

Organizadores
Isaac de Lima Cavalcante
João Victor Santos Frota

ANAIS DO I SIMPÓSIO DE ANIMAIS MARINHOS E AQUÁTICOS



I SIPAMAR

**Águas de Março: Desafios Climáticos
e a Saúde da Vida Aquática**

**Anais do I Simpósio de Animais Marinhos e Aquáticos -
(SIPAMAR) - (2025 - Fortaleza - CE)**

Anais



I SIPAMAR

**Águas de Março: Desafios Climáticos
e a Saúde da Vida Aquática**

10 A 12 DE MARÇO

Local: Auditório Paulo Petrola - UECE - Fortaleza - CE

Data: 10, 11 e 12 de MARÇO de 2025.



2025 - Thesis Editora Científica

Copyright © Thesis Editora Científica

Open access publication by Thesis Editora Científica

Editor Chefe: Felipe Cardoso Rodrigues Vieira

Diagramação, Projeto Gráfico e Design da Capa: Thesis Editora Científica

Revisão: Organização do evento e os autores



Licença Creative Commons

Anais do I Simpósio de Animais Marinhos e Aquáticos (SIPAMAR) está licenciado com uma Licença Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Esta licença exige que as reutilizações deem crédito ao criador. Ele permite que os reutilizadores distribuam, remixem, adaptem e construam o material em qualquer meio ou formato, mesmo para fins comerciais.

O conteúdo da obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, não representando a posição oficial da Thesis Editora Científica. É permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores. Todos os direitos para esta edição foram cedidos à Thesis Editora Científica.

ISBN: 978-65-83199-37-9

Thesis Editora Científica
Teresina – PI – Brasil
contato@thesiseditora.com.br
www.thesiseditora.com.br



2025

2025 - Thesis Editora Científica

Copyright © Thesis Editora Científica

Open access publication by Thesis Editora Científica

Editor Chefe: Felipe Cardoso Rodrigues Vieira

Diagramação, Projeto Gráfico e Design da Capa: Thesis Editora Científica

Revisão: Organização do evento e os autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

I Simpósio de Animais Marinhos e Aquáticos
(SIPAMAR):(03. : 2025 : Fortaleza, CE)

Anais do I Simpósio de Animais Marinhos e Aquáticos
(SIPAMAR) [livro eletrônico] : águas de março : desafios
climáticos e a saúde da vida aquática / organização Isaac de Lima
Cavalcante, João Victor Santos Frota. -- 1. ed. -- Fortaleza, CE :
Thesis Editora Científica, 2025.

PDF

Vários autores.

Bibliografia

ISBN 978-65-83199-37-9

1. Animais aquáticos 2. Animais marinhos 3. Ciências
biológicas 4. Congressos I. Cavalcante, Isaac de Lima. II. Frota,
João Victor Santos. III. Título. VI. Título.

25-318820.0

CDD-578.06

Índices para catálogo sistemático:

1. Congresso : Ciências biológicas 578.06

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

Thesis Editora Científica
Teresina – PI – Brasil
contato@thesiseditora.com.br
www.thesiseditora.com.br

Sumário

Apresentação	06
Realização	06
Promoção	07
Apoio	07
Editora	07
Coordenação	07
Comissão científica avaliadora dos resumos do I Sipamar	08
Programação do evento	10
Seleção dos melhores trabalhos	12
Apoio	13
Membros da comissão organizadora	13
Sumário dos resumos expandidos	14
Artigos e resumos expandidos	18
Fotos do evento	204

Anais do I Simpósio de Animais Marinhos e Aquáticos - (SIPAMAR) - (2025 - Fortaleza - CE)

APRESENTAÇÃO

O I Simpósio de Animais Marinhos e Aquáticos (SIPAMAR), promovido pela Liga Acadêmica de Animais Marinhos, Aquáticos e Ambientes Costeiros (LAMAAC), ocorrerá nos dias 10, 11 e 12 de Março de 2025, das 8:00 às 17:00, com o tema: “Águas de Março: Desafios Climáticos e a Saúde da Vida Aquática”.

O evento contará com a participação de profissionais, estudantes, organizações não governamentais (ONGs), empresas e entusiastas da área, com atividades desenvolvidas nos seguintes subtemas:

- Ecologia e conservação de ecossistemas aquáticos;
- Clínica, biologia e conservação de animais aquáticos;
- Produção sustentável de organismos aquáticos;
- Saúde pública.

Durante os três dias de evento serão promovidas palestras, mesas redondas, exposição de trabalhos científicos e projetos de extensão, além de minicursos com profissionais da área.

REALIZAÇÃO

O I SIPAMAR é promovido pela Liga Acadêmica de Animais Marinhos, Aquáticos e Ambientes Costeiros (LAMAAC), da Universidade Estadual do Ceará (UECE), a qual é formada por estudantes de Medicina Veterinária e Ciências Biológicas, focados em expandir o conhecimento sobre a medicina e a biologia de animais aquáticos e a sua interação ecológica e sustentável com o ambiente. A orientação é conduzida pela professora Dra. Carmina Sandra Brito Salmito-Vanderley, médica veterinária, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento de projetos e atividades educativas. Além disso, a liga conta com o auxílio dos professores colaboradores Cibelle Mara Pereira de Freitas, Sara Monaliza Sousa Nogueira, Célia Maria de Souza Sampaio e Isaac Neto Goes da Silva.

PROMOÇÃO

Liga Acadêmica de Animais Marinhos, Aquáticos e Ambientes Costeiros.

