhas expostas ao sol, porém não alterou a tolerância térmica do fotossistema II. O presente estudo evidenciou a sincronia da ação dos galhadores com a fenologia da espécie hospedeira e alterações fisiológicas protetivas nas folhas galhadas de *M. floribunda*.

PALAVRAS-CHAVE: *Myrciaria floribunda*, restinga, biologia de galhas, fenologia, interação inseto-planta.

PHENOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF THE FORMATION OF STAR LEAF GALLS ON MYRCIARIA FLORIBUNDA (MYRTACEAE) IN THE RESTINGA DE JURUBATIBA NATIONAL PARK

ABSTRACT: *Myrciaria floribunda* (H.West ex Willd.) O. Berg (MYRTACEAE) is a shrub or small tree that can reach around 2.50m in height in restinga ecosystems and has a wide geographic distribution. This species is considered a superhost species since seven gall morphotypes have been identified, five of which are located on the leaf. Among the leaf morphotypes, the star morphotype stands out due to the presence of numerous leaf expansions, making its morphology unique. The sampling area of the present study is located within the Restinga de Jurubatiba National Park (Quissamã, RJ). For phenological monitoring, fifteen individuals were marked and observed monthly. Leaf samples with and without galls from three other individuals were collected for morphometric and physiological analyses. It was observed that the induction of new galls occurs concomitantly with the emission of leaves, demonstrating phenological synchrony between the host species and the inducer. Senescent galls were abundant in autumn and winter, coinciding with the leaf abscission period. The infestation rate was lowest in spring and increased during the rainy season. Star galls were observed distributed on both sides of the leaf blade, with up to thirty galls visible on the surface of a single leaf. The presence of galls favored the potential quantum efficiency in leaves exposed to the sun but did not change the thermal tolerance of photosystem II. The present study highlighted the synchrony of the action of gallers with the phenology of the host species and protective physiological changes in the galled leaves of *M. floribunda*.

KEYWORDS: *Myrciaria floribunda*, restinga, gall biology, phenology, insect-plant

INTRODUÇÃO

A formação de galhas pode ocorrer em todos os órgãos de uma planta e, de acordo com Oliveira & Maia (2005), o órgão mais comumente afetado é a folha. Isso se deve tanto pelo fato desse órgão ser um recurso mais abundante, como também renovável (FELT, 1940). A formação de galhas é consequência da ação alimentar, mecânica e fisiológica do indutor (HORI, 1992), e envolve processos de hipertrofia (aumento no tamanho das células), hiperplasia (aumento no número de células) e desdiferenciação celular, dando origem a tecidos especializados (MANI, 1964; ISAIAS, 1998). Ou seja, os indutores podem ser definidos como os agentes responsáveis pelas modificações dos padrões de desenvolvimento dos tecidos da planta hospedeira, alterando também a natureza química e fisiológica das regiões afetadas.

Além das estratégias químicas de defesa, nas relações envolvendo insetos galhadores uma outra estratégia observada está relacionada com os eventos fenológicos, uma vez que muitas espécies de plantas florescem em períodos em que há menos inimigos naturais (DEL-CLARO & TOREZAN-SILINGARDI, 2012). Entretanto, para que ocorra um bom desenvolvimento da espécie indutora, é necessário também que haja uma sincronia entre as fenofases da planta e o ciclo de vida do galhador (YUKAWA, 2000) principalmente entre a fenofase do órgão afetado e a indução da galha. De acordo com Floate *et al.*, (1996) os insetos galhadores são sensíveis a pequenas variações fenológicas nas plantas hospedeiras, sendo capazes de perceber particularidades entre hospedeiras co-ocorrentes na mesma região.

Um exemplo de grupo botânico associado a uma diversa gama de indutores é a família Myrtaceae. Segundo Maia (2013), nas restingas da região sudeste do país, esta família é detentora de 97 morfotipos de galhas, ocorrendo em nove gêneros e 26 espécies. Dentre as espécies de Myrtaceae em restingas, destaca-se *Myrciaria floribunda* H. West ex Willd. O. Berg, uma planta de porte arbustivo ou arbóreo com até 2,5 metros de altura, com folhas elípticas ou lanceoladas, ápice longo-acuminado, base cuneada ou decurrente, cartáceas, discolores, e densamente pontuadas. *Myrciaria floribunda* apresenta uma elevada riqueza de galhas, sendo considerada uma espécie super-hospedeira (MAIA, 2013), e os cecidomiídeos são o principal táxon galhador (MAIA, 2001; MAIA *et al.*, 2008). Dentre os sete morfotipos de galhas já identificados para *M. floribunda*, cinco deles ocorrem na folha (MAIA, 2013). Entre eles, o morfotipo caracterizado como estrelar destaca-se devido à presença de inúmeras expansões foliáceas, o que torna a sua morfologia diferenciada. De acordo com Bregonci *et al.* (2010), há uma guilda associada a esta galha que compreende, além do cecidomiídeo indutor, outras três espécies de artrópodes (Thysanoptera, *Prodecatoma* sp.1 e Formicidae sp.3).

Este trabalho teve como objetivos o estudo da frequência de galhas estrelares em indivíduos de *M. floribunda* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba na região de Quissamã, RJ e a comparação da eficiência fotossintética e da termotolerância de folhas galhadas e folhas não afetadas por esse morfotipo de galha.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada dentro do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PNRJ), no município de Quissamã, na região norte do estado do Rio de Janeiro, nas coordenadas 22° 11' 56" S e 41° 28' 5" O.

ACOMPANHAMENTO FENOLÓGICO E ÍNDICE DE INFESTAÇÃO POR GALHAS ESTRELARES

Foram selecionados 15 indivíduos adultos de *M. floribunda*, caracterizados por atividades reprodutivas e altura maior que 1.0 m (1.1 m – 2.5 m). Os indivíduos apresentavam cerca de 1.0 m de distância entre si e foram identificados através da colocação de placas metálicas. Excursões mensais foram realizadas no período de janeiro a dezembro de 2019 para observação de eventos de emissão de folhas, de flores e frutos, de senescência foliar e ocorrência de galhas. Espécimes testemunhos foram depositados no Herbário da Universidade Federal do Rio de Janeiro (RFA), sob o No. 41429.

Para avaliar o nível de infestação (NI) por galhas foram marcados dois ramos aleatórios, com cerca de 50 cm de comprimento, em cada indivíduo. Foram contabilizados mensalmente o número de folhas galhadas e não galhadas nos ramos. O NI foi calculado a partir da fórmula: $(n^\circ \text{ folhas galhadas} / n^\circ \text{ total de folhas}) \times 100$ (FORMIGA *et al.*, 2010). Além disso, foi avaliado o número total de galhas por ramo.

Os dados analisados foram apresentados considerando o período das estações do ano. Dados meteorológicos da Estação São Tomé, município de Campos de Goytacazes, foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para caracterização das estações. A estação meteorológica dista 97 Km da área de estudo. Foram consideradas as estações do ano para o Hemisfério Sul, com o outono entre março e maio, inverno entre junho e agosto, primavera entre setembro e novembro, e verão entre dezembro e fevereiro.

ANÁLISES MORFOMÉTRICAS DE FOLHAS GALHADAS E NÃO GALHADAS

Três indivíduos adultos de *M. floribunda*, caracterizados por atividades reprodutivas e não marcados para o acompanhamento da ocorrência de galhas, foram selecionados para a coleta de amostras para análises morfométricas e de distribuição das galhas na superfície foliar. Para tanto foram coletadas aleatoriamente dez folhas galhadas (FG) e dez folhas não galhadas (FNG) de cada indivíduo.

As FG e FNG foram mensuradas quanto ao comprimento e largura foliar, com auxílio de régua milimétrica, e foi contabilizado o número de galhas nas face abaxial e adaxial de cada FG. As áreas das superfícies adaxial e abaxial de todas as folhas foram registradas com auxílio de um scanner e calculadas utilizando o software ImageJ (RASBAND, 2024). A densidade média de galhas foi calculada através da razão do número de galhas pela área foliar (cm²).

ANÁLISE DA FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA A E DA TOLERÂNCIA TÉRMICA DO FSII

Para essas análises foram escolhidas folhas completamente expandidas e sem sinais de herbivoria dos mesmos indivíduos utilizados nas análises micromorfométricas (N=3). A eficiência fotossintética foi avaliada em FG e FNG utilizando-se um fluorômetro de modulação de amplitude de pulso portátil, o MINI-PAM (H. Walz, Effeltrich, Germany). Foram avaliadas duas condições de exposição à luz: lado norte (folhas expostas) e lado sul (folhas sombreadas) do arbusto. Os valores da eficiência quântica potencial do FSII (F_v/F_m) foram obtidos em campo, após aclimatação das amostras com utilização de clips foliares próprios para obscurecimento por um período de 30 minutos (Fig. 1). F_v é a fluorescência máxima variável calculada como a diferença entre a fluorescência máxima da clorofila a após pulso de luz saturante na amostra aclimatada ao escuro (F_m) e a fluorescência basal da amostra (F_o). As medições das FG foram comparadas com as medições das FNG coexistentes em um mesmo indivíduo.



Figura 1. Análise da eficiência fotossintética em folhas galhadas e não galhadas de *M. floribunda*. A. Folhas selecionadas para análise. B. Detalhe da aplicação dos clips para aclimação das amostras ao escuro.

Para análise por imagens da eficiência quântica do FSII (Φ_{FSII}) e determinação da tolerância térmica do FSII, foram coletados 5 ramos de FG e FNG de cada indivíduo contendo folhas adultas e expandidas. Os ramos foram mantidos umedecidos em água filtrada e levados para o Laboratório de Botânica do NUPEM/UFRJ onde folhas foram retiradas para ambas as análises.

As imagens da eficiência quântica do FSII (Φ_{FSII}) foram obtidas através de um sistema desenvolvido pelos autores no NUPEM/UFRJ que usa um método de detecção diferencial similar ao utilizado em Duarte e Lüttge (2005, 2007) e descrito em detalhe em Suddati *et al* 2016. Imagens da fluorescência da clorofila *a* foram gravadas e processadas em um computador PC pelo software desenvolvido em linguagem C++. Φ_{FSII} foi determinado pelo método de saturação de pulso de luz (GENTY *et al.*, 1989; SCHREIBER *et al.*, 1994). Inicialmente uma imagem da fluorescência estável (*iF*) sob luz constante (PAR = 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ $\lambda = 470 \text{ nm}$) foi obtida e seguida por uma imagem sob pulso de luz saturante (*iFm*, PAR ~3000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 800ms de duração). *iF* e *iFm* foram corrigidas por um padrão de fluorescência interno em cada imagem (Walz, Germany). Φ_{FSII} foi determinado como $(iF - iFm) / iFm$. O processamento posterior das imagens e uso de escala de cores foi realizado com Software ImageJ (RASBAND, 2024).

Para a determinação da tolerância térmica do FSII, dez folhas galadas e não galadas foram aclimatadas ao escuro por 12 horas em placas de petri com filtro de papel umedecidos, a fim de se reduzir os efeitos fotoinibitórios de campo. Discos com cerca de 1 cm de diâmetro foram retirados das FG e FNG com auxílio de um furador de rolha. Os discos foram colocados entre duas placas de aço inoxidável de 0.5 mm, sendo uma delas com perfurações de aproximadamente 0,9 mm de diâmetro por onde ficaram expostas as faces adaxiais das folhas para o acesso da fibra ótica do Mini-PAM. Entre as placas metálicas foi adicionado um papel filtro umedecido para evitar a dessecação das amostras. As placas contendo as amostras foram colocadas em um saco de polietileno tipo *zip-lock* e após foram submersas banho-maria termostático com circulador (modelo Techne® RB-5A), (NEUNER & PRAMSOHLER, 2006). No escuro, as amostras foram submetidas ao aumento de temperatura em intervalos de dois graus, e mantidas por dois minutos após a estabilização da temperatura em cada etapa, quando então foram feitas as leituras de *Fv/Fm*. O experimento foi encerrado quando os valores de *Fv/Fm* chegaram a zero. Os valores de decaimento de *Fv/Fm* em função da temperatura foram analisados por regressão, onde o modelo logístico permitiu extrair os seguintes pontos críticos: *Tmin* - Temperatura mínima e limiar de sensibilidade térmica, acima da qual começa a desativação dos FSII na amostra; *IT₅₀* – temperatura onde *Fv/Fm* alcançou metade do seu valor inicial; *Tmax* – temperatura onde se observou a máxima ou total desativação do FSII. Detalhes das equações utilizadas estão descritos em Borgo (2022).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A comparação do número de galhas, número de folhas, e do índice de infestação foi realizada através do uso de um modelo linear misto que considerou os indivíduos como um fator aleatório. A normalidade dos dados foi observada a partir dos valores dos resíduos. As médias foram comparadas par a par através do teste *post-hoc* de médias (HSD-Tukey). Os parâmetros da análise da tolerância térmica do FSII e da eficiência fotossintética foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguida por teste *post-hoc* de médias (HSD-Tukey). As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Excel® e da linguagem de programação estatística R 2.115.2 (R CORE TEAM, 2012).

RESULTADOS

Acompanhamento fenológico e nível de infestação por galhas

Durante o período de estudo a precipitação mensal variou de 10 a 120 mm, com chuvas concentradas no final da primavera, verão e no outono (Fig. 2). Os meses com menor pluviosidade foram janeiro, junho e julho. A pluviosidade anual acumulada foi de 752 mm. A temperatura máxima variou de 22.0°C a 27.6°C, com os maiores valores observados entre janeiro e março de 2019.

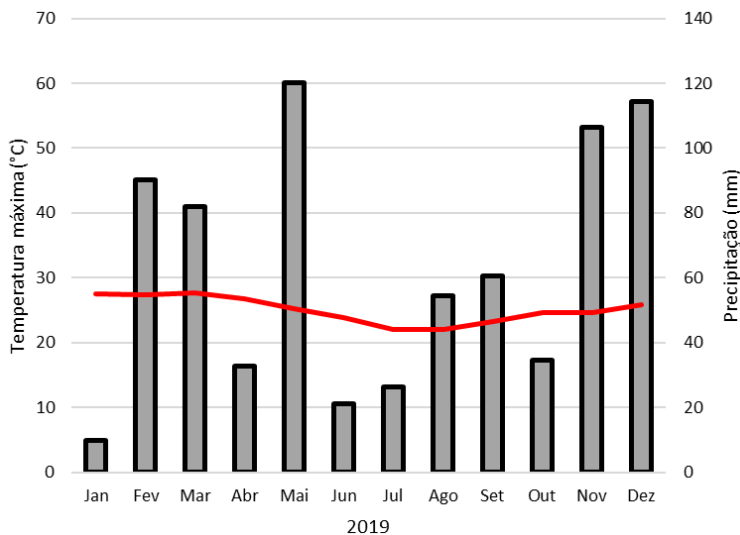


Figura 2. Temperatura máxima anual (linha) e precipitação acumulada mensal (barras) registradas para Campos de Goytacazes de janeiro a dezembro de 2019 (dados do INMET, Rio de Janeiro, Brasil). Os indivíduos de *M. floribunda* apresentaram fenofases bem distintas durante o período de acompanhamento (Fig. 3). Folhas completamente expandidas foram observadas praticamente o ano todo, com poucos indivíduos apresentando semicaducifolia. Durante a primavera e o verão foram observados botões florais e flores nos indivíduos de *M. floribunda* de modo concomitante a emissão de folhas novas (Fig. 3B-C). O período de frutificação observado nesta população foi de agosto a novembro, coincidindo com o período de abscisão foliar. No mês de agosto, cerca de 30% dos indivíduos estavam frutificando e até o final do inverno todos os indivíduos apresentaram frutos maduros. O fruto é carnoso e possui um aroma cítrico (Fig. 3D).

Galhas maduras, abortadas, e em estágio inicial de indução foram observadas ao longo do ano nos diferentes indivíduos. O desenvolvimento da galha estrelar ocorre em paralelo às fenofases da espécie hospedeira (Fig. 3E-G). A fase de indução ocorre concomitantemente ao período de expansão foliar (Fig. 3E). As galhas maduras e senescentes ocorrem ao final do período vegetativo, ficando associadas as folhas maduras e/ou àquelas em processo de abscisão foliar (Fig. 3F-G). Entre os meses de abril a julho, que compreendem o outono e o inverno, observou-se muitas galhas senescentes (Fig. 3G).