APOIO

Faculdade de Veterinária UECE (FAVET - UECE), Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias (PPGCV), Centro de Ciências Biológicas UECE (CCB-UECE), Vetnil e Optivet

EDITORIA

Thesis Editora Científica

Comissão organizadora do I SIPAMAR - 10, 11 e 12 de março de 2025

COORDENAÇÃO

1. Orientação e Colaboração: Carmina Sandra Brito Salmito-Vanderley, Cibelle Mara Pereira de Freitas, Célia Maria de Souza Sampaio, Sara Monaliza Sousa Nogueira e Isaac Neto Goes da Silva.
2. Presidência: Isaac de Lima Cavalcante e João Victor Santos Frota.
3. Secretariado: Maria Eduarda Silva Souza.
4. Diretoria Financeira e de Recursos Humanos: Isabelle de Aguiar Bessa, Julia da Paz Mamede e Juliane Maria Maciel Oliveira.
5. Diretoria de Mídias e Marketing: Thainara David Sombra de Lima, Livian Cau Gomes e Wanderson Ferreira Cavalcante, Flávia Sousa de Mesquita.
6. Diretoria de Ensino: Emanuel Martins da Costa e Ana Caroline Oliveira Rocha.
7. Diretoria de Pesquisa: Giovanna Mazzini Terra e Francisco Iury Cunha Barbosa.
8. Diretoria de Extensão: Isabele Amorim de Moura e David Patrick Oliveira de Freitas.
9. Diretoria de Eventos: Desireé Solano Mendes Carvalho.
10. Comissão avaliadora dos trabalhos científicos: Cibelle Mara Pereira de Freitas, Neilton Monteiro Pascoal Filho e Raphael Ferreira Oliveira.

Comissão científica avaliadora dos resumos do I SIPAMAR - 10, 11 e 12 de março de 2025

Coordenador(a): Cibelle Mara Pereira de Freitas

A Comissão Científica Avaliadora do I Simpósio de Animais Marinhos e Aquáticos (SIPAMAR) estabeleceu os seguintes critérios para a avaliação dos resumos submetidos ao evento. Esses critérios visam garantir a qualidade científica e a relevância dos trabalhos apresentados, alinhando-os com os objetivos e subtemas do simpósio.

1. Relevância do Tema

Os trabalhos devem estar diretamente relacionados aos subtemas do evento, que incluem:

- Ecologia e conservação de ecossistemas aquáticos;
- Clínica, biologia e conservação de animais aquáticos;
- Produção sustentável de organismos aquáticos;
- Saúde pública.

Além disso, o tema deve ser atual e relevante para a área de estudo, contribuindo para o avanço do conhecimento científico ou técnico.

2. Originalidade e Inovação

Os resumos devem apresentar abordagens, ideias ou resultados inovadores, destacando-se pela originalidade e pela contribuição para a área de animais marinhos e aquáticos.

3. Clareza e Organização

Os resumos devem ser claros, objetivos e bem estruturados, contendo:

- Introdução com contextualização e justificativa;
- Objetivos bem definidos;
- Metodologia descrita de forma sucinta e compreensível;
- Resultados e discussão (mesmo que preliminares) apresentados de forma clara;
- Conclusões que respondam aos objetivos propostos.

O texto deve estar livre de erros gramaticais e ortográficos, utilizando linguagem científica apropriada.

4. Metodologia

A metodologia apresentada deve ser adequada ao objetivo do trabalho, bem descrita e permitir a reprodutibilidade do estudo. Trabalhos que demonstrem rigor científico e ética na condução da pesquisa serão valorizados.

5. Impacto Científico e Social

Os trabalhos devem evidenciar o impacto potencial na área de estudo, seja em termos de conservação, saúde pública, produção sustentável ou outro aspecto relevante. A aplicabilidade prática dos resultados e a contribuição para políticas públicas ou práticas sustentáveis serão consideradas.

6. Qualidade dos Resultados

Os resultados apresentados devem ser consistentes, bem analisados e interpretados. Deve haver uma relação clara entre os resultados e as conclusões, demonstrando a relevância do estudo.

7. Adequação às Normas do Evento

Os resumos devem seguir rigorosamente as normas de submissão estabelecidas pelo evento, incluindo:

- Formatação e limite de palavras;
- Estruturação adequada (introdução, objetivos, metodologia, resultados e conclusões);
- Uso de linguagem científica apropriada.

Trabalhos que não atendam às normas poderão ser desclassificados.

8. Contribuição para os Objetivos do Evento

Os trabalhos devem estar alinhados com o tema central do evento: “*Águas de Março: Desafios Climáticos e a Saúde da Vida Aquática*”. Devem promover discussões relevantes sobre os desafios climáticos e a saúde dos ecossistemas aquáticos.

9. Critérios de Desempate

Em caso de empate na pontuação, serão priorizados os trabalhos que:

- Apresentem maior originalidade;
- Tenham maior impacto prático ou social;
- Estejam mais alinhados com os subtemas do evento.

10. Seleção dos Melhores Trabalhos

Os três melhores trabalhos serão premiados, considerando a pontuação final obtida com base nos critérios acima. A premiação será realizada no encerramento do evento.

Esses critérios foram elaborados pela Comissão Científica Avaliadora, coordenada pela professora Cibelle Mara Pereira de Freitas, e serão aplicados de forma justa e transparente para garantir a excelência dos trabalhos apresentados no I SIPAMAR.

PROGRAMAÇÃO DO EVENTO

O I SIPAMAR está programado para ocorrer em 3 dias de evento (10, 11 e 12 de março) das 08h às 17h. Tendo a seguinte programação:

DIA 1:

- **Abertura e Credenciamento** (08 - 09h);

- **Palestra** (09h - 10h) - Desvendando os efeitos das mudanças climáticas na dinâmica das populações de animais aquáticos. (Engenheira de Pesca Caroline Vieira Feitosa);

- **Coffee-break + Momento com patrocinador + Expositores** (10h - 10:30h);

- **Palestra** (10:30 - 11:30) - Conservação de Quelônios Marinhos: O impacto da mudança climática na dinâmica populacional desses animais. (Biológa Alice Frota - VerdeLuz);

- **Palestra** (11:30 - 12:30h) - Desafios da conservação de aves limícolas migratórias. (Biólogo Onofre Monteiro);

- **Almoço** (12:30 - 13:30);

- **Mesa redonda** (13:30h - 14:30h) : Atuação de projetos de conservação de fauna no Nordeste brasileiro (Aquasis, Verdeluz e PCCB);

- **Palestra** (14:30 - 15:30): Neonatologia e cuidados pediátricos com o peixe-boi marinho em processo de reabilitação. (MV. Filipe Catardo);

- **Coffee-break + Momento com patrocinador + Expositores** (15:30-16:00);
- **Palestra** (16h - 17h): Exames complementares na clínica de peixes ornamentais. (MV. Renan Lima);

DIA 2:

- **Palestra** (08h - 09h): Uso de probióticos na produção aquícola: métodos para manutenção da saúde do plantel e uso consciente da água. (MV. Karen Guerra);
- **Palestra** (09h - 10h): Espinhel de potes para a captura de polvos: métodos alternativos para pesca sustentável. (Engenheiro de Pesca Tiago Veiga);
- **Coffee-break + Momento com patrocinador** (10h - 10:30h);
- **Palestra** (10:30 - 11:30h): Resistência a antimicrobianos na piscicultura e o risco da contaminação ambiental (Engenheira Jéssica Saldanha);
- **Almoço** (11:30 - 13h)
- **Apresentação de Trabalhos** (13h - 16h);
- **Premiação e Encerramento** (16:00 - 17:00h).

Blocos temáticos:

- Resgate e reabilitação de animais aquáticos (dia 10)
- Pesquisa e conservação de animais aquáticos (dia 10)
- Produção de organismos aquáticos (dia 11)

MINICURSOS (DIA 12):

DIA 3: 8h às 17h.

- Técnicas de conservação de material biológico para coleções científicas. (Bióloga Mariany Oliveira);
- Análises clínicas e laboratoriais de animais aquáticos (MV. Alícia Felix E MV. Renan Lima);
- Inspeção e tecnologia do pescado (MV. Glaycione Costa Rodrigues).

Expositores

- Aquasis e Verdeluz dia 10 (Manhã 09h às 11h);
- Universidade Azul dia 10 (Tarde 13h às 15h).

SELEÇÃO DOS MELHORES TRABALHOS

Resultado da Seleção dos melhores trabalhos apresentados no I Simpósio de Animais Marinhos e Aquáticos - (SIPAMAR) – 10, 11 a 12 de Março de 2025

1° - PRIMEIRO LUGAR

Efeito do estresse da exposição ao ar na resposta fisiológica da lagosta *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1817) em cativeiro
Effect of air exposure stress on the physiological response of the lobster *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1817) in captivity

Jéssica Lucinda Saldanha da Silva, Marina Teresa Torres Rodriguez, Rafael Santos Rocha, Oscarina Viana de Sousa, Fátima Cristiane Teles de Carvalho, Raul Cruz Izquierdo

1° - PRIMEIRO LUGAR

Patogenicidade e resistência a antibióticos de *Aeromonas* spp. em ambiente de criação de tilápia no nordeste do Brasil.
Pathogenicity and antibiotic resistance of *Aeromonas* spp. in a tilapia farming environment in northeastern Brazil

Deborah Oliveira Amarante, Sara Andrade dos Santos, Lucas Daniel Borges, Rafael Santos Rocha, Oscarina Viana de Sousa, Francisca Gleire Rodrigues de Menezes

2° - SEGUNDO LUGAR

Caracterização microbiológica de estirpes bacterianas isoladas do sistema reprodutor de espécies de lagosta comerciais no estado de Ceará/Brasil
Microbiological Characterization of Bacterial Strains Isolated from the Reproductive System of Commercial Lobster Species in the State of Ceará, Brazil

Marina Teresa Torres Rodríguez; Jessica Lucinda Saldanha da Silva; Rafael dos Santos Rocha; Fátima Cristiane Teles de Carvalho; Raúl Cruz Izquierdo

3° - TERCEIRO LUGAR

Bioeconomia Azul aplicada à pesca e aquicultura sustentável.
Blue Bioeconomy Applied to Sustainable Fisheries and Aquaculture

Adriana Rodrigues Machado, Carmen Luce Duarte, Maria Eduarda Araujo Machado, Camila Tawana Ferreira Santos, Pedro Vinicius Ribeiro de Lima, Maria Inês Rodrigues Machado

Anais do I Simpósio de Animais Marinhos e Aquáticos - (SIPAMAR) - (2025 - Fortaleza - CE)



I SIPAMAR

**Águas de Março: Desafios Climáticos
e a Saúde da Vida Aquática**

10 A 12 DE MARÇO

APOIO

Faculdade de Veterinária UECE (FAVET - UECE), Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias (PPGCV), tendo como organizadores. alunos dos cursos de Medicina Veterinária e Ciências Biológicas da UECE, Campus Itaperi - CE

MEMBROS DA COMISSÃO ORGANIZADORA



**Anais do I Simpósio de Animais Marinhos e Aquáticos - (SIPAMAR) - (2025 -
Fortaleza - CE). Editor Ronaldo de Oliveira Sales - Fortaleza - CE - 2025**

SUMÁRIO DOS RESUMOS EXPANDIDOS

001 - Bem-estar animal: um conceito aplicável em animais aquáticos?

Mikael Silva de Oliveira, Vitória Gabriela Sanxo de Azevedo, Larissa Costa Dantas Vieira,
Letícia Fontenele Barbosa, Karina Emilly Lima Alves, Cibelle Mara Pereira de Freitas.....18

**002 - A diversidade de estratégias da reprodução de Tubarões e os desafios para a
conservação: Revisão de Literatura**

Pedro Augusto Pinheiro Brito, Euziele Oliveira de Santana, Isadora Raquell Soares de
Queiroz.....26

003 - Estudo da estabilidade física de rações comerciais para camarões

Diego Wesley Cavalcante Viana, Deborah Oliveira Amarante, Jhonatas Teixeira Viana,
Rubens Galdino Feijó.....32

**004 - Avanços e Desafios na Tecnologia e Inspeção de Pescados no Ceará: Uma Revisão
de Literatura**

Isabele Amorim de Moura, João Victor Santos Frota, Giovanna Mazzini Terra, Desireé Solano
Mendes Carvalho, Francisco Iury Cunha Barbosa, Ana Luiza Malhado Cazaux de Souza
Velho.....38