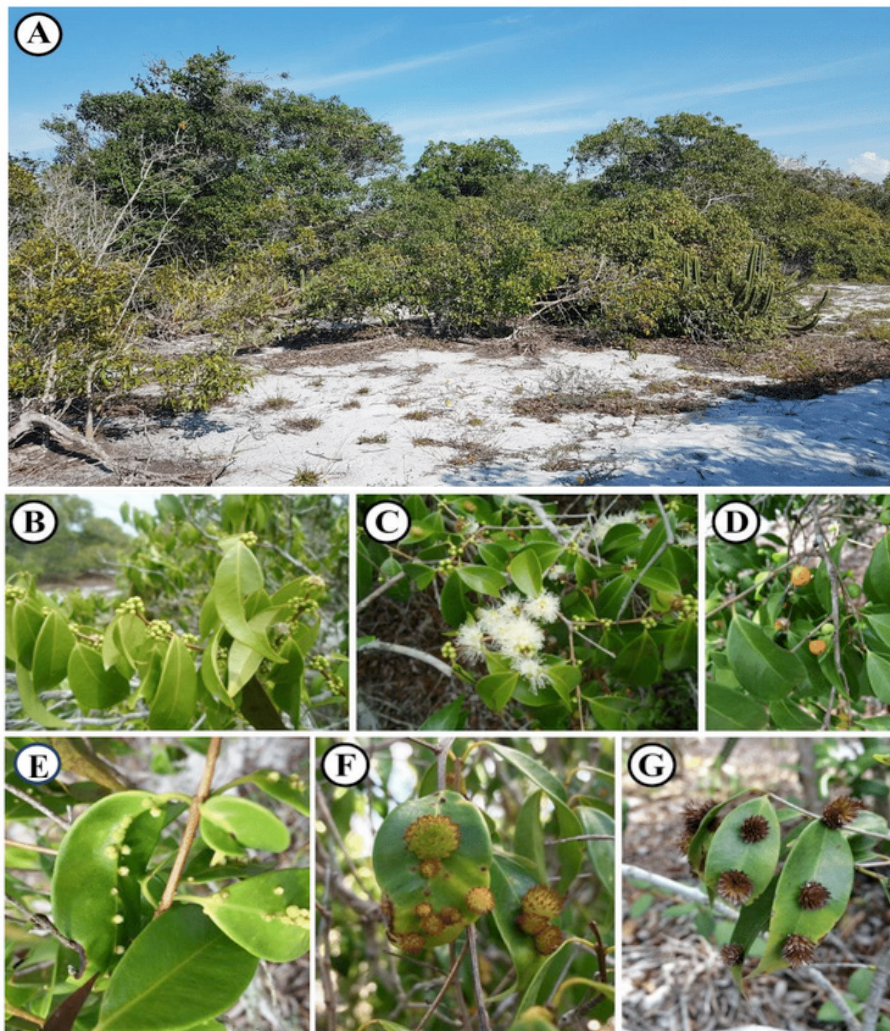


Figura 3. Fenologia da planta e da galha foliar estrelar observada na população de *M. floribunda* (H. West ex Willd) ocorrente no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. A. Aspecto geral da vegetação na área de estudo. B. Botões florais. C. Flores. D. Frutos. E. Galhas estrelares em início de indução. F. Galhas estrelares em estágio maduro. G. Galhas estrelares senescentes.

As galhas jovens apresentam uma coloração verde similar ao órgão hospedeiro (Fig. 3E). No estágio maduro a coloração é amarelo-avermelhada e, à medida que a galha se desenvolve, o ápice das expansões foliáceas fica marrom-avermelhado (Fig. 3F). A galha senescente se torna enegrecida e apresenta aspecto dessecado e pode haver a perda das expansões foliáceas mais internas. O diâmetro da galha aumenta conforme o seu desenvolvimento (Fig. 3 E-G).

O número médio de folhas variou de 156 a 218 e foi significativamente menor no inverno em comparação com o verão (Fig. 4A). O número médio de galhas variou de 1.9-6.7, sendo 37 o número máximo de galhas por ramo (Fig. 4B-C). O número médio de folhas galhadas e o número médio de galhas por ramo foi menor durante a primavera em comparação com as demais estações, as quais não diferiram entre si. O índice de infestação médio variou de 1.2% a 2.8%, tendo alcançado o valor máximo de 17% em um dos indivíduos (Fig. 4D). O índice de infestação foi menor durante a primavera. Não foi observada uma correlação positiva entre o número médio de folhas e o número médio de folhas galhadas ($R_2 < 0.1$).

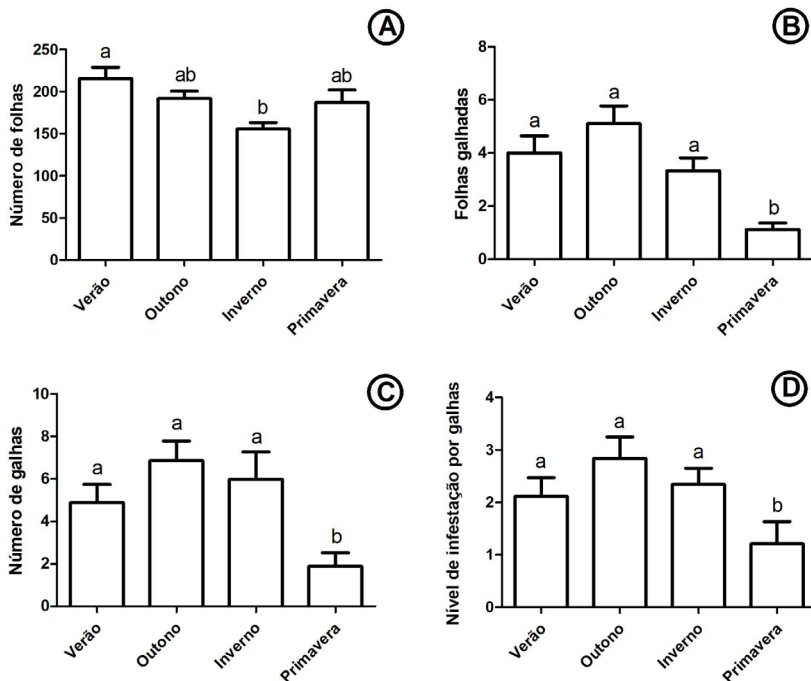


Fig 4. Ocorrência de galhas ao longo de um ano em indivíduos (n=15) de *M. floribunda* (H. West ex Willd) ocorrente no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. A. Número médio de folhas por ramo. B. Número de folhas galhadas por ramo. C. Número médio de galhas por ramo. D. Índice de infestação por galhas. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística ($p < 0.05$, teste Tukey) entre as estações.

Análises morfométricas de folhas galhadas e não galhadas

O comprimento e a largura foliar média de FG foi 6.8 cm e 2.3 cm, respectivamente, enquanto para as FNG foi de 6.5 cm e 2.3 cm (Fig. 5A-B). A área foliar de FG e FNG foi de 10.9 cm e 9.7 cm, respectivamente (Fig. 5C). Entretanto, FG e FNG não diferiram significativamente quanto aos parâmetros de largura, comprimento e área foliar. O número médio de galhas foi maior para a face adaxial do que para a face abaxial (Fig. 5D).

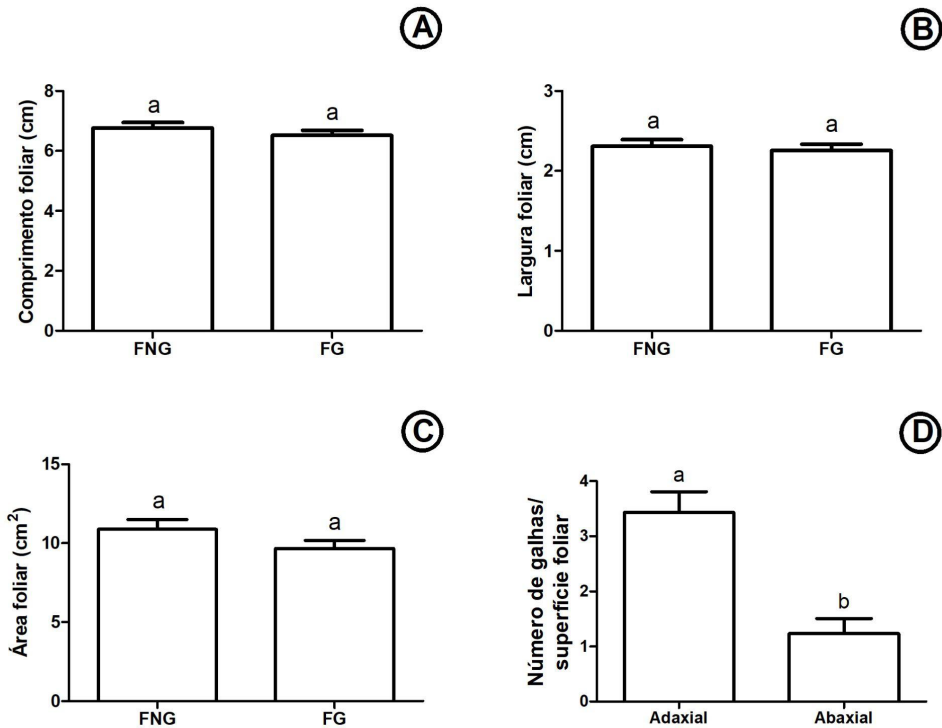


Fig 5. Morfometria de folhas galhadas (FG) e não galhadas (FNG) de indivíduos (n=15) de *M. floribunda* (H. West ex Willd) ocorrente no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. A. Comprimento foliar médio. B. Largura foliar média. C. Área foliar média. D. Número médio de galhas nas superfícies adaxial e abaxial das folhas galhadas. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística ($p < 0.05$, teste Tukey) entre as médias.

Análise da Fluorescência da Clorofila *a*: *Fv/Fm*, *Imagens e Tolerância térmica do FSII*

Valores de *Fv/Fm* obtidos por aclimação de 30 minutos foram abaixo do valor ótimo de 0.84 indicando leve fotoinibição nos indivíduos de *M. floribunda* mensurados, independente do grau de exposição a luz. Porém, FNG apresentaram menores valores de *Fv/Fm* do que FG unicamente na condição de exposição completa à luz solar, não ocorrendo em ambiente sombreado. (Tab. 1).

		Fv/Fm Grau de exposição	
Presença de galhas		Expostas	Sombreadas
FG		0,74 ± 0,03 ^{aA}	0,75 ± 0,05 ^{aA}
FNG		0,65 ± 0,06 ^{bB}	0,75 ± 0,03 ^{aA}
Efeitos ANOVA	<i>g.l.</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Presença de galhas	1	4,472	0,0487
Exposição	1	9,536	0,0063
Interação	1	6,244	0,0223

Tabela 5. Efeito do grau de exposição à luz e da presença de galhas na eficiência quântica potencial do FSII (Fv/Fm) em folhas de *M. floribunda*. Letras maiúsculas representam diferenças significativas entre folhas galhadas (FG) e não galhadas (FNG), enquanto letras minúsculas entre folhas expostas e sombreadas (Tukey - HSD). Efeitos ANOVA significativos estão em negrito. g.l = graus de liberdade, F = valor da análise de variância e p = valor de significância (p<0,05),

A presença de heterogeneidade espacial fotossintética foi evidente em folhas de *M. floribunda* tanto em FG como em FNG como revelado por imagens de Φ_{PSII} (Fig. 6). Porém, o tecido foliáceo das galhas apresentou eficiência quântica claramente menor que os tecidos adjacentes normais. Curiosamente, a presença de um halo de maior Φ_{PSII} ao redor das galhas ficou evidente nas imagens (Fig. 6c, d), mesmo quando a porção foliar onde a galha se insere apresentou menor Φ_{PSII} em relação a outras porções da mesma folha (Fig. 6 d, *).

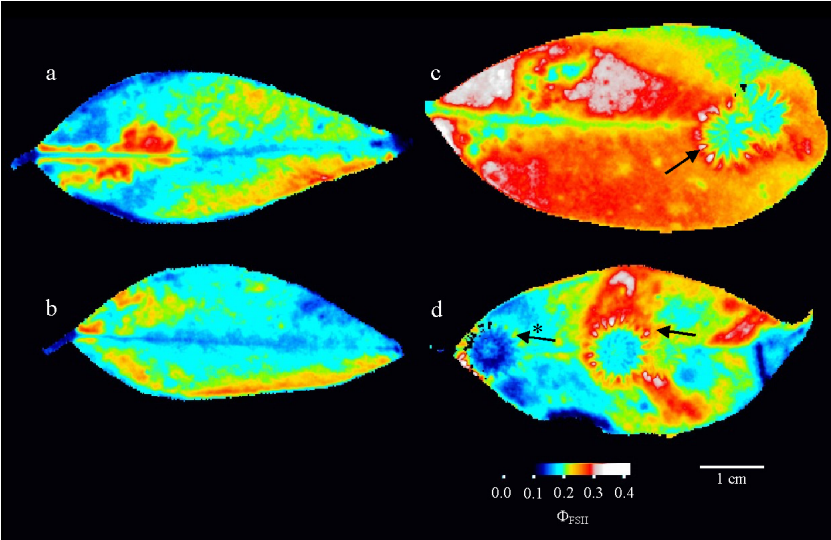


Figura 6. Imagens de Φ_{PSII} em folhas não galhadas (a, b) e galhadas (c, d) de *M. floribunda*. Escala de cores foi usada para contrastar as diferenças espaciais de valores Φ_{PSII} 0.1 e 0.35. Setas indicam tecido adjacente às galhas apresentando maiores valores de Φ_{PSII} . * indica a região onde o patamar de Φ_{PSII} é mais baixo, mas ainda assim o halo em torno da galha é mais alto.

O ensaio de tolerância térmica do FSII evidenciou que a presença de galhas não alterou significativamente os pontos críticos obtidos pela análise de *Fv/Fm* em função do gradiente de temperatura. Em média, atividade do FSII em folhas de *M. floribunda* começou cair a partir dos 46,5 °C (*Tmin*), chegou a 50% aos 49.6 °C (*IT₅₀*) e foi totalmente inibida aos 52.7 °C (*Tmax*) (Tab. 6).

	<i>Tmin</i> (°C)	<i>IT₅₀</i> (°C)	<i>Tmax</i> (°C)
FG	46,9 ± 0,8	50,1 ± 0,5	53,2 ± 0,9
FNG	46,2 ± 1,8	49,2 ± 1,3	52,2 ± 1,3
Média	46.5	49.6	52.7

Tabela 6. Caracterização da tolerância térmica do FSII através de pontos críticos da obtidos em regressões de *Fv/Fm* em função da temperatura em folhas galhadas (FG) e folhas não galhadas (FNG) de *M. floribunda*. Diferenças significativas não foram observadas (teste-*t* de Studdent).

DISCUSSÃO

A população estudada de *Myrciaria floribunda* ocorre numa área de restinga do PARNA Jurubatiba pouco afetada pela ação antrópica, sem edificações próximas ou estradas asfaltadas para fluxo contínuo de veículos. Os indivíduos observados ocorrem isolados ou em fímbrias de formações de moitas. Durante as observações de campo, além do morfotipo estrelar, foram encontrados outros dois morfotipos de galhas, e insetos minadores nas folhas de *M. floribunda*. Essa observação reforça a ideia de que *esta* é uma espécie super-hospedeira, como proposto por MAIA (2013).

O morfotipo estrelar é caracterizado pela presença de inúmeras expansões foliáceas, as quais fornecem proteção ao agente indutor. De acordo com Silva e Silva 2014, o revestimento externo da galha por expansões foliáceas (“emergências”), além de oferecer proteção mecânica contra o ataque de predadores pode favorecer a manutenção da temperatura e umidade em seu interior, fatores fundamentais para o estabelecimento e desenvolvimento do galhador. A coloração da galha estelar varia de acordo com o seu desenvolvimento, sendo inicialmente verde e com o tempo adquire cor amarela avermelhada, sendo coincidente com os padrões fenológicos da folha. Padrões similares foram descritos por Bregonci *et al.*, 2010 e Silva & Silva 2014.

Todos os indivíduos de *M. floribunda* que apresentavam a fenofase de brotação, também apresentavam indução de galhas, demonstrando a sincronia entre os dois eventos. De acordo com Rohfritsch & Anthony (1992) e Gonçalves *et al.* (2005) na grande maioria das interações envolvendo organismos galhadores e plantas hospedeiras o período de emissão de folhas novas coincide com a época preferencial de indução das galhas. Se para a espécie hospedeira a sincronização fenológica com o indutor pode proporcionar danos ao seu desenvolvimento, essa sincronia fenológica é de extrema importância para o estabelecimento e desenvolvimento da espécie indutora, uma vez que o galhador irá se

beneficiar da disponibilidade de tecidos jovens e mais ativos, o que poderá lhe conferir um maior sucesso reprodutivo e baixas taxas de mortalidade (REHILL & SCHULTZ, 2002). Esses tecidos novos, além de possuírem uma alta qualidade e quantidade de recursos nutritivos (YUKAWA, 2000) apresentam uma boa capacidade de atuar como drenos fisiológicos (TAIZ & ZEIGER, 2004), conferindo à galha a capacidade de atuar como um dreno adicional de fotoassimilados.

Outro fato observado foram os baixos níveis de infestação, que de acordo com Pilson (2000), poderia estar relacionado às variações temporais na fenologia da espécie hospedeira. Embora tenha sido observada sincronia fenológica entre a indução das galhas e a emissão de folhas novas nos indivíduos, a brotação apresentou-se assíncrona na população estudada. Os indivíduos que apresentavam emissão de folhas novas em seguida apresentavam galhas em início de desenvolvimento. Aqueles indivíduos que ainda não emitiam folhas novas não apresentavam a formação de galhas ou apresentavam galhas senescentes. A média máxima encontrada para os níveis de infestação em *M. floribunda* foi de 2,8% no outono, sendo este valor considerado muito baixo. Em um trabalho realizado por Barbosa *et al.* (2004) em uma área de plantio da espécie *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh foi observado níveis de infestação de galhas de 94% durante o período de janeiro e fevereiro em ramos de indivíduos adultos. Estes mesmos autores mencionam que a população de *M. dubia* era homogênea quanto ao tamanho e número de ramos, padrão que não foi observado nos indivíduos do presente estudo. Durante as excursões a campo, foi observada a presença de um indivíduo bem desenvolvido (2,50 m de altura) com folhas galhadas de forma massiva, enquanto outros indivíduos apresentavam poucos ramos afetados por galhas.