005 - Bioeconomia Azul aplicada à pesca e aquicultura sustentável

Adriana Rodrigues Machado, Carmen Luce Duarte, Maria Eduarda Araujo Machado, Camila
Tawana Ferreira Santos, Pedro Vinicius Ribeiro de Lima, Maria Inês Rodrigues
Machado.....45

006 - Consequências dos microplásticos para os animais marinhos

Vitória Gabriela Sanxo de Azevedo, Mikael Silva de Oliveira, Ivinny Tereza Alves Prazeres,
Maria Clara Liberato Oliveira, Filipe Aragão Pereira, Cibelle Mara Pereira de Freitas.....55

**007 - Mudanças Climáticas e suas Consequências nas Relações entre Algas e Corais:
Uma Revisão Bibliográfica**

Wanderson Ferreira Cavalcante, Yngrid Lemos Pereira, Mikael Silva de Oliveira, Ana Beatriz da Costa Santos, Andréa Pereira Silveira, Oriel Herrera Bonilla.....63

008 - Percepção de alunos do ensino médio sobre espécies invasoras e seus impactos na biodiversidade marinha

Teógenes Adib da Silva, Gabriel Teixeira Silva, Wanderson Ferreira Cavalcante, Mikael Silva de Oliveira, Oriel Herrera Bonilla.....71

009 - Avaliação de um protocolo para a caracterização microbiológica do sistema reprodutor de espécies comerciais do gênero *Panulirus* no estado do Ceará/Brasil

Marina Teresa Torres Rodríguez, Jessica Lucinda Saldanha da Silva, Rafael dos Santos Rocha, Fátima Cristiane Teles de Carvalho; Raúl Cruz Izquierdo.....77

010 - Caracterização microbiológica de estirpes bacterianas isoladas do sistema reprodutor de espécies de lagosta comerciais no estado de Ceará/Brasil

Marina Teresa Torres Rodríguez, Jessica Lucinda Saldanha da Silva, Rafael dos Santos Rocha, Fátima Cristiane Teles de Carvalho, Raúl Cruz Izquierdo.....82

**011 - O Reflexo da Poluição Marinha no Surgimento da Gota Úrica em Aves Aquáticas:
Revisão de Literatura**

João Ricardo Sales Rocha Filgueiras, Maria Eduarda da Rocha Almeida, Lívia Cristina Barroso Trindade, Giullia da Silva Rocha, Guilherme Cabral Pinheiro, Fernanda Menezes de Oliveira e Silva.....87

012 - Sistema Móvel de Aquaponia como Ferramenta de Protagonismo Estudantil

Camila Tawana Ferreira Santos, Pedro Vinicius Ribeiro de Lima, Daiane de Souza Muniz de Oliveira, Felipe Thomaz da Camara, Ricardo Luiz Lange Ness.....94

013 - Patogenicidade e resistência a antibióticos de *Aeromonas* spp. em ambiente de criação de tilápia no nordeste do Brasil

Deborah Oliveira Amarante, Sara Andrade dos Santos, Lucas Daniel Borges, Rafael Santos Rocha, Oscarina Viana de Sousa, Francisca Gleire Rodrigues de Menezes.....103

014 - Presença de *Aeromonas* em ambiente de cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na região nordeste do Brasil

Deborah O. Amarante, Raquel C. Soares, Maria T. M. Sousa, Fátima C. T. de Carvalho, Celio H. A. Cavalcante, Francisca Gleire R. de Menezes.....111

015 - Alterações sobre os parâmetros cinéticos do sêmen de curimatã comum (*Prochilodus brevis*) durante o resfriamento

Kamila Teixeira de Paula, Mariana Sobral Guimarães, Fernanda Vitória Almeida Magalhães, Yara Silvino Sales, Luiz Túlio Teixeira Mota, Isaac Lima Cavalcante.....119

016 - Aspectos Da Resposta Imune-Inflamatória Do Hospedeiro Ao Nematóide *Anisakis* spp

Isabela Ferreira Sampaio, Lara Cordeiro Belchior, Guilherme Silva Ribeiro, João Victor Santos Frota, Diana Célia Sousa Nunes-Pinheiro.....127

017 - Caracterização histológica do baço de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*)

Isadora Raquell Soares de Queiroz, Euziele Oliveira de Santana, Moacir Franco de Oliveira, Fernanda Löffler Niemeyer Attademo, Erick Platiní Ferreira de Souto, Radan Elvis Matias de Oliveira.....136

018 - Caracterização histológica do timo de filhotes de tartarugas-de-pente (*Eretmochelys imbricata*)

Euziele Oliveira de Santana, Isadora Raquell Soares de Queiroz, Flávio José de Lima Silva, Erick Platiní Ferreira de Souto, Radan Elvis Matias de Oliveira, Moacir Franco de Oliveira.....143

019 - Efeito do estresse da exposição ao ar na resposta fisiológica da lagosta *Panulirus laevis* (Latreille, 1817) em cativeiro

Jéssica Lucinda Saldanha da Silva, Marina Teresa Torres Rodriguez, Rafael Santos Rocha, Oscarina Viana de Sousa, Fátima Cristiane Teles de Carvalho, Raul Cruz Izquierdo.....150

020 - Fratura transversa e completa em diáfise medial de metatarso direito em Carão (Aramus guarauna): Relato de caso

Lídia Silva Ribeiro, Carlos Diego de Sousa Ribeiro, Karlla Gabriella Barbosa de Castro Lustosa, Bruno Pessoa Lima, Camila Carvalho Fontão, William Cardoso Maciel.....157

021 - Níveis tóxicos de nitrito e amônia em um aquário de Carassius auratus

Desireé Solano Mendes Carvalho, Isabele Amorim de Moura, Cibelle Mara Pereira de Freitas, Ívina Leal de Santos, Giovanna Mazzini Terra, Renan Carlos de Souza Lima.....164

022 - Técnicas de Abate e Insensibilização em Pescado: Uma Revisão Bibliográfica

Maria Eduarda Araujo Machado, Adriana Rodrigues Machado, Carmen Luce Duarte, Wilson Pereira da Silva, Jadna Maria Machado Araújo⁵, Maria Inês Rodrigues Machado.....174

023 - Achados de necropsia em aves limícolas colididas em linhas de transmissão de energia em Icapuí/Ce

Dayse Queiroz Rodrigues, João Victor Santos Frota, Gabriela Lima Araújo, José Onofre Nascimento Monteiro, Marco Aurélio Crozariol, Paulo Ricardo de Oliveira Bersano.....183

024 - Presença de material sugestivo de óleo bruto em tartaruga marinha (Eretmochelys imbricata) encalhada na costa cearense: Relato de caso

Karlla Gabriella Barbosa de Castro Lustosa, Camila Carvalho Fontão, Alice Frota Feitosa, Raya Maria Teixeira Ramo, Carminda Sandra Brito Salmito Vanderley, Paulo Ricardo de Oliveira Bersano.....189

025 - Manejo em adultos de garoupa-verdadeira (Epinephelus marginatus) para controle do ectoparasita Neobenedenia sp. - Relato de caso

Maria Júlia Bezerra Esteves, Manuela Saboia Mont Alverne Girão, Maria Eduarda da Rocha Almeida, Guilherme Cabral Pinheiro, Ricardo Camurça Pinto, Fernanda Cristina Macedo Rondon.....196

BEM-ESTAR ANIMAL: UM CONCEITO APLICÁVEL EM ANIMAIS AQUÁTICOS?

ANIMAL WELFARE: A CONCEPT APPLICABLE TO AQUATIC ANIMALS?

Mikael Silva de Oliveira¹

Vitória Gabriela Sanxo de Azevedo²

Larissa Costa Dantas Vieira³

Letícia Fontenele Barbosa⁴

Karina Emilly Lima Alves⁵

Cibelle Mara Pereira de Freitas⁶

¹ Graduando em Ciências Biológicas na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0006-3346-8648>. E-mail: mikael.oliveira@aluno.uece.br

² Graduanda em Medicina Veterinária na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0001-1847-3549>.

³ Graduanda de Medicina Veterinária na Universidade Estadual do Ceará, campus Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0000-0109-6487>.

⁴ Graduanda de Medicina Veterinária na Universidade Estadual do Ceará, campus Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0007-5958-4660>.

⁵ Graduanda em Medicina Veterinária na Universidade Estadual do Ceará, campus Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0008-8768-5634>.

⁶ Professora, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, campus Itaperi. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-4379-474X>

RESUMO

O conceito de bem-estar animal tem ganhado relevância no contexto dos organismos aquáticos, especialmente devido ao crescimento da aquicultura. Evidências científicas confirmam a senciência de peixes, crustáceos e outros organismos aquáticos, justificando sua inclusão no debate sobre bem-estar animal. Este trabalho consiste em uma revisão de literatura, realizada em bases como PubMed, Scopus e SciELO, para explorar a aplicabilidade do conceito de bem-estar em animais aquáticos. Os resultados indicam que, embora o tema seja emergente, ainda há lacunas significativas na padronização de indicadores e práticas. Fatores como qualidade da água, densidade de estocagem e métodos de abate têm impacto direto no bem-estar desses organismos. No entanto, a diversidade biológica e a ausência de regulamentações específicas dificultam a implementação de práticas éticas e sustentáveis. Conclui-se que o conceito de bem-estar animal é aplicável e necessário para organismos aquáticos, mas enfrenta desafios práticos e normativos que demandam maior atenção científica e política.

Palavras-chave: bem-estar animal. aquicultura. organismos aquáticos. senciência. manejo sustentável.

ABSTRACT

The concept of animal welfare has gained relevance in the context of aquatic organisms, especially due to the growth of aquaculture. Scientific evidence confirms the sentience of fish, crustaceans, and other aquatic organisms, justifying their inclusion in the animal welfare debate. This study consists of a literature review, conducted in databases such as PubMed, Scopus, and SciELO, to explore the applicability of the welfare concept to aquatic animals. The results indicate that, although the topic is emerging, significant gaps remain in the standardization of indicators and practices. Factors such

as water quality, stocking density, and slaughter methods directly impact the welfare of these organisms. However, biological diversity and the absence of specific regulations hinder the implementation of ethical and sustainable practices. It is concluded that the concept of animal welfare is applicable and necessary for aquatic organisms but faces practical and regulatory challenges that require greater scientific and political attention.

Keywords: animal welfare. aquaculture. aquatic organisms. sentience. sustainable management.

1. INTRODUÇÃO

O conceito de bem-estar animal, amplamente discutido e aplicado em animais terrestres, têm ganhado relevância no contexto dos organismos aquáticos, especialmente devido ao crescimento exponencial da aquicultura. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2020), a aquicultura já supera a pesca extrativa em volume de produção, sendo responsável por mais de 50% do pescado consumido globalmente. Este cenário reflete não apenas a crescente demanda por alimentos de origem aquática, mas também a necessidade de práticas mais éticas e sustentáveis no manejo desses organismos (FAO, 2020).

A inclusão de peixes, crustáceos e outros organismos aquáticos no debate sobre bem-estar animal é sustentada por evidências científicas que confirmam sua sentiência. Estudos como os de Sneddon *et al.* (2014) demonstram que os peixes possuem sistemas neurológicos capazes de processar dor e estresse. Além disso, organismos como crustáceos decápodes e moluscos cefalópodes também apresentam comportamentos e respostas fisiológicas que indicam capacidade de sofrimento (Elwood, 2019; Fernandes & Andrade, 2023). Essa compreensão tem impulsionado a criação de protocolos de manejo que visam minimizar o sofrimento e melhorar a qualidade de vida desses animais (Huntingford *et al.*, 2006).