Durante o período que corresponde a primavera e o verão, foram observados botões florais na espécie em estudo, entretanto, somente em uma excursão a campo foi observada a presença de flores em antese. Essa observação foi feita no mês de março, que coincide com o final do verão e presença de chuvas marcantes. De acordo com Lughadha & Proença (1996) a grande maioria das espécies de Myrtaceae florescem na transição entre as estações seca e úmida. O padrão de floração de *Myrciaria floribunda* é considerado por Gentry (1974) como do tipo “big bang”, pois os eventos de floração são episódicos e massivos, durando apenas poucos dias.

As galhas estelares de *M. floribunda* são encontradas em todas as regiões da lâmina foliar e em ambas as faces da folha. Sobre a superfície de uma mesma folha podem ser desenvolvidas inúmeras galhas. Embora o sítio preferencial para a indução de galhas seja sobre a nervura mediana, estas não se restringem somente a esse local, podendo ser observadas na região intercostal e na região de bordo foliar. No trabalho realizado por Silva & Silva (2014) foram observadas galhas estelares somente na face adaxial e sempre sobre a nervura mediana.

As galhas podem influenciar não apenas a produção de compostos primários e secundários, mas o perfil fisiológico da planta hospedeira como um todo (DORCHIN *et al.*, 2006). De acordo com Oliveira *et al.*, (2006) o redirecionamento de fotoassimilados para a região da câmara larval está relacionado com a estratégia de nutrição do indutor e do desenvolvimento da galha de forma a garantir o suprimento de fotoassimilados para os tecidos primordiais para a alimentação e desenvolvimento da espécie indutora. Curiosamente, a despeito da leve fotoinibição observada em todas as amostras em campo, nossos resultados mostram que os tecidos fotossintéticos normais de folhas com galhas se mostraram menos sujeitos a fotoinibição quando em maior exposição à luz (maiores valores de F_v/F_m) do que em folhas sem galhas. Além disso, foi possível identificar um halo de maior eficiência quântica efetiva do FSII ao redor das galhas. Esses resultados sugerem que além de maior fotoproteção, o tecido ao redor da galha também apresenta maior capacidade de conversão da luz em trabalho fotoquímico, sugerindo maior produção de assimilados nesses locais. Lüttge *et al.* (2007), reportou que folhas galhadas de *Clusia aemygdioi*, observadas também com um sistema de imagens da fluorescência da clorofila, apresentaram eficiência quântica do FSII maior no anel de tecido ao redor da galha do que no tecido foliar adjacente ou nos tecidos da galha em si.

Trabalhos realizados por Aldea *et al.* (2006) e Araújo (2009) mostraram uma baixa atividade fotossintética em tecidos diretamente afetados por galhas quando comparados aos tecidos não afetados. Similarmente, nesse trabalho observamos que embora os tecidos foliáceos das galhas apresentem capacidade fotoquímica esta foi sempre menor que os tecidos adjacentes. A menor eficiência fotossintética observada para as galhas estrelares pode ser justificada pela ausência de estômatos nas expansões foliáceas (dados não apresentados), o que torna as trocas gasosas menos eficientes.

Por outro lado, levando-se em consideração o conjunto e a área ocupada pelas expansões foliares da galha, as quais apresentam tecidos clorofilados, sugere que a alta densidade delas pode promover um aumento compensatório na eficiência fotossintética observado através dos valores de F_v/F_m . Embora a galha estrelar de *M. floribunda* seja fotossinteticamente ativa, ela depende de água e sais provenientes de fontes próximas do local de seu desenvolvimento, sugerindo então que ela possa atuar como fonte e dreno de seus próprios recursos.

O fato de que a tolerância térmica do FSII tenha se mantido constante entre as folhas sugere que o efeito da galha no sistema fotossintético dos tecidos adjacentes não atinge a estrutura deste supercomplexo proteico. Nesse contexto a fotoproteção observada em alta exposição a luz pode advir pela manutenção da cadeia transportadora de elétrons, provavelmente mais ativa pela demanda metabólica dos tecidos da galha, ou através de processos regulatórios no FSII, como a dissipação não fotoquímica da radiação luminosa absorvida pelos fotossistemas que envolve a o ciclo das xantofilas (ADAMS *et al.*, 2014).

Embora o resultado da análise de termotolerância não tenha revelado diferenças significativas entre folhas galhadas e não galhadas, eles são inéditos e mostram o padrão de termotolerância para a espécie *M. floribunda* ocorrente no PARNA Jurubatiba.

Apoio: Este trabalho foi financiado pela FAPERJ.

REFERÊNCIAS

- ALDEA, M.; HAMILTON, J.; RESTI, J.; ZANGERL, A.R.; BERENBAUM, M.R.; FRANK, T.D.; DELUCIA, E.H. 2006. Comparison of photosynthetic damage from arthropod herbivory and pathogen infection in understory hardwood saplings. *Oecologia* 149:221-232.
- ARAUJO, G.F.C. 2009. Reações estruturais, histoquímicas e fotossintéticas de *Guapira opposita* (Vell.) Reitz (Nyctaginaceae) à Cecidomyiidae galhadores. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.
- BARBOSA, M.L.L.; ACIOLI, A.N.S.; OLIVEIRA, A.N.; SILVA, N.M. CANTO, S.L.O. 2004. Ocorrência de *Tuthillia cognata* Hodkinson, Brown & Burckhardt, 1986 (Hemiptera: Homoptera, Psyllidae) em plantios experimentais de camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh em Manaus (Amazonas, Brasil). *Acta Amazônica*. v. 34, n. 1, p. 115-119.
- BORGIO, M.L. 2022. Tolerância Térmica da Fotossíntese em Macroalgas da Região Norte Fluminense. Dissertação (Mestrado em CIÊNCIAS AMBIENTAIS E CONSERVAÇÃO) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
- BREGONCI, J. M.; POLYCARPO, P. V.; MAIA, V. C. 2010. Insect galls of the Parque Estadual Paulo César Vinha (Guarapari, ES, Brazil). *Biota Neotropica*, v. 10, n. 1, p. 265-274.
- DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M. 2012. Ecologia das interações plantas-animais: Uma abordagem ecológico-evolutiva. Technical Books Editora.
- DEMMIG-ADAMS, B.; GARAB, G.; ADAMS, W.; GOFINDJEE (eds.) 2014. Non-Photochemical Quenching and Energy Dissipation in Plants, Algae and Cyanobacteria. *Advances in Photosynthesis and Respiration*, 40. Springer Science+Business Media Dordrecht.
- DORCHIN, N.; CRAMER, M.D.; HOFFMANN, J.H. 2006. Photosynthesis and sink activity of wasp-induced Sgalls in *Acacia pycnantha*. (Author abstract). *Ecology*. v. 87, n. 7, p.1781(11). enfoque químico-biológico. *Ed. UFRJ*, Rio de Janeiro. 268p.
- DUARTE, H.M., JAKOVLJEVIC, I., KAISER, F., LÜTTGE, U., 2005. Lateral diffusion of CO₂ in leaves of the crassulacean acid metabolism plant *Kalanchoë daigremontiana* Hamet et Perrier. *Planta* 220: 809-816.
- DUARTE, H.M., LÜTTGE, U., 2007. Correlation between photorespiration, CO₂-assimilation and spatiotemporal dynamics of photosynthesis in leaves of the C3-photosynthesis/crassulacean acid metabolism-intermediate species *Clusia minor* L. (Clusiaceae). *Trees* 21, 531-540.
- FELT, E.P, 1940. Plant galls and gall makers. Ithaca, 364p.
- FLOATE, K.D, FERNANDES G.W; NILSON J. 1996. Distinguishing intrapopulacional categories of plants by their insect faunas: galls on rabbitbrush. *Oecologia* 105:221-229.

FORMIGA, A.T.; GONÇALVES, S.J.M.R.; SOARES, G.L.G.; ISAIAS, R.S.S. 2009. Relações entre o teor de fenóis totais e o ciclo das galhas de Cecidomyiidae em *Aspidosperma spruceanum* Mull Arg. (Apocynaceae). *Acta Botanica Brasilica*, 23: 93-99

GENTRY, A.H. 1974. Flowering phenology and diversity intropical Bignoniaceae. *Biotropica* 6(1): 64-68.

GENTY, B.; BRIANTAIS, J.M.; BAKER, N.R.; 1989. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochim. Biophys. Acta* 990, 87-92.

GONÇALVES, S.J. M.R; ISAIAS, R.M.S; VALE, F.H.A; FERNANDES, G.W. 2005. Sexual dimorphism of *Pseudotectococcus rollinae* Hodgson & Gonçalves 2004 (Hemiptera Coccoidea Eriococcidae) influences gall morphology on *Rollinia laurifolia* Schltdl.(Annonaceae). *Tropical Zoology*, v. 18, n. 2, p. 161-169.

HARTLEY, S.E. 1998. The chemical composition of plant galls: are levels of nutrients and secondary compounds controlled by the gall-former? *Oecologia* 113:492-50.

HORI, K. 1992. Insect secretions and their effect on plant growth, with special reference to hemipterans. In: Shorthouse, J.D. e Rohfritsch, O. (Eds.). *Biology of insect-induced galls*. Oxford University Press, New York, pp. 157-170.

ISAIAS, R.M.S. 1998. Galhas entomógenas em *Machaerium* (Leguminosae Papilionideae): Anatomia e Histoquímica. 220f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

LUGHADHA, E.N; PROENÇA, C. 1996. A survey of the reproductive biology of the Myrtoideae (Myrtaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 83: 480-503.

LÜTTGE, U. (Ed.) 2007. *Clusia*. A Woody Neotropical Genus of Remarkable Plasticity and Diversity. *Ecological Studies*, Vol. 194. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

MAIA, V.C., 2001. The gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) from three restingas of Rio de Janeiro State, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18: 583:629.

MAIA, V.C. 2013. Galhas de insetos em restingas da região sudeste do Brasil com novos registros. *Biota Neotropica*, v. 13, n. 1.

MAIA, V.C.; MAGENTA, M.A.; MARTINS, S.E. 2008. Ocorrência e caracterização de galhas de insetos em áreas de restinga de Bertioga (São Paulo, Brasil). *Biota Neotrop.* 8: 167-197.

MANI, M.S. 1964. *Ecology of plant galls*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.

NEUNER, G.; PRAMSOHLER, M. 2006. Freezing and high temperature thresholds of photosystem 2 compared to ice nucleation, frost and heat damage in evergreen subalpine plants. *Physiologia Plantarum*, v. 126, n. 2, p. 196-204.

OLIVEIRA, D.C.; CHRISTIANO, J.C.S.; SOARES, G.L.S.; ISAIAS, R.M.S. 2006. Reações de defesas químicas e estruturais de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hass. (Fabaceae) à ação do galhador *Euphalerus ostreoides* Crawf. (Hemiptera, Psyllidae). *Revista Brasileira de Botânica* 29(4):657-667.

OLIVEIRA, J.C.; MAIA, V.C. 2005. Ocorrência e caracterização de galhas de insetos na Restinga de Grumari (Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro. v. 63, n. 4, p. 669-675.

PILSON, D. 2000. Herbivory and natural selection on flowering phenology in wild sunflower, *Helianthus annuus*. Oecologia 122:72-82.

RASBAND, W.S. ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <https://imagej.net/ij/>, 1997-2024.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

REHILL, B.;SCHULTZ, J. 2002. Opposing survivorship and fecundity effects of host phenology on the gall-forming aphid *Hormaphis hamamelidis*. Ecological Entomology 27:475-483.

ROHFRITSCH, O.; ANTHONY, M. 1992. Strategies on gall induction by two groups of homopterans. 102-117. In: Shorthouse JD & Rohfritsch O. Biology of insect induced galls. Oxford University, Oxford.

SCHREIBER, U.; BILGER, W.; NEUBAUER, C. 1994. Chlorophyll fluorescence as a non-intrusive indicator for rapid assessment of in vivo photosynthesis. In: SCHULZE, E.D., CALDWELL, M.M. (Eds.), Ecophysiology of Photosynthesis, Ecological Studies, vol. 100. Springer, Berlin, pp. 49-70

SIEBKE, K., WEIS, E., 1995a. Assimilation images of leaves of *Glechoma hederacea*: analysis of non-synchronous stomata related oscillations. Planta 196: 155-165.

SILVA, L.T.P.; SILVA, A.G. 2014. Reações morfoanatômicas em folhas de *Myrciaria floribunda* (Myrtaceae) sob a influência de galhas. Natureza on line 12 (1): 41-44.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2004. Fisiologia Vegetal. Ed. Artmed.

YUKAWA, J. 2000. Synchronization of gallers with host plant phenology. Population Ecology 42: 105-113.

ANTIFUNGIGRAMA APRESENTA INDÍCIOS DE FUNGOS COM RESISTÊNCIA EM AMOSTRAS COLETADAS NOS ESPAÇOS PÚBLICOS E ABERTOS DA CIDADE DE TAUÁ (CEARÁ)

Data de aceite: 01/04/2024

Silvio César Gomes de Lima

Docente/Pesquisador - CECITEC

Franciso Herbert Carlos Teixeira

Valéria Silva Lopes

Discente do Curso de Ciências Biológicas
– CECITEC

RESUMO: Ao longo dos anos, tem se notado o surgimento de microrganismos resistentes aos antimicrobianos tradicionais disponíveis no mercado. O uso excessivo e inadequado de antibióticos contribuiu para o aumento da resistência microbiana. A resistência aos antibióticos é inevitável e irreversível, uma consequência natural da adaptação microbiana a exposição aos antibióticos. Portanto o objetivo do presente trabalho foi demonstrar que o protocolo do antifungigrama, delineado pela equipe do projeto IC/UECE do CECITEC, evidencia indícios de resistência microbiana fúngica frente aos principais fármacos comercialmente disponíveis nas farmácias da cidade de Tauá. O procedimento metodológico adotado no presente projeto teve como início a coleta de amostras em espaços públicos da cidade de Tauá

(Figuras 1 e 2) entre 08:00 e 10:00. A coleta foi realizada por meio de swab estéreis. Em seguida, as amostras foram levadas para o Laboratório de Ensino do Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas do CECITEC em microtubos estéreis. As amostras foram plaqueadas em dois meios de cultura distintos: 1) Agar MacConkey Agar + Blood Ágar Base e, 2) Rappaport Vassiliadis + Potato Glucose. O Meio Ágar MacConkey é um meio seletivo usado para o isolamento e identificação de Enterobacteriaceae em fezes, urina, esgoto e alimentos. Blood Agar Base também é um meio de uso geral que pode ser usado sozinho ou com a adição de substâncias como sangue e soro para desenvolver microrganismos irritadiços (agressivos). Portanto, nas 8 amostras que foram objeto do procedimento metodológico do antifungigrama percebe-se claramente que a inibição causada pelo fármaco usado no disco é acentuadamente incipiente. Demonstrando de forma preliminar que existe uma forma de resistência à droga usada. No entanto, como o trabalho está em andamento, torna-se necessários ajustes e a construção de gráficos e tabelas que possam evidenciar ou não a resistência de forma mais enfática. É evidente que o

delineamento usado no presente projeto já apresenta resultados iniciais que são preliminares, mas promissores. Como o projeto está ora em andamento, os ajustes necessários à consolidação da pesquisa, notadamente estatísticos e matemáticos, serão realizados.

PALAVRAS-CHAVE: Antibióticos, Arneiroz, CECITEC.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, tem se notado o surgimento de microrganismos resistentes aos antimicrobianos tradicionais disponíveis no mercado. O uso excessivo e inadequado de antibióticos contribuiu para o aumento da resistência microbiana (FREITAS *et al.*, 2002). A resistência aos antibióticos é inevitável e irreversível, uma consequência natural da adaptação microbiana a exposição aos antibióticos (SANTOS, 2004).

Nos anos que antecederam a produção massiva dos antibióticos, as doenças infecciosas apavoravam as gerações. Nessa época, era comum o óbito de pacientes com infecções bacterianas sem tratamento. A partir da década de 1960, muitas dessas doenças foram controladas e o risco de morte por causa delas diminuiu drasticamente. Entretanto, com a produção de antibióticos em escala industrial, surgiu um novo problema: os microrganismos “desenvolveram” resistência a medicamentos até então eficazes (HOGG, 2004; GUILFOILE, 2007; SUMMERS, 2008).

A aquisição de resistência aos antimicrobianos trata-se de um processo evolutivo, relacionado com modificação ou aquisição de gene contidos nos microrganismos, que codificam diferentes mecanismos bioquímicos que impedem à ação das drogas, estes mecanismos de ação podem ser a inibição da síntese proteica, a interferência na síntese da parede celular, a destruição da estrutura da membrana celular, a redução da permeabilidade ao agente antimicrobiano e a intervenção na síntese de ácido nucléico (TENOVER, 2006).

Em razão do aumento da resistência bacteriana às múltiplas drogas antimicrobianas surgiu a preocupação e a procura de novas alternativas terapêuticas, com as plantas denominadas medicinais representando uma importante fonte para obtenção destes possíveis medicamentos. Pesquisas sobre atividade antimicrobiana de extratos vegetais, como os óleos essenciais e seus componentes, têm se centralizado no campo da medicina e terapêutica, mais especificamente, óleos essenciais aromáticos, que tem apresentado bons efeitos contra bactérias, leveduras, fungos filamentosos e vírus (REICHLING *et al.*, 2005).

Em meio a esse contexto de resistência microbiana e a busca por novos compostos, naturais ou não, com atividade antimicrobiana, os casos de infecções hospitalares vêm se exacerbando nos últimos anos. Os ambientes hospitalares são considerados como fortalezas para os microrganismos, pois estes locais abrigam uma enorme variedade de bactérias, fungos, protozoários e vírus que representam os principais grupos de microrganismos existentes. Diante deste fato é possível considerar que a hospitalização de pacientes por um longo período pode desencadear maiores problemas de saúde a esses indivíduos, já que

os ambientes hospitalares constituem um local extraordinário para obtenção de infecções (SILIPRANDI, 2013; REIS; SANTOS, 2016). Portanto o objetivo do presente trabalho foi demonstrar que o protocolo do antifungigrama, delineado pela equipe do projeto IC/UECE do CECITEC, evidencia indícios de resistência microbiana fúngica frente aos principais fármacos comercialmente disponíveis nas farmácias da cidade de Tauá.

METODOLOGIA

O procedimento metodológico adotado no presente projeto teve como início a coleta de amostras em espaços públicos da cidade de Tauá (Figuras 1 e 2) entre 08:00 e 10:00. A coleta foi realizada por meio de swab estéreis. Em seguida, as amostras foram levadas para o Laboratório de Ensino do Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas do CECITEC em microtubos estéreis. As amostras foram plaqueadas em dois meios de cultura distintos: 1) Agar MacConkey Agar + Blood Ágar Base e, 2) Rappaport Vassiliadis + Potato Glucose. O Meio Ágar MacConkey é um meio seletivo usado para o isolamento e identificação de Enterobacteriaceae em fezes, urina, esgoto e alimentos. Blood Agar Base também é um meio de uso geral que pode ser usado sozinho ou com a adição de substâncias como sangue e soro para desenvolver microrganismos irritadiços (agressivos).

Posteriormente, foram adicionados os discos comerciais para a realização do antifungigrama. Os procedimentos nessa etapa do experimento foram realizados em condições assépticas em câmara de fluxo laminar nas dependências do LACEN/Tauá (Figura 1).

Todos os materiais utilizados na preparação dos procedimentos metodológicos de coleta assim como os meios de cultura (Incluindo microtubos, placas de Petri) foram previamente autoclavados no Laboratório Central da cidade de Tauá (LACEN/Tauá).

RESULTADOS & DISCUSSÃO

Os experimentos realizados conjuntamente no laboratório de Ensino do Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas do CECITEC e no Laboratório Central da cidade de Tauá (LACEN/Tauá) (Figuras 1 e 2) demonstram que as amostras coletadas em diversos espaços públicos da cidade de Tauá (Banco de praças, equipamentos de atividade física) apresentam microrganismos, notadamente fúngicos, que já demonstram algum tipo de resistência frente aos fármacos que são usualmente prescritos pelos profissionais médicos contra ocorrências de fungos.

Os resultados evidenciados no presente trabalho demonstram que a readequação realizada no projeto no sentido de focar os trabalhos experimentais no crescimento dos fungos, assim como o protocolo do antifungigrama (Quadro 1; Figura 1) estão se mostrando satisfatórios.



Figura 1 – Laboratório de Ensino do Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas do CECITEC.



Figura 2 – Experimentos sendo realizados na Câmara de Fluxo Lâminar (Cabine de Segurança) nas dependências do LACEN/Tauá.

ANTIFUNGICOS	UTILIDADE
Cimecort	É um medicamento para ser aplicado na pele, combate infecções bacterianas e micoses, acompanhadas de inflamação.
Nitrato de miconazol	É um antifúngico que age inibindo o crescimento de fungos, especialmente da espécie <i>Candida</i> , que podem causar micose na pele, unhas, virilha, ou mucosas como boca, garganta ou órgãos genitais, e por isso é indicado para o tratamento da candidíase oral ou genital, ou micose de pele, por exemplo.
Clotrimazol	É indicado para o tratamento de infecções fúngicas da pele, causadas por dermatófitos, leveduras e outros microrganismos, como <i>Malassezia furfur</i> ; e infecções da pele causadas por <i>Corynebacterium minutissimum</i> .

QUADRO 1. Relação dos antifungos utilizados no antifungograma.

Fonte: Elaborada pelos autores

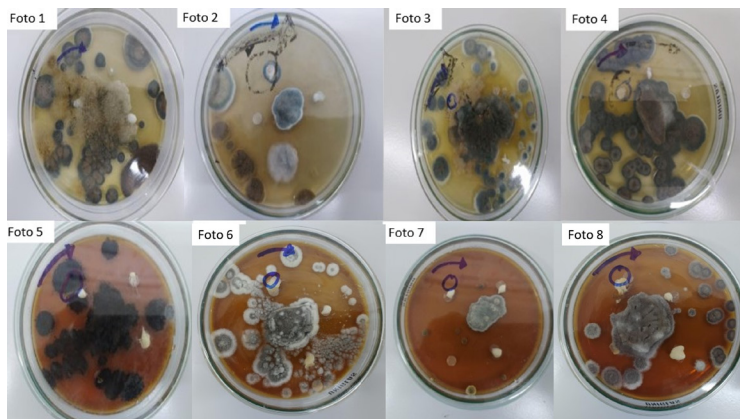


Figura 3 – Placas de Petri usadas no experimento do antifungigrama.

Portanto, nas 8 amostras que foram objeto do procedimento metodológico do antifungigrama percebe-se claramente que a inibição causada pelo fármaco usado no disco é acentadamente incipiente. Demonstrando de forma preliminar que existe uma forma de resistência à droga usada. No entanto, como o trabalho está em andamento, torna-se necessários ajustes e a construção de gráficos e tabelas que possam evidenciar ou não a resistência de forma mais enfática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente que o delineamento usado no presente projeto já apresenta resultados iniciais que são preliminares, mas promissores. Como o projeto está ora em andamento, os ajustes necessários à consolidação da pesquisa, notadamente estatísticos e matemáticos, serão realizados. E, ressaltando, que embora o CECITEC disponibilize um curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas sempre enfatizamos que a pesquisa e o ensino caminham lado a lado. Nas aulas de Microbiologia e Biologia Evolutiva é ensinado que os microrganismos evoluem de forma rápida e constante. Embora somente um pequeno percentual dos microrganismos sejam patogênicos para animais e humanos, esse pequeno percentual representa um perigo para animais e humanos. E como parte do processo de ensino e aprendizagem, novos experimentos devem ser repensados e refeitos. É assim que ensinamos e aprendemos a práxis da Ciência.

REFERÊNCIAS

RIBEIRO, M.C. e SOARES, M.M.S.R. **Microbiologia prática: roteiro e manual**. São Paulo: Atheneu, 2000.

SANTOS, N. Q. **A resistência bacteriana no contexto da infecção hospitalar**. *Texto contexto - enferm.*, 2004, vol.13, no.spe, p.64-70. ISSN 0104-0707.

WANDERLEY, L.R.; SANTOS, A.L.A.; SILVA FILHO, A.V.; CORDEIRO, L.N.; SOUZA, L.B.S.; SANTANA, W.J.; COUTINHO, H.D.M. **Resistência de *Pseudomonas aeruginosa* e outras bactérias Gram-negativas a drogas antimicrobianas**. Unimar Ciências. v.12 p.33-40, 2003.

AÇÃO DO EXTRATO AQUOSO DE PRÓPOLIS NA CICATRIZAÇÃO POR SEGUNDA INTENÇÃO DE FERIDAS CUTÂNEAS DE RATOS WISTAR

Data de aceite: 01/04/2024

Leonardo Melo

Centro Universitário “Barão de Mauá”
Curso de Ciências Biológicas
Ribeirão Preto

Letícia Manella

Lorena Rossin Taverna

Centro Universitário “Barão de Mauá”
Curso de Ciências Biológicas
Ribeirão Preto

Rafael Cantador

Centro Universitário “Barão de Mauá”
Curso de Ciências Biológicas
Ribeirão Preto

Lucila Costa Zini Angelotti

Centro Universitário “Barão de Mauá”
Curso de Ciências Biológicas
Ribeirão Preto

Ana Rosa Crisci

Centro Universitário “Barão de Mauá”
Curso de Ciências Biológicas
Ribeirão Preto

RESUMO: O trabalho teve como objetivo verificar a eficácia e o desempenho da própolis sendo utilizada com a finalidade de tratar feridas por segunda intenção em ratos *Wistar*, já que é um produto proveniente das abelhas que possui em sua composição uma grande variedade de substâncias de uso terapêutico que podem auxiliar no processo de cicatrização. Para a realização foram utilizados 30 ratos *Wistar*, machos, com peso aproximado de 200g que foram divididos em 3 grupos, o grupo 1 recebeu tratamento com salina a 0,9%, o grupo 2 recebeu tratamento com extrato aquoso de própolis e o grupo 3 tratamento com óleo de girassol. Para a análise dos resultados foram coletadas amostras aos 4 dias, 7 dias e 14 dias de tratamento. Concluiu-se que o extrato de própolis apresentou maior efeito benéfico ao proporcionar uma epitelização mais precoce, detectada aos 7 dias nas avaliações histopatológicas.

PALAVRAS-CHAVE: própolis; cicatrização; feridas

ACTION OF PROPOLIS AQUEOUS EXTRACT ON SECOND INTENTION HEALING OF SKIN WOUNDS IN *WISTAR* RATS

ABSTRACT: The aim of the work was to verify the effectiveness and performance of propolis being used for the purpose of treating secondary intention wounds in *Wistar* rats, as it is a product from bees that has in its composition a wide variety of substances for therapeutic use that can aid in the healing process. To carry it out, 30 male *Wistar* rats, weighing approximately 200g, were used and divided into 3 groups, group 1 received treatment with 0.9% saline, group 2 received treatment with aqueous extract of propolis and group 3 sunflower oil treatment. To analyze the results, samples were collected at 4 days, 7 days and 14 days of treatment. It was concluded that propolis extract had a greater beneficial effect by providing earlier epithelialization, detected at 7 days in histopathological evaluations.

KEYWORDS: propolis; healing; wounds

INTRODUÇÃO

A cicatrização de feridas pode ser descrita como uma coordenada cascata de eventos envolvendo células, moléculas e processos bioquímicos que se integram para que então ocorra a reparação tecidual (CAMPOS; BORGES-BRANCO; GROTH, 2007). Ainda, de acordo com Wang *et al.* (2018), é de extrema significância garantir a integridade da pele mesmo após um trauma (acidental ou proposital), o que depende do processo fisiológico da cicatrização ocorrer orquestradamente. A pele é o maior órgão do corpo humano e a primeira barreira de defesa contra patógenos e o seu cuidado e integridade é de suma importância para a sobrevivência do indivíduo.

Martin e Nunan (2015), definem que a cicatrização compreendida após a ocorrência da injúria tecidual envolve uma complexa interação entre os componentes celulares da pele, como queratinócitos, fibroblastos, células endoteliais e imunes. Como a pele é a primeira barreira de proteção do organismo frente aos acometimentos externos, está compelida a agressões constantes, como pressão, traumas (mecânicos, físicos, químicos e/ou biológicos), que pode culminar na quebra de integridade, ocasionando lesões ou até uma ampla perda do tecido. Assim sendo, para restabelecer a sua integridade funcional, inicia-se um processo complexo para a cicatrização da ferida e sua capacidade de reparação é muito importante para a sobrevivência do indivíduo (OLIVEIRA; DIAS; GROTH, 2012).

De acordo com Tazima, Vicente e Moriya (2008), em relação ao tipo de cicatrização, a depender da quantidade de tecido injuriado e da presença ou ausência de infecção, as feridas podem ser classificadas de três formas distintas: cicatrização por primeira, segunda ou terceira intenção. A cicatrização por primeira intenção é caracterizada pela aproximação das bordas da ferida por meio de suturas cirúrgicas, em que há uma perda mínima de tecido, ausência de infecção e edema escasso. A por segunda intenção ocorre quando há a perda excessiva da integridade do tecido, o que não permite a aproximação das bordas, na presença ou não de quadro infeccioso. Nestes casos, as feridas são deixadas abertas e

a cicatrização é sucedida por meio de contração e epitelização. Já no caso da cicatrização por terceira intenção, em um primeiro momento deixa-se a ferida aberta e designa-se sua aproximação por meio de suturas posteriormente – ocorre principalmente quando há a necessidade de tratar primeiramente feridas infectadas, para após então ser suturada.

Caso não aconteça um reparo normal da ferida, pode-se obter dois resultados indesejados: uma ferida crônica (úlceras) ou formação excessiva de tecido cicatricial, também chamado de cicatriz hipertrófica ou quelóide (MOREIRA; ROGÃO; ESTEVINHO, 2011).

O processo de reparação tecidual pode ser dividido, de maneira geral, em diferentes fases: inflamatória, proliferativa e de remodelação (OLIVEIRA; DIAS; GROTH, 2012). Em um primeiro momento, cerca de três dias após a injúria, ocorre a migração celular para o local da ferida, por meio do aumento da permeabilidade vascular com a liberação dos mediadores químicos. Os neutrófilos e os monócitos são os elementos celulares que se aproximam primeiramente do local, com a função de fagocitar as partículas antigênicas e os corpos estranhos. Em seguida, há a ativação dos macrófagos, fibroblastos e células endoteliais. Na fase proliferativa, três eventos são considerados, a neoangiogênese, fibroplasia e epitelização. Nesse momento, que perdura de 2 a 3 semanas após a fase inflamatória, há a formação de tecido de granulação, com a deposição de matriz extracelular (MEC) - colágeno, elastina e fibras reticulares - sendo o princípio da formação cicatricial (TAZIMA; VICENTE; MORIYA, 2008). A terceira e última fase acontece por meses e é responsável pela remodelação do tecido, ou seja, um equilíbrio entre a apoptose das células existentes e a produção de novas células (WANG *et al.*, 2018). Com isso, o número de componentes celulares diminui, bem como ocorre a degradação gradual da MEC e de conteúdo aquoso. Porém, a síntese de colágeno tipo I aumenta e gradativamente as fibras de colágeno se reorganizam de maneira a tornarem-se mais espessas e resistentes. Assim, com a evolução do processo de cicatrização, forma-se o tecido cicatricial (BALBINO; PEREIRA; CURI, 2005).

Dado o exposto, muitas variáveis são passíveis de interferir no processo de cicatrização, sejam elas de ordem geral ou local. Segundo Mandelbaum, Santis e Mandelbaum (2003), entre os fatores gerais pode-se citar: a idade, estado nutricional, doenças de ordem sistêmica (diabetes, alterações cardiocirculatórias, de coagulação, aterosclerose, disfunção renal, quadros infecciosos e uso de drogas sistêmicas). Localmente, os fatores que podem interferir na cicatrização vão desde a técnica cirúrgica aplicada, a formação de hematomas, presença de infecção, reação do organismo a corpo estranho e uso de drogas de ordem tópica.

De maneira geral indivíduos considerados sistematicamente saudáveis majoritariamente apresentam uma cicatrização satisfatória, sem intercorrências. Contudo, desde a antiguidade o ser humano busca realizar inovações e intervir no processo de cicatrização das feridas, visto ser de suma importância para a homeostase do indivíduo,

evitando possíveis complicações com danos locais e/ou gerais. Assim, diversas substâncias são estudadas com a finalidade de auxiliar no processo de cicatrização das lesões, como o d-pantenol, óleo de girassol, papaína, fator de crescimento de fibroblasto e, dentre elas, a própolis e sua ação cicatrizante (MORAES *et al.*, 2013).

Para Pereira, Seixas e Aquino Neto (2002, p. 321), “o termo própolis remonta ao léxico grego e resulta da confluência de pro- (defesa) e polis- (cidade ou comunidade), o que significa em defesa da cidade, ou seja, da colmeia”. De acordo com a história do composto, ele vem sendo utilizado por séculos e por diferentes povos, como os egípcios, gregos e romanos, com a finalidade de antissepsia e ação cicatrizante (DE-MELO *et al.*, 2014). “No Brasil, foi graças ao trabalho pioneiro de Ernesto Ulrich Breyer, com a obra Abelhas e Saúde, na década de 80 que surtiu o interesse pela própolis, sendo abordadas as propriedades terapêuticas da própolis e sua utilização como um antibiótico natural” (LIMA, 2006, *apud* LUSTOSA *et al.*, 2008, p. 448).

Desta forma, a própolis é considerada um composto popular, com um amplo espectro de agentes, de múltiplas propriedades terapêuticas e que podem ser pertinentes no tratamento de lesões cutâneas (WAKITA; HERNANDES, 2019). Segundo Lustosa *et al.* (2008), a própolis é conceituada como uma mistura complexa, formada por material resinoso e balsâmico. Por sua composição química estar estritamente relacionada às regiões frequentadas pelas abelhas e com o período de coleta da resina, torna-se complexa. Dentre os seus compósitos, podemos citar os flavonoides (como a galangina), ácidos aromáticos e ésteres, terpenoides e fenilpropanoides, ácidos graxos e demais outros compostos de pequenas quantidades. Na composição ainda contém elementos inorgânicos, como o cobre, manganês, ferro etc. Sua coloração é dependente de sua origem, ou seja, pode variar de tons marrom escuro ao marrom avermelhado, bem como o odor (LUSTOSA *et al.*, 2008; MARCUCCI, 1996).

Posto isto, os flavonoides são julgados como os principais constituintes da própolis, apresentando atividade farmacológica. Os mesmos atuam no processo de reparação tecidual, com ações antioxidantes, a fim de combater os radicais livres, além de apresentar atividade antimicrobiana, anti-inflamatória, analgésica e estimular a vasodilatação (WAKITA; HERNANDES, 2019). Para Williams, Spencer e Rice-Evans (2004), os flavonoides interferem em diversos processos fisiológicos, como contribuir na absorção e na ação de vitaminas, nos processos de cicatrização com sua ação antioxidante, além de apresentar atividade antimicrobiana e moduladora do sistema imune.