No entanto, a aplicação do conceito de bem-estar animal em ambientes aquáticos enfrenta desafios únicos. A diversidade biológica dos organismos aquáticos, que inclui mais de 580 espécies cultivadas globalmente (FAO, 2020), e a complexidade dos ecossistemas aquáticos dificultam a padronização de indicadores e práticas (Ashley, 2007). Indicadores fisiológicos e comportamentais têm sido propostos, mas ainda carecem de validação e padronização para diferentes espécies (Franks *et al.*, 2021; Martins *et al.*, 2012). Além disso, soma-se ao problema o agravante da ausência de regulamentações específicas em muitos países e a falta de consenso sobre a sentiência de algumas espécies, como crustáceos (OIE, 2022; Elwood, 2019).

A relevância do bem-estar animal na aquicultura vai além de questões éticas. Estudos mostram que práticas que promovem o bem-estar, como controle da densidade de estocagem, qualidade da água e métodos humanitários de abate, não apenas reduzem o sofrimento animal, mas também melhoram a produtividade e a qualidade dos produtos finais (Huntingford *et al.*, 2006; Ashley, 2007). Em fazendas de salmão na Noruega, a redução da densidade de estocagem resultou em menor mortalidade e maior crescimento dos peixes (Franks *et al.*, 2021), reforçando a integração do bem-estar animal às práticas de manejo. (Martins *et al.*, 2012).

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo explorar a aplicabilidade do conceito de bem-estar animal em organismos aquáticos, com base em uma revisão da literatura científica. Busca-se identificar os principais avanços, lacunas e desafios relacionados ao tema, bem como propor direções para futuras investigações.

A inclusão de animais aquáticos no debate sobre bem-estar animal é um passo essencial para garantir práticas mais éticas e sustentáveis, alinhadas às demandas de consumidores e às exigências de mercados internacionais (FAO, 2020; OIE, 2022).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia deste estudo baseou-se em uma revisão bibliográfica sistemática, com o objetivo de identificar, analisar e sintetizar as evidências científicas disponíveis sobre o bem-estar de organismos aquáticos. Este método foi escolhido por sua capacidade de garantir transparência, reprodutibilidade e confiabilidade dos resultados, conforme descrito por Petticrew e Roberts (2006). A revisão foi conduzida seguindo as diretrizes do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que estabelece padrões rigorosos para a realização de revisões sistemáticas (Page *et al.*, 2021).

A busca foi realizada em bases de dados como PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar e SciELO, utilizando palavras-chave como "Animal welfare in aquaculture" e "fish welfare indicators", combinadas com operadores booleanos. Foram incluídos artigos publicados entre 2010 e 2023, em inglês, português ou espanhol, que abordassem o bem-estar de peixes, crustáceos e outros organismos aquáticos em contextos de aquicultura, pesca ou conservação. Estudos sem dados empíricos ou que tratassem apenas de aspectos econômicos foram excluídos.

A seleção dos artigos foi feita em etapas, com análise de títulos e resumos por dois revisores independentes, minimizando vieses (Higgins *et al.*, 2019). Os dados extraídos

foram organizados em temas como indicadores de bem-estar, protocolos de manejo e desafios éticos. Ferramentas como Mendeley, Rayyan e Excel foram utilizadas para gerenciar referências e organizar os dados. Apesar da exclusão de literatura não publicada e da heterogeneidade dos métodos analisados, a abordagem garantiu uma análise confiável e aprofundada sobre o tema (Petticrew & Roberts, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da revisão sistemática indicam que o bem-estar de organismos aquáticos é um tema emergente, mas ainda subdesenvolvido em termos de padronização de indicadores e práticas. Estudos recentes destacam que fatores como qualidade da água, densidade de estocagem, nutrição e métodos de abate têm impacto direto no bem-estar e na produtividade dos organismos aquáticos (Fernandes & Andrade, 2023; Ashley, 2007). A seguir, os principais achados são discutidos em categorias temáticas.

Os indicadores fisiológicos e comportamentais são amplamente utilizados para avaliar o bem-estar de peixes e outros organismos aquáticos (Adams *et al.*, 2019; Jerez-Cepa; Ruiz-Jarabo, 2021). Indicadores fisiológicos, como níveis de cortisol, frequência cardíaca e resposta imunológica, são considerados confiáveis para medir o estresse em peixes (Sneddon *et al.*, 2014; Franks *et al.*, 2021). Por exemplo, um estudo conduzido por Ashley (2007) demonstrou que níveis elevados de cortisol estão associados a condições de estresse crônico, como alta densidade de estocagem e má qualidade da água. No estudo tangido por Gneiding *et al.* (2019), o estudo neuroanatômico somado aos indicadores de bem-estar animal em peixes podem fornecer dados significativos. Além disso, indicadores comportamentais, como padrões de natação, alimentação e interação social, têm sido explorados como ferramentas promissoras, embora ainda careçam de padronização para diferentes espécies (Martins *et al.*, 2012).

A qualidade da água é um dos fatores mais críticos para o bem-estar de organismos aquáticos. O estudo de Batista *et al.* (2022) associa o bem-estar de peixes na aquicultura à implementação de três técnicas sustentáveis de uso de água. Estudos mostram que parâmetros como oxigênio dissolvido, temperatura, pH e níveis de amônia influenciam diretamente a saúde e o comportamento dos peixes (InfoPeixe, 2023; Sousa, 2023). Por exemplo, um estudo publicado na *Reviews in Aquaculture* revelou que a manutenção de níveis adequados de oxigênio dissolvido reduz significativamente o estresse e melhora o desempenho zootécnico dos peixes (InfoPeixe, 2023). Além disso, práticas de manejo, como

a redução da densidade de estocagem, têm demonstrado benefícios claros (Franks *et al.*, 2021).

Os métodos de abate e insensibilização são aspectos cruciais para o bem-estar de organismos aquáticos. A insensibilização por percussão e eletronarcose tem sido amplamente recomendada como alternativas éticas e eficazes para minimizar o sofrimento durante o abate (Fernandes & Andrade, 2023). Estudos mostram que esses métodos reduzem significativamente os níveis de cortisol e evitam respostas comportamentais associadas à dor (Huntingford *et al.*, 2006). No entanto, a implementação desses métodos ainda é limitada em muitos países, devido à falta de regulamentações específicas e ao custo associado.