Em relação às atividades anti-inflamatórias da própolis, Menezes (2005) as atribui à presença dos flavonoides, especialmente a galangina, como anteriormente citada. Este componente apresenta atividade inibitória contra a ciclooxigenase (COX) e lipooxigenase (LOX). Além disso, de acordo com Lustosa *et al.* (2008), a própolis tem demonstrado inibir a síntese das prostaglandinas, contribuindo com o sistema imune pela promoção da atividade fagocítica e estimulando a imunidade celular.

Com isso, “devido às suas propriedades terapêuticas, a própolis tem sido amplamente utilizada para o tratamento de lesões cutâneas, reduzindo o tempo de cicatrização, acelerando o processo de contração das feridas e a reparação de tecidual” (RAMOS; MIRANDA, 2007, p. 698).

A própolis em solução aquosa a 3% ou extrato a 30% também foi avaliada de acordo com sua ação cicatrizante e antimicrobiana natural por Bernardo *et al.* (1990), em que se verificou inúmeras vantagens com seu uso, como baixo custo do produto, facilidade de manuseio, ação antibiótica e rapidez na regeneração tissular. Outro achado interessante do estudo foi que se destacou que quanto maior a concentração da própolis, as finalidades do tratamento são obtidas de maneira mais acelerada. Portanto, pode-se evidenciar que a própolis diminui o tempo de cicatrização, acelera o processo de contração e a reparação tecidual (BATISTA *et al.*, 2015).

Em suma, nota-se que o uso terapêutico da própolis pode favorecer a cicatrização, além de apresentar propriedades benéficas ao organismo do indivíduo após lesões cutâneas. Além disso, sua propriedade antimicrobiana natural é de extrema relevância, visto que diminui os efeitos colaterais em relação ao uso dos sintéticos. A própolis tem por vantagem também seu baixo custo, o que a torna um composto de fácil acesso por toda a população.

Portanto, torna-se importante avaliar mais profundamente os efeitos da própolis no processo de cicatrização. Para tal, o presente trabalho tem por objetivo verificar uma possível ação aceleradora do processo cicatricial com o uso da própolis, além de analisar a histopatologia dos elementos relacionados à cicatrização, através de um programa de imagem (*Image Tool*), bem como comparar os tamanhos das lesões.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo experimental, aprovado pelo Conselho do Comitê de Ética em Pesquisa e Experimentação Animal CEUA-CEPAn-B.M. (Nº495/23). Para o seu desenvolvimento, foram utilizados 30 ratos, do sexo masculino, da linhagem *Wistar Hannover*, com 8 semanas e aproximadamente 200 gramas, distribuídos em grupos distintos, oriundos do Biotério do Centro Universitário Barão de Mauá.

Distribuição dos grupos

Os animais foram distribuídos em 3 grupos diferentes, com 10 animais em cada grupo:

- G1 Controle (negativo) - recebeu curativo com solução salina a 0,9%;
- G2 recebeu o curativo com extrato aquoso de própolis;
- G3 Controle (positivo): recebeu curativo com óleo de girassol.

Isto posto, os animais foram anestesiados por via intramuscular com cloridrato de *Ketamina* 100mg/kg e cloridrato de *Xilazina* 6mg/kg (Figura 1A). Em seguida, foi realizada a tricotomia da região dorsal de cada animal (Figura 1B e 1C).

Após a anestesia e a padronização da lesão (fig. 2A e 2B), foram realizados três cortes através de incisão, com auxílio de bisturi (cabo nº 3 e lâmina nº 15) na área circular demarcada de aproximadamente 1,0 cm que atingiu o tecido subcutâneo, como uso de um *punch* dermatológico de 4mm, retirou-se o fragmento e expondo-se a fáscia dorsal muscular (Figura 2C). A hemostasia foi realizada, quando necessária, através de tamponamento compressivo com gaze por dois minutos.

Em seguida foram iniciados os tratamentos propostos, em que as feridas foram analisadas macroscopicamente diariamente de acordo com a evolução do processo de cicatrização, avaliado pela redução das áreas das lesões ao longo do tempo.

A avaliação do processo de redução das lesões foi realizada através de *software* de medidas de imagens realizadas a partir das imagens realizadas pela câmera digital acoplada em haste fixa de metal, aos 0, 4, 7 e 14 dias.

Foram coletados fragmentos das feridas nos dias 4, 7 e 14. No quarto dia de tratamento foram coletados fragmentos com borda e centro da ferida da lesão nº 1 de todos os animais dos grupos A, B e C (Figura 3), sendo realizada a sutura na região coletada. No sétimo dia de tratamento foram coletados fragmentos com borda e centro da ferida da lesão nº 2 de todos os animais dos grupos A, B e C, seguida da realização de sutura. E ao final do experimento, no décimo quarto dia de tratamento, foram coletados fragmentos com borda e centro da ferida da lesão nº 3 de todos os animais dos grupos A, B e C, seguido ao sacrifício dos animais, conforme aprovação do Comitê de Ética Animal (nº495/23).

Para a análise histológica, as amostras de pele dos animais dos grupos A, B e C foram colocadas imediatamente em formol 10% por um período de 24h, para os procedimentos histotécnicos de rotina, corados pela hematoxilina e eosina.

A análise estatística dos resultados realizada para as comparações das áreas médias das feridas das diferentes combinações dos níveis dos fatores “tratamento” (asepsia, óleo de girassol ozonizado, própolis e Dersani) e “tempo” (4 dias e 7 dias), foi uma Análise de Variâncias com 2 fatores (2-way ANOVA).

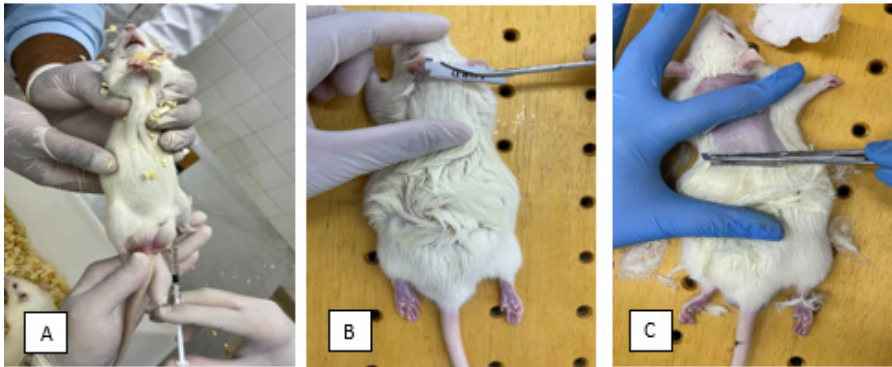


Figura 1 - Procedimentos Metodológicos

Em A: anestesia; Em B e C: Tricotomia. Fonte: elaborado pelo autor (2023). Fonte: elaborado pelo autor (2023).

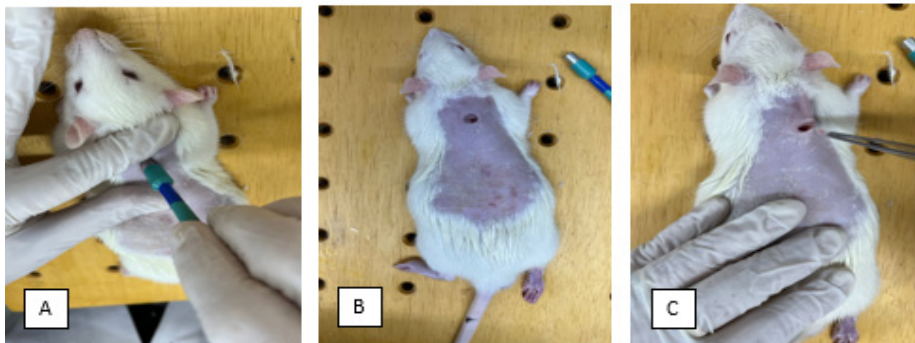


Figura 2 - Procedimentos Metodológicos

Em A e B: Confecção da ferida com punch dermatológico padronizado. Em C: remoção do fragmento imediata a confecção da ferida. Fonte: elaborado pelo autor (2023).



Figura 3 - Procedimentos Metodológicos

Coleta do fragmento para histopatologia.

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

RESULTADOS

Após os procedimentos foram analisados os resultados estatísticos e os dados microscópicos obtidos.

Dados estatísticos:

A análise de variâncias realizada para comparar as médias das combinações de tratamento e tempo não detectou efeito da interação entre esses fatores ($p = 0,0768$). Isoladamente, apenas o fator tempo teve efeito sobre as medições de áreas das feridas ($p < 0,001$), sendo que aos 7 dias as áreas médias foram significativamente menores que aos 4 dias. Os níveis de tratamento não tiveram efeito significativo sobre as áreas das feridas ($p = 0,4870$).

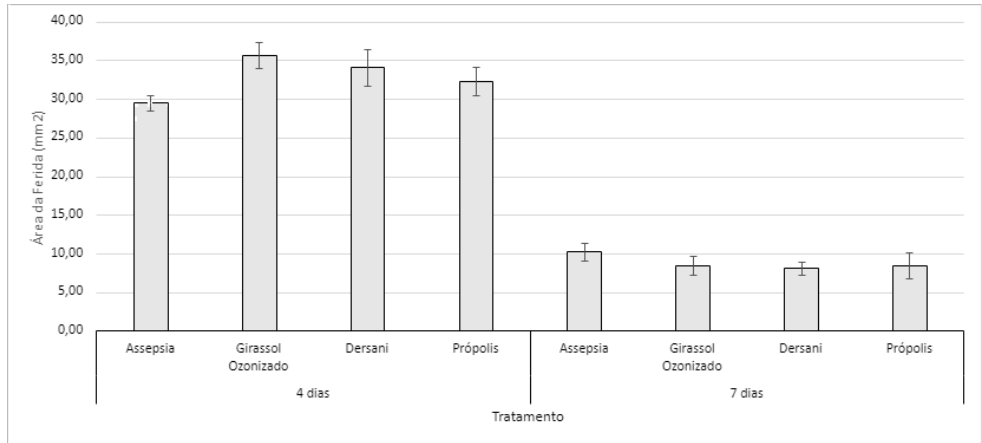
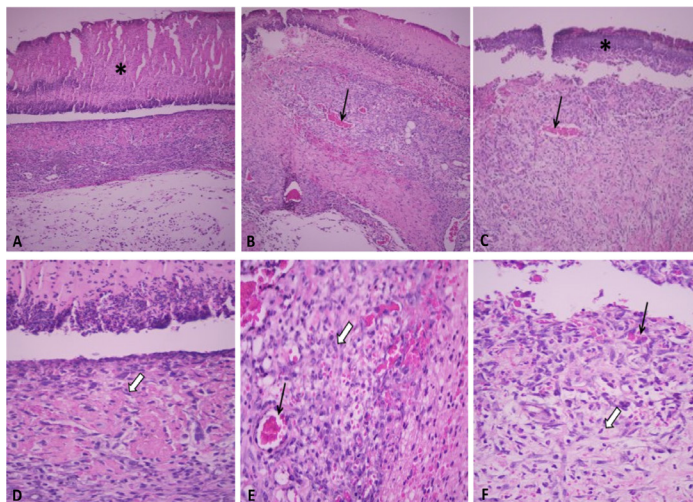


Figura 4: Gráfico representando os resultados obtidos após a análise de variância

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Dados microscópicos:

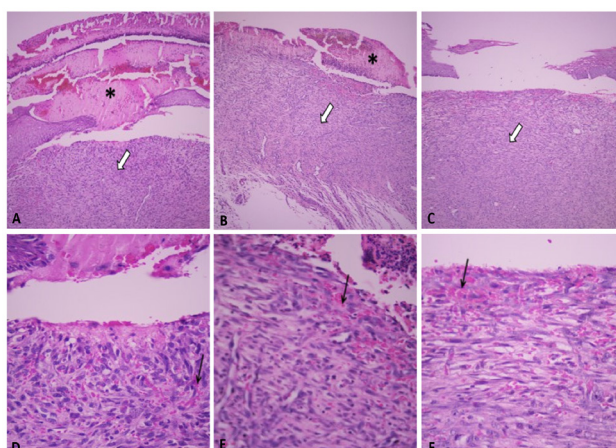
Em relação à histopatologia da ferida aos 4 dias após a lesão, conforme demonstrado na figura 5, o grupo controle negativo (A e D) apresentou crosta fibrinoleucocitária (asterisco), desprendida da área da lesão e com a presença de neutrófilos e macrófagos (seta branca), no grupo tratado com própolis (B e E), observou-se a crosta fibrinoleucocitária mais aderida (asterisco), quantidade de células de defesa maior (seta branca) e uma intensa vascularização (seta preta). Já o grupo tratado com Dersani (óleo de girassol) (C e F) apresentou a crosta fibrinoleucocitária totalmente solta (asterisco), em que há uma neovascularização (seta preta) e presença de neutrófilos e macrófagos (seta branca).



Em A e D: Controle negativo (C -), Em B e E: Tratado com Própolis, Em C e F: Controle positivo (C+).
Aum. 10X e 40X. Col. H.E. Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 5- Fotomicrografias dos aspectos histopatológicos das feridas com 4 dias de tratamento.

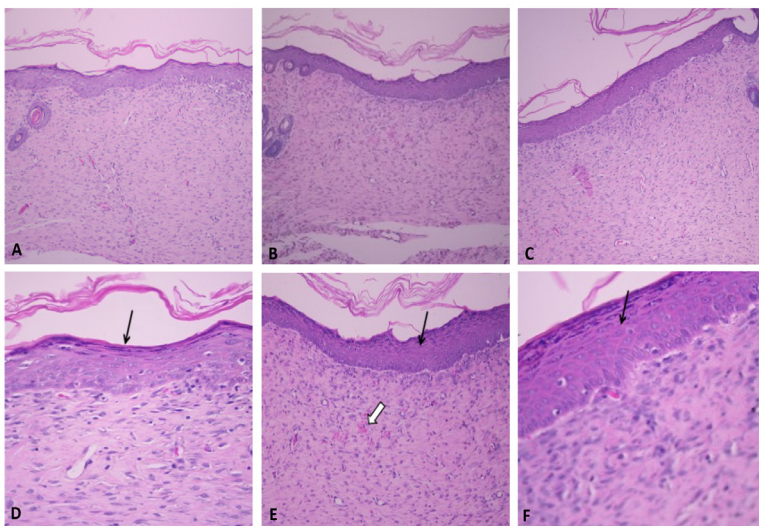
Na figura 6, observa-se a histopatologia da ferida aos 7 dias após a lesão, em que o grupo controle negativo (A e D) apresentou crosta fibrinoleucocitária (asterisco), parte desprendida da área da lesão e parte aderida, início da formação do tecido de granulação (seta branca). No grupo tratado com própolis (B e E) há a presença de crosta fibrinoleucocitária (asterisco) desprendida e muitas células no tecido de granulação (seta branca). Já o grupo tratado com Dersani (óleo de girassol) (C e F), apresenta tecido de granulação (seta branca) e vasos sanguíneos (seta preta).



Em A e D: Controle negativo(C -), Em B e E: Tratado com Própolis, Em C e F: Controle positivo(C+)
Aum. 10X e 40X. Col. H.E. Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 6- Fotomicrografias dos aspectos histopatológicos das feridas com 7 dias de tratamento

Em relação a histopatologia da ferida aos 14 dias após a lesão, de acordo com a figura 7, observa-se que todos os grupos apresentaram reepitelização total nas áreas das feridas (seta preta). No grupo tratado com própolis há ainda, a manifestação de vasos sanguíneos.



Em A e D: Controle negativo (C -), Em B e E: Tratado com Própolis, Em C e F: Controle positivo (C+) Aum. 10X e 40X. Col. H.E. Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 7- Fotomicrografias dos aspectos histopatológicos das feridas com 14 dias de tratamento.

DISCUSSÃO

A pele, por se tratar da primeira barreira física contra patógenos e microrganismos em relação à imunidade inata, deve prevalecer sempre que possível íntegra e hígida, de forma com que consiga desempenhar corretamente seu papel. Lesões cutâneas são muito comuns, pois a pele, se tratando da primeira barreira física, está sujeita a agressões constantes, como pressão, traumas (mecânicos, físicos, químicos e/ou biológicos), o que pode culminar na quebra de sua ruptura, ocasionando lesões ou até uma ampla perda do tecido. Assim sendo, para restabelecer a sua integridade funcional, inicia-se um processo complexo para a cicatrização da ferida e sua capacidade de reparação é muito importante para a sobrevivência do indivíduo (OLIVEIRA; DIAS; GROTH, 2012).

Segundo Tazima, Vicente e Moriya (2008), a cicatrização pode ser classificada em três tipos: cicatrização por primeira intenção, segunda intenção e terceira intenção. No presente trabalho, e de acordo com o levantamento bibliográfico, buscamos potencializar e acelerar o processo cicatricial por segunda intenção, que é quando há perda excessiva de tecido e a lesão não pode ser suturada, sendo necessário deixar a ferida aberta. Neste caso a cicatrização é sucedida por meio de contração e epiteliação das bordas para o centro da ferida, sendo um processo mais demorado e mais perigoso, visto que a ferida fica à mercê de patógenos e microrganismos do meio externo.

Desde a antiguidade, buscaram-se meios e estudam-se substâncias que possam acelerar e melhorar o processo cicatricial, mantendo a homeostase nos indivíduos. Uma das substâncias estudadas, segundo Moraes *et al.* (2013), a própolis e sua ação cicatrizante. Na história do composto, o mesmo vem sendo utilizado por séculos e por diferentes povos, como os egípcios, gregos e romanos, com a finalidade de antisepsia e ação cicatrizante (DE-MELO *et al.*, 2014).

A própolis é uma mistura complexa, feita de material resinoso e balsâmico e sua composição química é estritamente relacionada às regiões frequentadas pelas abelhas e com o período de coleta da resina, tornando-se complexa. Dentre os compostos da própolis, podemos citar flavonoides (como a galangina), ácidos aromáticos e ésteres, terpenoides e fenilpropanoides, ácidos graxos e demais outros compostos de pequenas quantidades. Na composição também contém elementos inorgânicos, como o cobre, manganês, ferro e etc. Sua coloração é dependente de sua origem, ou seja, pode variar de tons marrom escuro ao marrom avermelhado, bem como o odor. (LUSTOSA *et al.*, 2008; MARCUCCI, 1996).

A utilização de ratos *Wistar* é feita por serem animais dóceis, de fácil criação e manejo, não dependendo de cuidados específicos, são de fácil adaptação ao ambiente e comandos propostos, além disso, se assemelham fisiologicamente com os humanos (DUARTE, 2022).

Vieira *et al.* (2008), utilizou 40 ratos *Wistar*, da mesma linhagem que dos que foram utilizados nesse mesmo trabalho, tratando feridas cutâneas com creme base incorporado própolis 20%, porém não houve resultado estatisticamente significativo, mesmo observando que as feridas tratadas com creme base incorporado própolis 20% diminuíram em relação às demais feridas, o que corrobora com este trabalho, visto que as feridas tratadas com própolis, mesmo cicatrizando mais rápido que os demais grupos, não houve significância estatística.

Aos 4 dias de tratamento, as feridas que foram tratadas com extrato aquoso de própolis, apresentaram a crosta fibrinoleucocitária mais bem aderida que os demais grupos, além de ter demonstrado uma maior vascularização e maior presença de células de defesa, assim como apresenta Rahal *et al.* (2003), que em seu trabalho, tratou feridas de 60 ratos *Wistar* com própolis ou mel. A diferença entre o tamanho das lesões, não teve relevância estatística entre os grupos.

Rahal *et al.* (2003) em seu trabalho utilizando própolis e mel como agentes cicatrizantes em ratos, notou aos 7 dias de tratamento, proliferação de vasos neoformados, um discreto infiltrado de células mononucleares e infiltração de fibroblastos, da mesma forma que os resultados obtidos nesse trabalho, quando verificado a histopatologia das feridas dos animais tratados com própolis. Foi observado ainda que, na crosta fibrinoleucocitária tinham-se a presença de muitas células no tecido de granulação, porém, desde o 4º dia de tratamento até o 14º dia, pudemos verificar uma presença maior de neoangiogênese.

De acordo com Batista *et al.* (2015), observaram que a própolis diminui o tempo de cicatrização e acelera o processo de contração e a reparação tecidual, sendo bem eficaz na cicatrização por segunda intenção, assim como nos resultados obtidos neste mesmo trabalho, evidenciando um processo cicatricial mais rápido em relação aos demais grupos, sendo que ao 14º dia de tratamento, já havia reepitelização total das feridas.

CONCLUSÃO

O extrato de própolis apresentou maior efeito benéfico ao proporcionar uma epiteliação mais precoce, detectada aos 7 dias nas avaliações histopatológica. Tais resultados sugerem que o extrato aquoso de própolis pode ser usado como opção terapêutica no tratamento de feridas cutâneas.

REFERÊNCIAS

- BALBINO, C. A; PEREIRA, L. M; CURI, R. Mecanismos envolvidos na cicatrização: uma revisão. **RBCF**, [s.l.], v. 41, n. 1, p. 1-25, jan./mar. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-93322005000100004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/rbcb/a/HXZMLDrTL5B7mrRRqSsbtmh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 jun. 2023.
- BATISTA, E. K. F. *et al.* Influência da própolis sobre os perfis leucocitário e proteico de camundongos e tempo de fechamento de feridas excisionais limpas e infectadas por *Staphylococcus aureus*. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas. v. 17, n. 3, p. 413-419, set. 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/12_116. Disponível em: <https://www.scielo.br/rbpm/a/5yFT4bqj9t37brzMXPLpQDC/?lang=pt>. Acesso em: 23 ago. 2023.
- BERNARDO, C. L. E. *et al.* C. Própolis: cicatrizante e antibiótico natural. R. **Bras. Enferm.**, Brasília. v. 43, n. 1-2-3-4, p. 101-106, jan./dez. 1990. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-71671990000100016>. Disponível em: <https://www.scielo.br/rj/reben/a/hwHHqDZytPzDjJScWN4jyH/?lang=pt>. Acesso em: 30 ago. 2023.
- CAMPOS, A.C.L.; BORGES-BRANCO, A; GROTH, A. K. Cicatrização de feridas. **Abcd. Arq Bras Cir Dig**, São Paulo. v. 20, n. 1, p. 51-58, mar. 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-67202007000100010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abcd/a/wzTtGHxMQ7qvkBbqDLkTF9P/?lang=pt>. Acesso em: 22 jul. 2023.
- DE-MELO, A.A.M. *et al.* Capacidade antioxidante da própolis. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia. v. 44, n. 3, p. 341-348, jul./set. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-40632014000300004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/Ff4HtdQ3zvxDmFyws4vgMfn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 ago. 2023.
- DUARTE, G. I. B; Principais espécies de animais utilizadas em pesquisa experimental. In: GOMES, D. A; *et al.* Eduardo Carvalho Lira (org.). **Bioética e manejo de animais de laboratório**. Recife, Atena. v. 1, p. 12-18, fev. 2022. DOI: 10.22533/at.ed.308221909. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/bioetica-e-manejo-de-animais-de-laboratorio>. Acesso em: 11 ago. 2023.

LUSTOSA, S. R. *et al.* Própolis: atualizações sobre a química e a farmacologia. *Rev. Bras. Farm.*, [s.l.], v. 18, n. 3, p. 447-454, jul/set. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-695x2008000300020>. Disponível em: scielo.br/j/rbfar/a/x4sTg6wQWMW6zNLKf5hDb/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 21 jul. 2023.

MANDELBAUM, S. H; SANTIS, E. P; MANDELBAUM, M. H. S. Cicatrização: conceitos atuais e recursos auxiliares - parte I. *An bras de Dermatol*, Rio de Janeiro. v. 78, n. 4, p. 393-408, jul/ago. 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0365-05962003000400002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abd/a/nL3Wsv5LbQN9V7QYwt>. Acesso em: 2 ago. 2023.

MARCUCCI, M.C. Propriedades Biológicas e Terapêuticas dos Constituintes Químicos da Própolis. **Quím. Nova**, Campinas. v. 19, n.5, p. 529-536, 13 maio 1996. Disponível em: https://s3.sa-east-1.amazonaws.com/static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol19No5_529_v19_n5_12.pdf. Acesso em: 20 jul. 2023.

MARTIN, P; NUNAN, R. Cellular and molecular mechanisms of repair in acute and chronic wound healing. *Br. J. Dermatol.*, [s.l.], v. 173, n. 2, p. 370-378, 14 jul. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/bjd.13954>. Disponível em: <https://academic.oup.com/bjd/article/173/2/370/6616578>. Acesso em: 24 ago. 2023.

MENEZES, H. Própolis: uma revisão dos recentes estudos de suas propriedades farmacológicas. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo. v. 72, n. 3, p. 405-411, jul./set. 2005. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/V72_3/menezes.PDF. Acesso em: 26 jul. 2023.

MORAES *et al.* Ação cicatrizante de substâncias ativas: d-pantenol, óleo de girassol, papaína, própolis e fator de crescimento de fibroblastos. **Rev. Foco**, [s.l.], v. 4, n. 4, p. 83-98, jan/jun. 2013. Disponível em: <http://revistafoco.inf.br/index.php/FocoFimi/article/view/24>. Acesso em: 15 ago. 2023.

MOREIRA, L; ROGÃO; ESTEVINHO, L. M. Própolis ao longo da história da humanidade. **O Apicultor**, [s.l.], v. 73, p. 21-24, 2011. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/10089>. Acesso em: 10 ago. 2023.

OLIVEIRA, I. V. P. M; DIAS, R. V. C; GROTH, A. Cicatrização de feridas: fases e fatores de influência. **Acta Vet. Bras.**, Mossoró, v. 6, ed. 4, p. 267-271, 2012. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/acta-veterinaria-brasilica/6-\(2012\)-4/cicatrizacao-de-feridas-fases-e-fatores-de-influencia/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/acta-veterinaria-brasilica/6-(2012)-4/cicatrizacao-de-feridas-fases-e-fatores-de-influencia/). Acesso em: 20 jul. 2023.

PEREIRA, A. S; SEIXAS, F. R. M. S; AQUINO NETO, F. R. Própolis: 100 anos de pesquisa e suas perspectivas futuras. *Quím. Nova*, [s.l.], v. 25, n. 2, p. 321-326, maio 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422002000200021>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/8Fq7H5XxvKJXhtZLS4gYDTc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 09 set. 2023.

RAMOS, A. F. N.; MIRANDA, J. L. Propolis: a review of its anti-inflammatory and healing actions. *J. Venom. Anim. Toxins incl. Trop. Dis*, [s.l.], v. 13, n. 4, p. 697-710, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-91992007000400002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jvatitd/a/WF7FnKx3MzMqR494yJ75JbB/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 3 ago. 2023.

RAHAL S. C. *et al.* Utilização de própolis ou mel no tratamento de feridas limpas induzidas em ratos. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 61-67, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v8i1.4018>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/4018>. Acesso em: 2 nov. 2023

TAZIMA, M. de F.G.S.; VICENTE, Y.A. de M.V.A; MORIYA, Biologia da ferida e cicatrização. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 41, n. 3, p. 259-264, 2008. DOI: 10.11606/issn.2176-7262.v41i3p259-264. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/271>. Acesso em: 13 ago. 2023.

VIEIRA, A.P. *et al.* Ação dos flavonóides na cicatrização por segunda intenção em feridas limpas induzidas cirurgicamente em ratos Wistar. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, [s.l.], v. 29, n. 1, p. 65–74, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0367.2008v29n1p65>. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/3454>. Acesso em: 02 nov. 2023.

WAKITA, J. L.; HERNANDES, L. Benefícios da própolis na cicatrização da pele. *Arqmudi*, [s.l.], v. 23, n. 3, p. 371-386, dez. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/arqmudi.v23i3.51564>. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/51564>. Acesso em: 27 jul. 2023.

WANG, P. H. *et al.* Wound healing. *J. Chin. Med. Assoc.*, [s.l.], v. 81, n. 2, p. 94-101, fev. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcma.2017.11.002>. Disponível em: journals.lww.com/jcma/fulltext/2018/02000/wound_healing.3.aspx. Acesso em: 15 ago. 2023.

WILLIAMS, R. J; SPENCER, J. P. E; RICE-EVANS, C. Flavonoids: antioxidants or signalling molecules? **Free radical biology and medicine**, [s.l.]. v. 36, n. 7, p. 838-849, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0891584904000334?via%3Dihub>. Acesso em: 21 jul. 2023.



CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo registrado no CEPan sob o N° 495/23, intitulado: **“Ação do extrato aquoso de própolis na cicatrização por segunda intenção de feridas cutâneas de ratos Wistar”** sob a responsabilidade da Prof.^a Dr.^a Ana Rosa Crisci, para fins de pesquisa, encontra-se de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 08 de outubro de 2008, do Decreto n° 6899 de 15 de julho de 2009 e com as normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA-MCTIC) e foi **APROVADO** pelo Conselho do Comitê de Ética em Pesquisa e Experimentação Animal CEUA-CEPan-B.M.

Espécie/linhagem	<i>Wistar</i> /Rato heterogênico
Nº de Animais	30
Idade/Peso Aprox.	22 dias/300g
Sexo	M+F
Origem	Biotério - CBM

Anexo A– Comitê de Ética em Pesquisa

USO DE MELIPONÁRIO DIDÁTICO EM ATIVIDADES DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NO CAMPUS DO IF BAIANO DE GOVERNADOR MANGABEIRA

Data de aceite: 01/04/2024

Marília Dantas e Silva

Docente de Biologia do IF Baiano, *campus* Governador Mangabeira. Doutora em Ecologia pela UFBA e membro do grupo de pesquisa GEMAS/IF Baiano
<http://lattes.cnpq.br/1163368552232979>

Jacqueline Araújo Castro

Docente de Biologia do IF Baiano, *campus* Governador Mangabeira. Doutora em Genética e Biologia Molecular pela UESC e membro do grupo de pesquisa GEMAS/IF Baiano
<http://lattes.cnpq.br/3369918688208728>

Maria Celeste da Silva Sauthier

Docente de Química do IF Baiano, *campus* Governador Mangabeira. Doutora em Química pela UFBA e membro do grupo de pesquisa GEMAS/IF Baiano
<http://lattes.cnpq.br/2889802413220982>

Olinson Coutinho Miranda

Docente de Língua Portuguesa e Inglesa do IF Baiano, *campus* Governador Mangabeira. Doutorando em Cultura e Sociedade pela UFBA e membro do grupo de pesquisa GEMAS/IF Baiano
<http://lattes.cnpq.br/2696770011900372>

RESUMO: Os Meliponíneos representam os principais consumidores de pólen das flores nos trópicos úmidos, entretanto atualmente encontram-se fortemente ameaçados em virtude da perda de habitats, desmatamentos, queimadas e uso indiscriminado de agrotóxicos. A redução da diversidade das abelhas sem ferrão tende a implicar diretamente na extinção de espécies vegetais nativas, levando assim em um provável desequilíbrio de diversos ecossistemas. A implantação de meliponários didáticos, nas diversas instituições de ensino, poderá servir como exemplo para demonstrar e explicar a importância dos meliponíneos. O objetivo do presente trabalho foi descrever as atividades de ensino, pesquisa e extensão desenvolvidas, com o uso direto ou indireto do meliponário didático, presente no *campus* do IF Baiano de Governador Mangabeira. Em dez anos a partir da implantação do meliponário em 2013, foi possível o desenvolvimento de cinco projetos de pesquisa, três de extensão e várias atividades de ensino envolvendo diversos componentes curriculares dos ensino integral e subsequente. Todos os projetos alcançaram os seus objetivos e são exemplos de como abordar questões

ambientais, utilizando um grupo de animais muito importante para a conservação dos ecossistemas tropicais, e consequentemente melhoria da qualidade de vida de todos os seres.

PALAVRAS-CHAVE: abelhas sem ferrão; meliponicultura; educação ambiental; conservação.

USE OF DIDACTIC MELIPONARY IN TEACHING, RESEARCH AND EXTENSION ACTIVITIES AT THE IF BAIANO *CAMPUS* OF GOVERNADOR MANGABEIRA

ABSTRACT: Meliponines represent the main consumers of flower pollen in the humid tropics, however, they are currently highly threatened due to habitat loss, deforestation, burning and indiscriminate use of pesticides. The reduction in the diversity of stingless bees tends to directly lead to the extinction of native plant species, thus leading to a probable imbalance in several ecosystems. The implementation of teaching meliponaries in various educational institutions could serve as an example to demonstrate and explain the importance of meliponines. The objective of this work was to describe the teaching, research and extension activities developed, with the direct or indirect use of the didactic meliponary, present on the IF Baiano de Governador Mangabeira *campus*. In ten years from the implementation of the meliponário in 2013, it was possible to develop five research projects, three extension projects and several teaching activities involving different curricular components of integral and subsequent education. All projects achieved their objectives and are examples of how to address environmental issues, using a group of animals that are very important for the conservation of tropical ecosystems, and consequently improving the quality of life of all beings.

KEYWORDS: stingless bees; meliponiculture; environmental education; conservation.

INTRODUÇÃO

Os Meliponíneos são abelhas sociais “generalistas” quanto ao uso de substratos de nidificação e recursos alimentares, e com frequência somam a maior parcela de insetos visitantes de flores nos ecossistemas tropicais (ROUBIK, 1989). São os principais consumidores de pólen das flores nos trópicos úmidos, alimento usado como fonte de proteína para produção intensa e contínua da prole. Atualmente são reconhecidas cerca de 400 espécies e estima-se um número igual com novas espécies, distribuídas em aproximadamente 50 gêneros, das quais mais de 70% ocorrem apenas nas Américas (CAMARGO & PEDRO, 2007).

Apesar da importância que possuem, esses organismos encontram-se fortemente ameaçados em virtude das ações antrópicas (SILVA & PAZ, 2012). A perda de habitat, desmatamentos, queimadas, uso indiscriminado de agrotóxicos, predação por parte dos meleiros são os principais fatores apontados para a diminuição acentuada do número de colônias no ambiente (SILVA, 2014). Essa redução drástica da diversidade de abelhas sem ferrão, tende a implicar diretamente na extinção de espécies vegetais nativas importantes para os diversos ecossistemas. A importância dos Meliponíneos portanto interfere, não

apenas em aspectos sociais e econômicos, mas principalmente em processos ecológicos ecossistêmicos (SILVA & PAZ, 2012). Diante desta problemática fazem-se necessárias medidas urgentes de sensibilização, sendo um ponto chave a intervenção junto à sociedade, através da Educação Ambiental nas diversas instituições de ensino.