As evidências da senciência em crustáceos demandam atenção especial para os abates desses animais no contexto da aquicultura. O trabalho de Adam *et al.* (2019) sugere o aquecimento de lagostins a uma temperatura acima de 44°C em virtude da desnaturação do tecido e a paralisação de respostas das junções neuromusculares. A diferente responsividade observadas em distintas espécies de crustáceos comercialmente importantes demanda a elaboração de mais estudos para a obtenção de resultados mais consistentes (Welneck *et al.*, 2018). O pouco consenso acadêmico quanto à nocicepção em crustáceos prejudica a elaboração de políticas de bem-estar animal para esse grupo de animais (Diggles, 2019).

A inclusão de organismos aquáticos em políticas de bem-estar animal enfrenta desafios éticos e legais significativos. Embora a União Europeia tenha avançado na regulamentação do bem-estar de peixes, a maioria dos países ainda carece de legislações específicas (OIE, 2022). Além disso, a falta de consenso sobre a senciência de algumas espécies, como crustáceos, dificulta a implementação de políticas globais (Elwood, 2019). Estudos como os de Duncan (2005) reforçam que a senciência deve ser um pré-requisito para a consideração de bem-estar, destacando a necessidade de mais pesquisas sobre a capacidade de sofrimento em espécies menos estudadas.

Condições adequadas de manejo não apenas reduzem o estresse e a mortalidade, mas também aumentam a produtividade e a qualidade dos produtos finais (Ashley, 2007; Fernandes & Andrade, 2023). Por exemplo, em sistemas de cultivo de camarões, a adoção de práticas de manejo mais humanitárias reduziu a incidência de doenças e melhorou a produtividade (Fernandes & Andrade, 2023). Além disso, consumidores estão cada vez mais exigentes em relação à origem ética dos produtos, o que pode impulsionar a adoção de práticas mais sustentáveis no setor (InfoPeixe, 2023). O estudo de Brownman *et al.* (2019) alerta para os efeitos de uma política de bem-estar de animais aquáticos centrada na dor, uma

vez que esta pode apresentar resultados contraproducentes, argumentando a favor da implementação de diretrizes embasadas na objetividade intrínsecas a determinados indicadores de bem-estar, como comportamento e fisiologia.

4. CONCLUSÃO

Os achados deste estudo reforçam que o bem-estar de organismos aquáticos é um conceito aplicável e necessário, mas que enfrenta desafios significativos em termos de implementação prática. A diversidade biológica e a complexidade dos ambientes aquáticos dificultam a padronização de protocolos, mas os benefícios associados, como a redução do estresse, o aumento da produtividade e a aceitação dos consumidores, reforçam sua importância. Além disso, a ausência de regulamentações específicas em muitos países e o debate sobre a senciência de algumas espécies evidenciam a necessidade de avanços científicos e normativos.

Dessa forma, investir em pesquisas sobre o comportamento e a senciência desses organismos, bem como no desenvolvimento de políticas públicas eficazes, é fundamental para promover um equilíbrio entre a produtividade e o respeito ao bem-estar animal. A implementação de práticas mais éticas na aquicultura pode trazer impactos positivos não apenas para os animais, mas também para a sustentabilidade ambiental e para a segurança alimentar global.

A crescente demanda por produtos de origem sustentável reforça a necessidade de integrar padrões de bem-estar aos sistemas de produção, garantindo qualidade e confiabilidade ao consumidor. Ademais, a colaboração entre cientistas, produtores e legisladores pode viabilizar a criação de diretrizes mais específicas, favorecendo um setor mais transparente e responsável.

A conscientização da sociedade e a pressão por regulamentações mais rigorosas podem impulsionar mudanças significativas, promovendo a adoção de práticas mais sustentáveis a longo prazo. Assim, este estudo contribui para o debate científico e prático, destacando a importância de esforços conjuntos para garantir um futuro mais ético e equilibrado para os organismos aquáticos e para toda cadeia produtiva associada.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. *et al.* Physiological and Behavioral Indicators to Measure Crustacean Welfare. **Animals**, v. 9, n. 11, p. 914, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani9110914>. Acesso em 11 fev. 2025.
- ASHLEY, P. J. Fish welfare: Current issues in aquaculture. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 104, n. 3-4, p. 199-235, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.09.001>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- BATISTA, J. M. M. Técnicas Sustentáveis Para O Uso de Água Na Produção de Peixes. **Visão Acadêmica**, [S. l.], v. 23, n. 2, 2022. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/80206>. Acesso em: 26 fev. 2025.
- BROWNMANN, H. *et al.* Welfare of aquatic animals: where things are, where they are going, and what it means for research, aquaculture, recreational angling, and commercial fishing. **ICES Journal of Marine Science**, v. 76, n. 1, p. 82-92, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy067>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- DIGGLES, B.K. Review of some scientific issues related to crustacean welfare. **ICES Journal of Marine Science**, v. 76, n. 1, p. 66-81, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy058>. Acesso em: 11 fev. 2025.
- ELWOOD, R. W. Discrimination between nociceptive reflexes and more complex responses consistent with pain in crustaceans. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 374, n. 1785, p. 20190368, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0368>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/publications/sofia/2020/en/>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- FERNANDES, M. P.; ANDRADE, R. B. Bem-estar dos organismos aquáticos e protocolos de avaliação para aquicultura. **Revista CFMV**, v. 1, n. 93, p. 54-61, 2023.
- FRANKS, B. *et al.* Behavioral indicators of welfare in farmed fish: Applications and challenges. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 47, n. 3, p. 1-15, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10695-021-00947-3>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- HUNTINGFORD, F. A. *et al.* Current issues in fish welfare. **Journal of Fish Biology**, v. 68, n. 2, p. 332-372, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2006.001046.x>. Acesso em: 15 fev. 2025.