É nesse cenário que a meliponicultura, definida como manejo e criação racional de meliponíneos (NOGUEIRA- NETO, 1997), surge como uma estratégia extremamente eficiente para promover a conservação dessas abelhas e dos ecossistemas a elas associados, visto a sua importância na polinização da flora nativa, e consequentemente no fornecimento de frutos e sementes para os ecossistemas. Além disso ela não interfere, de forma tão agressiva, no meio ambiente como as outras atividades agropecuárias existentes (NOGUEIRA-NETO, 1997). De acordo com PALAZUELOS BALLIVIAN (2008) a meliponicultura pode ser utilizada na educação, porque desperta interesse de diversas faixa etárias, tanto no que diz respeito ao empírico da atividade, como nas questões de conservação e proteção às abelhas nativas sem ferrão. Segundo KERR *et al.*, (2001) um dos fatores que contribui qualitativamente para trazer a meliponicultura para as práticas de ensino, é o fato de que tais insetos não possuem ferrão funcional (ferrão atrofiado), o que permite que ser desenvolvida por alérgicos e crianças.

Diante disso, a utilização de meliponários didáticos é de extrema importância, pois proporcionam aos estudantes e pesquisadores uma valiosa oportunidade de examinar de perto as abelhas e aprofundar seu entendimento sobre suas características e comportamentos (SILVA; SANTOS; TEIXEIRA, 2021). Essa proximidade com as abelhas é decisiva para avanços no manejo desses insetos, contribuindo para a preservação dos polinizadores, produção de mel e outros produtos derivados (PEREIRA *et al.*, 2010). Além de fomentar a pesquisa direta sobre as abelhas, os meliponários se revelam como um ambiente propício para a criação de atividades pedagógicas interativas e enriquecedoras. Os professores têm a oportunidade de conceber projetos que incluem a observação das colônias, o estudo da biodiversidade local, a elaboração de relatórios científicos e, ainda mais importante, a conscientização sobre a vital importância das abelhas na polinização e na preservação do meio ambiente (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

De fato, implantação de meliponários didáticos em Escolas, Institutos e Universidades poderá servir como uma unidade de base para a realização de aulas, palestras e cursos para estudantes e segmentos da sociedade, servindo de exemplo para demonstrar e explicar a importância da preservação das diferentes espécies e as complexidades ecológicas nos ambientes nos quais elas ocorrem. O objetivo do presente trabalho foi descrever as atividades de ensino, pesquisa e extensão desenvolvidas com o uso direto ou indireto do meliponário didático, presente no *campus* do IF Baiano de Governador Mangabeira.

MATERIAL E METODOS

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *campus* Governador Mangabeira foi criado em primeiro de agosto de 2011 e está localizado na Região do Recôncavo Sul da Bahia, a 119Km da capital do Estado. O município possui área territorial de 94,359 km² e sua população é de 20.605 habitantes (IBGE, 2024). O *campus* apresenta atualmente os seguintes cursos: Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, Técnico em Agroindústria Integrado ao Ensino Médio, Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio, Técnico Subsequente em Manutenção e Suporte em Informática, Técnico Subsequente em Agropecuária e Técnico Subsequente em Alimentos.

Entre os anos de 2013 e 2023 foram desenvolvidos projetos de pesquisa e extensão (no total de 8 projetos), que utilizaram de forma direta e indireta o meliponário do *Campus*, financiados pelos programas da PROPES (Pró Reitoria de Pesquisa) e PROEX (Pró Reitoria de Extensão) do IF Baiano, onde foram contempladas bolsas de iniciação científica para estudantes dos cursos Integrados e Subsequente. Todos os projetos tiveram apoio da Direção Geral, Acadêmica, Coordenações do *Campus* de Governador Mangabeira e de membros do Grupo de pesquisa GEMAS (Grupo de Estudos em Meio Ambiente e Sociedades).

O meliponário (Figura 1) foi instalado no *Campus* do IF Baiano em novembro de 2013, com quatro ninhos de *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 e um de *Tetragonisca angustula* Latreille 1811, conhecidas popularmente como urucu e jataí respectivamente. A manutenção dos mesmos foi realizada ao longo dos anos, através do acompanhamento semanal com a realização de divisões, alimentação e controle de pragas. Atualmente ele apresenta seis ninhos de *M. scutellaris*, um ninho de *T. angustula*, um ninho de *Nannotrigona testaceicornis* (Lepelletier, 1836) (iraí) e um de *Plebeia* sp (inhati). Além disso, o *campus* possui muitos ninhos naturais, de diferentes espécies de abelhas sem ferrão, implantados em árvores nativas e cavidades artificiais (SILVA et al., 2019).

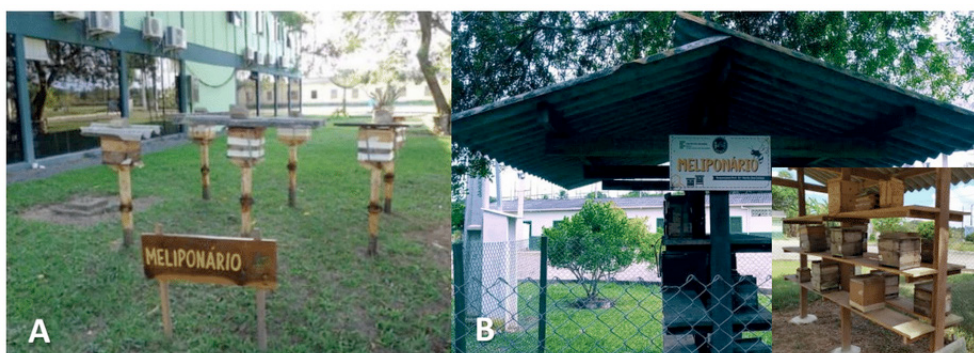


Figura 1: Meliponário instalado em 2013 (A) e na atualidade (B).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2013 o projeto de extensão intitulado “Meliponíneos: um instrumento para a Educação Ambiental”, teve como objetivo a implantação de um meliponário no *campus* do Instituto Federal Baiano de Governador Mangabeira, e a realização de um curso de meliponicultura para pequenos produtores rurais da cidade (Figura 2). Além disso, para estudantes do sexto ano de uma escola municipal de Governador Mangabeira foram realizadas atividades de educação ambiental, tendo como recorte o papel ecológico das abelhas sem ferrão (Figura 3). A partir dessa atividade foi possível a publicação dos trabalhos intitulados, “Meliponicultura como alternativa de conservação ambiental e sustentabilidade: uma proposta para membros da comunidade rural de Governador Mangabeira, Bahia, Brasil” (SILVA & MELO, 2014) e Utilização de abelhas sem ferrão (Apidae) em práticas de educação ambiental com estudantes de Governador Mangabeira, Bahia, Brasil (SILVA, 2021).



Figura 2: Curso de Meliponicultura desenvolvido para pequenos produtores rurais da cidade de Governador Mangabeira-BA (SILVA & MELO, 2014).



Figura 3: Atividades de educação ambiental desenvolvidas com estudantes do sexto ano do ensino fundamental de uma escola municipal da cidade de Governador Mangabeira-BA (SILVA, 2021).

GASPARINI e colaboradores (2008) propuseram um trabalho em uma escola do Ensino Fundamental, da cidade de Franca/SP, estabelecendo-se uma correlação entre vários aspectos da organização social da espécie humana e das abelhas sem ferrão, na tentativa mostrar aos alunos a possibilidade dos seres humanos terem uma sociedade mais organizada. Como resultado, os estudantes puderam conhecer a organização social das abelhas e, posteriormente, efetuar reflexões sobre o papel de cada um deles na sociedade. Desta maneira, pode-se comprovar a importância de se estabelecer, como método de ensino-aprendizagem, correlações entre os conceitos teóricos e o cotidiano dos alunos.

FERREIRA, *et al.*, (2013) realizaram no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) uma oficina pedagógica sobre a criação de abelhas silvestres, com agricultores locais no município de Santa Teresa, e verificaram que antes do desenvolvimento da atividade a maioria dos participantes indicou que a principal função da meliponicultura seria a produção de mel, entretanto após a oficina a maioria atestou que a proteção dos meliponíneos e da sua flora associada deve ser a prioridade em toda criação racional. Assim é possível verificar a importância de iniciativas como essa, e a realizada no presente estudo, que permitem promover a sensibilização da comunidade local sobre a importância das abelhas sem ferrão.

Ainda, no IF Baiano, *campus* Governador Mangabeira, entre 2013 e 2014 foi desenvolvido o projeto de extensão “Saberes da Terra”, com o objetivo de propiciar estudos, produções culturais e empreendedoras para os membros da comunidade Associação comunitária de Água Branca - ASCAB em Miguel Calmon-Ba. Com esse trabalho foi desenvolvido o primeiro Ciclo de palestras Saberes da terra com diversos temas voltados para associativismo, empreendedorismo, agricultura familiar, química de alimentos e a criação de abelhas como opção de sustentabilidade para o semiárido.



Figura 4: Palestra ministrada sobre criação de abelhas como opção de sustentabilidade para o semiárido para os membros da comunidade Associação comunitária de Água Branca - ASCAB em Miguel Calmon-BA.

Em 12 de novembro de 2014 ocorreu o lançamento do livro “Saberes da Terra: uma prática educativa e social” (Figura 5) com capítulos desenvolvidos pelos participantes do projeto, no qual um apresenta o tema “A criação de abelhas sem ferrão como uma opção de sustentabilidade para o Nordeste Baiano” (SILVA, 2014).



Figura 5: Lançamento do Livro “Saberes da Terra: uma prática educativa e social”.

Entre 2014 e 2015 foi desenvolvido o projeto de pesquisa “Comunidade de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponini) em um fragmento urbano de Mata Atlântica Secundária em Governador Mangabeira, Bahia, Brasil”. Ele teve como objetivo analisar a variação na diversidade e abundância de meliponíneos em um fragmento urbano de Mata Atlântica secundária no *campus* do IF Baiano de Governador Mangabeira. Já entre 2015 e 2016 outro projeto de pesquisa foi desenvolvido no mesmo local intitulado, “Distribuição espacial de ninhos de meliponíneos (Apidae, Meliponini) no *campus* do IF Baiano de Governador Mangabeira”, que propôs analisar a distribuição espacial de ninhos de meliponíneos no *campus*. Com esses dois projetos foi possível identificar as espécies de meliponíneos existentes, assim como os substratos utilizados para a nidificação destes organismos. Além disso foi possível realizar a transferência de três ninhos de *T. angustula* dos ninhos artificiais para o meliponário didático do *campus*. Os resultados obtidos foram publicados no artigo intitulado “Espécies de abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) em um fragmento urbano de Mata Atlântica secundária no Recôncavo da Bahia, Brasil” (SILVA *et al.*, 2019).

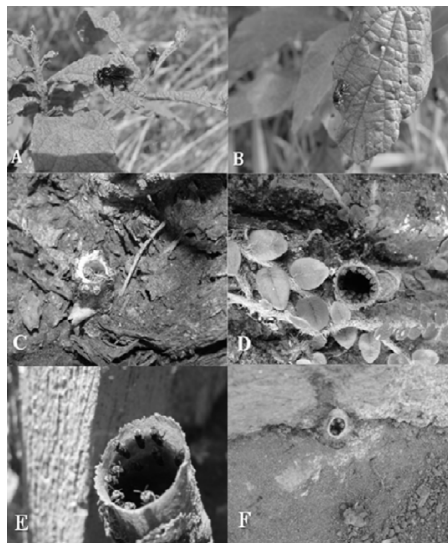


Figura 6: A e B: Meliponíneos atraídos pelo borrifo de mel e água (*Trigona* e *Nannotrigona*); C e D: Ninhos de Meliponini (*Nannotrigona* e *Tetragonisca*) encontrados em cavidades arbóreas; E e F: Ninhos (*Nannotrigona* e *Tetragonisca*) encontrados em cavidades artificiais (SILVA et al., 2019).

T. angustula foi a espécie mais comum na área de estudo, tanto com o borrifo como com as outras duas técnicas utilizadas. Ela apresenta forte associação a habitats antrópicos com alta taxa de dispersão reprodutiva, ou seja, alta taxa de produção de enxames (SOUSA, et al., 2002, POKER-HARA, 2011, AIDAR et al., 2013, SILVA et al., 2013; GOUVÊA, 2016). A predominância de *T. angustula*, assim como de *Nannotrigona* sp, destaca-se como fator ecológico na estruturação espacial das comunidades na área de estudo, já que essas espécies acabam ocupando grande parte das cavidades disponíveis no ambiente. O comportamento generalista de nidificação de *T. angustula* explica a ocorrência dessa espécie nos ninhos artificiais instalados na área de estudo.

No censo de ninhos realizado os meliponíneos foram amostradas com maior frequência em cavidades arbóreas, indicando que espécies deste gênero apresentam preferência por cavidades maiores e mais protegidas, como é o caso das presentes em árvores da espécie *Schinus terebinthifolia* Raddi (aroeira), muito comuns na área. Conhecer a distribuição dos meliponíneos é de extrema importância, visto que eles são polinizadores de diversas espécies, principalmente as que apresentam florada em massa. É necessária a manutenção de porções de habitats florestados, nos diferentes tipos de ambientes, pois elas favorecem a ocorrência de processos ecológicos chave, como a polinização, além de permitir a existência de substratos de nidificação arbóreos, importantes para as abelhas sem ferrão.

Entre 2018 e 2019 foi desenvolvido o projeto de extensão “Sustentabilidade com a criação de abelhas sem ferrão em Governador Mangabeira”, que teve como objetivo o desenvolvimento do segundo curso de meliponicultura, para membros da comunidade de Governador Mangabeira, para a sensibilização da comunidade sobre a importância dos meliponíneos e a capacitação dos participantes (Figura 7). Esse trabalho proporcionou a publicação de um artigo intitulado “Capacitação técnica de membros da comunidade de Governador Mangabeira-BA em relação a criação de abelhas indígenas sem ferrão – Meliponíneos (Apidae; Meliponini)” (SILVA *et al.*, 2021) e uma cartilha informativa sobre meliponicultura (Figura 8), que foi distribuída para todas as bibliotecas e coordenações de Pesquisa e Extensão dos *campi* do IF Baiano, e divulgada virtualmente.



Figura 7: Participantes realizando a degustação de mel em ninhos de *M. scutellaris* (uruçu) e *T. angustula* (jataí) (SILVA *et al.*, 2021).



Figura 8: Capa da cartilha informativa sobre meliponicultura e o QR Code da mesma.

Esse trabalho pode promover a sensibilização da comunidade envolvida sobre a importância das abelhas sem ferrão e da meliponicultura. Todos os participantes indicaram ter interesse em realizar uma capacitação mais avançada sobre esse tema, o que demonstra que o curso cumpriu o seu papel, visto que essa busca dos mesmos e o interesse em adquirir mais conhecimentos sobre a criação racional das abelhas sem ferrão, evidencia que eles pretendem iniciar suas atividades com a criação de meliponíneos. A

promoção de espaços de encontro e discussão é uma alternativa para promover uma troca de experiências, ampliar a capacitação técnica e aprimorar os métodos de manejo, promovendo assim a geração de renda e a conservação das abelhas sem ferrão. Ao longo desses 10 anos foram realizadas também algumas oficinas de iniciação à Meliponicultura, em eventos anuais do campus, como o Simpósio de Meio Ambiente e Semana de Ciência e Tecnologia.

Também entre 2018 e 2019 foi desenvolvido o projeto de pesquisa “Mel de abelhas na alimentação de estudantes e servidores do *campus* do IF Baiano de Governador Mangabeira”, com objetivo de avaliar a utilização do mel, de abelhas, por estudantes e servidores do *campus* do IF Baiano de Governador Mangabeira, bem como realizar uma oficina sobre receitas doces e salgadas a base de mel de abelhas.



Figura 9: Palestras de sensibilização e oficina para preparação de receitas à base de mel desenvolvidas com estudantes do campus do IF Baiano de Governador Mangabeira (SILVA *et al.*, 2020).

Os resultados do trabalho foram divulgados em eventos e na publicação do artigo “Mel de abelhas na alimentação de estudantes e servidores do IF Baiano campus Governador Mangabeira” (SILVA *et al.*, 2020). Além disso foi publicada uma cartilha intitulada “O Mel de Abelhas” (Fig. 10) contendo informações sobre sua utilização, importância, propriedades e receitas a base de mel. Ela também foi enviada para todos os *campi* do IF Baiano e divulgada eletronicamente.



Figura 10: Cartilha informativa sobre o mel de abelhas e seu QR Code.

De uma forma geral a comunidade do *campus* do IF Baiano de Governador Mangabeira demonstrou conhecer a importância do mel e a grande maioria tem o hábito do seu consumo no cotidiano. Contudo, a maior parte dos entrevistados, se limita a utilizar o mel apenas quando estão doentes. Através das atividades realizadas para a sensibilização da comunidade (palestras, oficina e cartilha) foi possível demonstrar, para um grande número de pessoas sobre as propriedades do mel, sua importância e possibilidade da utilização *in natura* e também na forma de diversas receitas fáceis de serem realizadas. Acredita-se que o presente trabalho poderá contribuir para um aumento do uso do mel entre os envolvidos, visto que muitos se surpreenderam com as informações passadas durante o desenvolvimento das atividades.

Entre 2021 e 2022 foi realizado o projeto de pesquisa “Desenvolvimento de cosméticos artesanais, naturais e ecológicos à base de mel e geoprópolis de abelhas sem ferrão (Apidae; Meliponini)”, que teve como objetivo o desenvolvimento de cosméticos naturais (como sabonetes, desodorantes e cremes) elaborados artesanalmente e de maneira ecológica à base de mel e geopropolis de abelhas sem ferrão, além de outros materiais conhecidos pelas comunidades tradicionais, como ervas, sementes e óleos naturais. Foram utilizados o geoprópolis e o mel dos ninhos de *M. scutellaris*, presentes no meliponário didático do *campus*, tendo o cuidado de seguir os princípios da Química verde e dando preferência a materiais ecologicamente adequados em todas as etapas da fabricação.



Figura 11: Sabonetes sólidos produzidos com geoprópolis, mel e óleos essenciais.

Os resultados obtidos nesse trabalho foram publicados no artigo “Development of handmade, natural and ecological cosmetics based on honey and geopropolis from stingless bees (Sauthier et al., 2023) e também foi disponibilizada uma cartilha (Fig. 12) sobre o tema para divulgação com a comunidade interna e externa do campus.



Fig. 12: Cartilha sobre cosméticos artesanais a base de mel e geoprópolis e QR Code da mesma.

Atualmente (2023-2024) está em desenvolvimento no *campus* o projeto de pesquisa “Morfologia dos grãos de pólen de espécies vegetais presentes em torno do meliponário didático do IF Baiano, *Campus* Governador Mangabeira”, que tem como objetivo descrever a morfologia dos grãos de pólen de espécies vegetais situadas em torno do meliponário didático. Estando em andamento, esse projeto gerou, como resultado preliminar, a fotografia da estrutura microscópica de grãos de pólen de plantas que podem ser fonte de alimento para as abelhas sem ferrão. Posteriormente as fotografias, juntamente com as informações levantadas a partir destas, permitirão estudo palinológico mais aprofundado, gerando a publicação de uma cartilha.



Figura 13: Fotografia (sem escala) da estrutura microscópica de grãos de pólen de três diferentes espécies vegetais, geradas como resultado preliminar do projeto “Morfologia dos grãos de pólen de espécies vegetais presentes em torno do meliponário didático do IF Baiano, campus Governador Mangabeira”.

O *campus* apresenta ainda uma coleção entomológica de abelhas sem ferrão e solitárias, que fica exposta no Laboratório de Biologia. Esses espécimes foram adquiridos através do trabalho SILVA *et al.*, (2019) e doações de outros laboratórios de pesquisa, e são utilizadas nas aulas práticas de diversos componentes curriculares.



Figura 14: Coleção entomológica presente no laboratório de biologia do campus do IF Baiano de Governador Mangabeira-BA.

Nesse sentido, SANTOS & SOUTO (2011) e MATOS *et al.* (2009) afirmam que o uso de coleções entomológicas no ensino de Ciências e Biologia, podem ser desenvolvidas com um baixo custo, e proporcionam que as aulas se tornem mais atraentes e motivadoras, permitindo ao estudante perceber detalhes antes não identificados, melhorando a capacidade de reconhecimento de um inseto, quando comparado a outros animais. Esses modelos didáticos são importantes, não só por desenvolverem a capacidade criativa do aluno, mas por representarem uma construção do conhecimento que pode ser utilizada como referência (GIORDAN & VECCHI, 1996).

Pretendemos desenvolver futuramente visitas guiadas ao meliponário didático do *campus*, para estudantes do ensino fundamental e médio da região de Governador Mangabeira-BA, com a finalidade de sensibilizar crianças e adolescentes sobre a importância

das abelhas melíferas brasileiras. A educação ambiental promove, de forma lúdica e dinâmica, um instrumento de consolidação ao desenvolvimento sustentável. A contribuição do presente trabalho está direcionada à conservação das abelhas sem ferrão, onde foram desenvolvidas atividades enfatizando a sua importância, história e papel ecológico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível observar, ao longo do presente estudo, exemplos de ações no âmbito do ensino, pesquisa e extensão, que foram realizadas ao longo de dez anos no *campus* do IF Baiano de Governador Mangabeira, utilizando as abelhas sem ferrão presentes no meliponário didático. Todos os projetos alcançaram os seus objetivos ou estão em andamento com sucesso. Eles são exemplos de como abordar questões ambientais, utilizando um grupo de animais muito importante para a conservação dos ecossistemas tropicais, e consequentemente melhoria da qualidade de vida de todos os seres.

Os trabalhos desenvolvidos permitiram a interação e troca de saberes entre diversas disciplinas/áreas do conhecimento, como Biologia, Química, Agronomia e Economia, bem como a atuação junto a diferentes públicos, como produtores rurais, estudantes de ensino fundamental e médio. Essas características enriqueceram as atividades desenvolvidas, permitindo que fossem gerados resultados satisfatórios, principalmente no que diz respeito a sensibilização do público sobre a importância dos meliponíneos, o aprofundamento do conhecimento acadêmico/científico sobre essa temática, bem como a aproximação com a comunidade interna e externa do *campus*.

Acreditamos que muitos outros trabalhos serão realizados com a utilização do meliponário didático presente no *campus*, proporcionando assim a conservação das abelhas sem ferrão, a sensibilização da comunidade local sobre a importância das mesmas, assim como também poderá proporcionar a capacitação de membros da comunidade em relação ao manejo e criação dos meliponíneos, que poderão passar adiante as informações adquiridas, podendo assim promover aumento da renda e melhoria da qualidade de vida de todos envolvidos.

AGRADECIMENTOS

PROPES (Pró Reitoria de Pesquisa) e PROEX (Pró Reitoria de Extensão) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, pelo financiamento de todos os projetos de pesquisa e extensão desenvolvidos no *campus*, assim como as bolsas de iniciação científica concedidas. A todos os estudantes bolsistas e voluntários que participaram ativamente dos projetos. À Direção Geral, Acadêmica, Coordenações de Ensino e dos Cursos do Integrado e Subsequente. A toda comunidade do *campus* de Governador Mangabeira e aos membros do Grupo de Estudos em Meio Ambiente e Sociedades-GEMAS.

REFERÊNCIAS

- AIDAR, I. F., SANTOS, A. O. R., BARTELLI, B. F., MARTINS, G.A., & F. H. NOGUEIRA-FERREIRA. 2013. Nesting ecology of stingless bees (Hymenoptera, Meliponina) in urban areas: the importance of afforestation. *Bioscience Journal*, 29, 1361-1369.
- CAMARGO, J.M.F.; PEDRO, S.R.M. 2007. Meliponini Lepeletier, 1836. In J.S. Moure; D. Urban & G.A.R. Melo (Orgs.), *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia. 272-578p.
- GASPARINI, T.F.; RODRIGUES, T. B.; FERREIRA, F.H. 2008. Correlação entre aspectos da organização social das abelhas sem ferrão (meliponinae) e da espécie humana utilizada em educação ambiental. *Arq Mudi*.12(1):15-22.
- GIORDAN, A.; VECCHI, G. 1996. As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. 2 ed. Porto Alegre: Artemed, 222p.
- GOUVÊA, P. C. L. 2016. Efeito de massa de *Tetragonisca angustula* sobre a metacomunidade de Meliponini (Hymenoptera, Apidae) em mosaico de floresta-silvicultura (55f). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil.
- IBGE. Panorama Governador Mangabeira, Bahia, Brasil. 2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/governador-mangabeira/panorama>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2024.
- KERR, W.E.; CARVALHO, G.A.; SILVA, A.C.; ASSIS, M.G.P. 2001. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. *Parcerias Estratégicas* - Número 12 - Setembro, p. 20-41.
- MATOS, C. H. C; OLIVEIRA, C. R. F.; SANTOS, M.P. F. S.; FERRAZ, C. S. 2009. Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 9, n. 1.
- NOGUEIRA NETO, P. 1997. Vida e Criação de Abelhas Indígenas sem ferrão. São Paulo: Nogueira pis, 445p.
- OLIVEIRA, A. A.; MENDES, B. D. M.; SANTOS, H.V.R.; FORJAZ, G.; BENOSKI, G; FLORIANO, F. A. S.; SOUZA, L.F.; JESUS, A.B.; RODRIGUES, L.B.; SARAIVA, A. S. 2023. Captura e manejo de abelhas nativas sem ferrão: um guia técnico de captura e manutenção de colônias para uso em ensaios laboratoriais e educacionais. *Entomology Beginners*, vol. 4: e061.
- PALAZUELOS BALLIVIÁN, J.M.P. 2008 *Abelhas Nativas sem Ferrão*. MýgPê / Organizador José M. P. Palazuelos Ballivián - São Leopoldo: Oikos.
- PEREIRA, F. M.; SOUZA, B. A.; LOPES, M. T. R. 2010. Instalação e manejo de meliponário. Embrapa, p. 26.
- PIOKER-HARA, F.C. 2011. Determinantes da densidade e distribuição de ninhos e diversidade de espécies de meliponíneos (Apidae, Meliponini) em áreas de cerrado de Itirapina, SP. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociencias-USP, 238p.
- ROUBIK, D W. Ecology and Natural History of Tropical Bees. [Cambridge] Cambridge Univ. Press, 514p. 1989.

SANTOS, D.C.J.; SOUTO, L.S. 2011. Coleção entomológica como ferramenta facilitadora para a aprendizagem de Ciências no ensino fundamental. *Scientia Plena*, 7(5): 8p.

SAUTHIER, MARIA CELESTE DA SILVA ; SILVA, MARÍLIA DANTAS E ; SOUSA, NATHALIE ARAÚJO ; SANTOS, RODRIGO DE SOUZA SILVA DOS. 2023. DEVELOPMENT OF HANDMADE, NATURAL AND ECOLOGICAL COSMETICS BASED ON HONEY AND GEOPROPOLIS FROM STINGLESS BEES. *Journal of Agricultural Sciences Research* (2764-0973), v. 3, p. 2-8.

SILVA, W. P.; PAZ, J. R. L. 2012. Abelhas sem ferrão: muito mais do que uma importância econômica. *Natureza on line*. 10 (3): 146-152.

SILVA, M.D., RAMALHO, M., & MONTEIRO, D. 2013. Diversity and habitat use by stingless bees (Apidae) in the Brazilian Atlantic Forest. *Apidologie*, 44, 699-707.

SILVA, M D. 2014. A criação de abelhas sem ferrão como uma opção de sustentabilidade para o nordeste baiano. In: Miranda, O.C. (Org.) *Saberes da terra: uma prática educativa e social*. Salvador: Quarteto, 116p.

SILVA, M.D., MELO, J. P. S. 2014. Meliponicultura como alternativa de conservação ambiental e sustentabilidade: uma proposta para membros da comunidade rural de Governador Mangabeira, Bahia, Brasil. *Revista Extensão*, v. VII, p. 245-252p.

SILVA, M. D.; FERREIRA, M. S.; FERREIRA, M. S. 2019. Espécies de abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) em um fragmento urbano de Mata Atlântica secundária no Recôncavo da Bahia, Brasil. *Magistra, Cruz das Almas – BA*, V. 30, p.189 – 198.

SILVA, M. D.; LIMA, A. P. O.; COSTA, C. O. 2020. Mel de abelhas na alimentação de estudantes e servidores do IF Baiano *campus* Governador Mangabeira. *Revista Macambira*, v. 4, n.1, jan/jun 2020.

SILVA, M.D. 2021. Utilização de abelhas sem ferrão (Apidae) em práticas de educação ambiental com estudantes de Governador Mangabeira, Bahia, Brasil *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, Curitiba, v.4, n.1, p. 1176-1183 jan./mar. 2021.

SILVA, M. D; JESUS, A. P. S.; NUNES, R.H. O.; COSTA, C. O. 2021. Capacitação técnica de membros da comunidade de Governador Mangabeira-Ba em relação a criação de abelhas indígenas sem ferrão – Meliponíneos (Apidae, Meliponini). *Rev. Ext. Tril.*, Salvador, v. 1, n.1, p. 1-57, abr. 2021.

SILVA, R. B. V.; SANTOS, F. O.; TEIXEIRA, I. R.V. 2021. Environmental education: the importance of meliponaries in the academic environment. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 2, p. 15781-15792, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-278>.

JOSÉ WEVERTON ALMEIDA-BEZERRA: Graduado em Licenciatura plena em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri - URCA (2017), Especialista em Microbiologia, pela Faculdade de Venda Nova do Imigrante FAVENI (2020), Mestre (2020) e Doutor (2023) em Biologia Vegetal pela Universidade Federal do Pernambuco - UFPE na linha de Botânica Aplicada e Etnobotânica. Atualmente, Pesquisador bolsista de Pós-doutorado do Departamento de Química Biológica (PPQB), pela Universidade Regional do Cariri - URCA. Foi listado no ranking da *AD Scientific Index* (2024) como sendo um dos principais pesquisadores (25º lugar) da Universidade Regional do Cariri. Foi professor do curso de Ciências Biológicas da Universidade Regional do Cariri - URCA, Campus Missão Velha. Tendo sido responsável pelas disciplinas de Microbiologia, Parasitologia, TCC I, TCC II e Entomologia. Além disso, atuou como Docente do Núcleo de Ciências Biológicas do Programa de Residência Multiprofissional em Saúde Coletiva da URCA. É membro do grupo de pesquisadores do Laboratório de Micologia Aplicada do Cariri - LMAC e do Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular – LMBM, ambos da URCA. Tem experiência na investigação de atividades biológicas de produtos naturais e sintéticos frente a agentes etiológicos de doenças infecciosas e parasitárias. Além disso, é revisor *Ad hoc* de diversos periódicos, tais como *Antibiotics-Basel* (ISSN: 2079-6382; FI:5,222) e *Applied Sciences* (ISSN: 2076-3417; FI:2,835).

ADRIELLE RODRIGUES COSTA: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri - URCA, concluída em 2018. Especialista em Ecologia e Desenvolvimento Sustentável pela Faculdade de Venda Nova do Imigrante - FAVENI, em 2019, e mestrado em Bioprospecção Molecular na URCA (2018-2020). Atualmente, está cursando a formação pedagógica em Ciências Biológicas no Centro Universitário Leonardo Da Vinci - UNIASSELVI, e o doutorado no Programa Multicêntrico de Pós-graduação em Bioquímica e Biologia Molecular na Universidade Federal do Cariri - UFCA. Sua pesquisa atual concentra-se principalmente na química de proteínas e suas aplicações biológicas, com foco no estudo do câncer, toxicologia e microbiologia. Faz parte do grupo de pesquisa do Laboratório de Biologia Estrutural e Molecular da UFCA, colaborando ativamente em projetos relacionados a essas áreas de estudo. Além disso, exerce o papel de coordenadora no Núcleo de Biologia da Residência Multiprofissional em Saúde Coletiva - RMSC, sediado na Universidade Regional do Cariri, contribuindo para a formação de profissionais da saúde com uma abordagem interdisciplinar e voltada para a comunidade.

A

Abelhas 55, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 67, 117, 120, 127, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146

Agricultura 35, 49, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 136

Alecrim 56

Antifungigrama 112, 114, 115, 116

Antimicrobianos 59, 64, 112, 113

Aquicultura 28, 50

B

Banana 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

Bettas 31, 32, 33, 34, 39, 40, 47, 48, 49

Biodiversidade 8, 66, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 95, 133, 145

Biotecnologia 65, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

C

Cascas 79, 82, 83, 85, 92, 93

Cicatrização 63, 79, 81, 82, 89, 92, 93, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 126, 128, 129, 130

Comitê de ética 85, 87, 121, 122, 130

Comunicação 18, 19, 20, 23, 24, 25

D

Descarbonização 7, 10, 11, 12

Desenvolvimento 7, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 24, 25, 26, 35, 38, 39, 44, 50, 56, 60, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 77, 81, 92, 93, 96, 97, 102, 103, 106, 107, 108, 121, 132, 136, 139, 141, 142, 143

Desenvolvimento sustentável 7, 68, 70, 77, 143

Diagnóstico 2, 3, 5, 6, 17, 18, 19, 24, 25, 26

Doença 2, 3, 4, 5, 6

E

Educação sanitária 2, 5

Eficiência energética 11

Energia 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 34, 44, 47, 50

Ensino 53, 112, 114, 115, 116, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 143, 144, 145

Extratos 54, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 66, 81, 82, 113

F

Farmácia 95

Feridas 63, 66, 67, 79, 81, 87, 90, 91, 92, 93, 117, 118, 119, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

Filariose 2, 3, 4, 5, 6

Fitoquímica 55, 66

Flavonoides 54, 56, 57, 58, 61, 63, 120, 127

Fonoaudiólogo 19, 20, 25, 26

G

Galhadores 96, 97, 106, 109

Galhas 95, 96, 97, 98, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111

H

Histopatológica 38, 79, 82, 87, 89, 128

I

Insetos 97, 106, 110, 111, 132, 133

M

Medicina 28, 50, 53, 55, 60, 113, 130

Meliponário 131, 132, 133, 134, 135, 137, 141, 142, 143, 144, 145

Meliponíneos 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 144, 145, 146

Microorganismos 59, 76, 112, 113, 114, 115, 116, 126

Myrciaria 95, 96, 97, 106, 107, 109, 111

Myrtaceae 95, 96, 97, 107, 110, 111

P

Peixes 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53

Piscicultura 30, 51, 53

Políticas 5, 7, 10, 71, 74

Preservação 34, 70, 73, 74, 75, 133

Produção agrícola 10, 69, 71, 74, 76

Produtos naturais 55

Própolis 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 117, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

R

Resistência 19, 23, 24, 25, 42, 50, 59, 60, 64, 74, 112, 113, 114, 116

S

Sistema agrícola 81

Soja 70

T

TEA 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26

Temperatura 29, 30, 31, 43, 44, 50, 100, 101, 106

Transição energética 7, 9, 10, 11, 15

V

Vetor 3, 4

Z

Zoonose 2, 3

Vida em EVOLUÇÃO:

EXPLORANDO AS
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS 2



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



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



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Vida em EVOLUÇÃO:

EXPLORANDO AS
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS 2



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



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



www.facebook.com/atenaeditora.com.br