INFOPEIXE. Qualidade da água e bem-estar de peixes na aquicultura. **Reviews in Aquaculture**, 2023. Disponível em: <https://infopeixe.com.br/qualidade-agua-peixes-aquicultura/>. Acesso em: 15 fev. 2025.

MARTINS, C. I. M. *et al.* Behavioural indicators of welfare in farmed fish. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 38, n. 1, p. 17-41, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10695-011-9518-8>. Acesso em: 15 fev. 2025.

OIE. **Aquatic Animal Health Code**. World Organisation for Animal Health, 2022. Disponível em: <https://www.oie.int/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/aquatic-code/>. Acesso em: 15 fev. 2025.

SNEDDON, L. U. *et al.* Pain in aquatic animals. **Journal of Experimental Biology**, v. 217, n. 1, p. 1-10, 2014.

SOUSA, R. Comportamento de peixes criados em diferentes condições de qualidade da água. **Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, 2023.

WELNECK, C. *et al.* Physiological Changes as a Measure Crustacean Welfare under Different Standardized Stunning Techniques: Cooling and Electroshock. **Animals**, v. 8, n. 9, p. 159, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani8090158>.

A DIVERSIDADE DE ESTRATÉGIAS DA REPRODUÇÃO DE TUBARÕES E OS DESAFIOS PARA A CONSERVAÇÃO: REVISÃO DE LITERATURA

THE DIVERSITY OF SHARK REPRODUCTION STRATEGIES AND CONSERVATION CHALLENGES: LITERATURE REVIEW

Pedro Augusto Pinheiro Brito¹
Euziele Oliveira de Santana²
Isadora Raquell Soares de Querioz³

¹ Graduando em Biotecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-4626-5311>. E-mail: pedro.brito87051@alunos.ufersa.edu.br.

² Graduanda em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0000-8731-5352>.

³ Graduanda em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-4285-1989>.

RESUMO

Os tubarões apresentam uma ampla diversidade de estratégias reprodutivas, variando entre oviparidade, ovoviviparidade e viviparidade. Algumas espécies também podem se reproduzir por partenogênese, um fenômeno raro entre vertebrados. No entanto, a pesca predatória e outras atividades humanas têm impactado negativamente suas populações, levando muitas espécies à vulnerabilidade ou risco de extinção. Apesar de existirem iniciativas de conservação, como áreas marinhas protegidas e regulamentações pesqueiras, ainda há desafios na efetiva proteção dessas espécies. Estudos sobre reprodução assistida e aprimoramento das políticas ambientais podem contribuir para a recuperação das populações de tubarões.

Palavras chaves: Conservação. Estratégias. Reprodução. Tubarão.

ABSTRACT

Sharks exhibit a wide range of reproductive strategies, including oviparity, ovoviviparity, and viviparity. Some species can also reproduce through parthenogenesis, a rare phenomenon among vertebrates. However, predatory fishing and other human activities have negatively impacted shark populations, pushing many species toward vulnerability or extinction risk. While conservation initiatives such as marine protected areas and fishing regulations exist, challenges remain in effectively protecting these species. Research on assisted reproduction and improvements in environmental policies could help support shark population recovery.

Keywords: Conservation. Strategies. Reproduction. Shark.

1. INTRODUÇÃO

O tubarão-panã (*Sphyrna tiburo*), o tubarão zebra (*Stegostoma fasciatum*) e o tubarão branco (*Carcharodon carcharias*) são peixes da classe Chondrichthyes e da subclasse Elasmobranchii, entretanto, de ordem diferentes, que vivem em habitats diferentes e que

apresentam diferentes modos de reprodução. De acordo com a União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), os três tubarões estão vulneráveis ou em perigo de extinção, devido às pressões antrópicas, como a pesca predatória, que causam o decréscimo das populações regularmente (Polom *et al.*, 2020; Rigby *et al.*, 2024; Rigby *et al.*, 2022).

Sobre a reprodução dos tubarões, cada espécie pode apresentar um dos três modos de reprodução clássica, podendo ser: Ovíparos, Vivíparos ou Ovovivíparos, entretanto, algumas espécies de tubarão, como, o *Sphyrna tiburo* e o *Stegostoma fasciatum* apresentaram a partenogênese como uma estratégia reprodutiva. Mesmo com diversos modos de reprodução, a conservação dos tubarões continua sendo um problema, pois nos últimos 50 anos a abundância global de tubarões diminuiu cerca de 71%, devido à pesca excessiva, assim, dificultando que indivíduos sexualmente maduros se encontrem (Pacoureaux *et al.*, 2021).

Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo conduzir uma ampla revisão de literatura dos modos de reprodução e das estratégias de conservação de tubarões, contribuindo para um maior entendimento e aprimoramento dos métodos de conservação para as espécies de tubarões.

2. METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma revisão narrativa da literatura já existente, dessa forma, o objetivo é apresentar uma visão geral sobre a diversidade de estratégias da reprodução de tubarões e os desafios para a conservação, analisando as contribuições de diferentes autores na abordagem do tema.

A busca por artigos científicos e informações sobre o tema foi realizada em bases de dados, como, Pubmed, Scopus, Google Scholar, a partir de 2003 até 2025. Diante disso, foram utilizadas as seguintes palavras-chaves: Conservação, Reprodução, Tubarão. Além disso, foram incluídas referências adicionais a partir da análise manual das listas de referências dos artigos selecionados. Os critérios de inclusão adotados para seleção dos estudos foram: Estudos sobre o impacto das pressões antrópicas na conservação dos tubarões e o modo de reprodução dos tubarões; Estudos publicados em espanhol, inglês e português. Entretanto, os critérios de exclusão dos estudos foram: Estudos duplicados; Artigos de opinião; Estudos sem relação direta com o tema proposto.

A seleção inicial foi realizada com base na leitura dos títulos e resumos dos artigos encontrados. Posteriormente, os estudos que atenderam aos critérios de inclusão foram lidos na íntegra para análise detalhada. Em seguida, os dados extraídos dos artigos e a análise foi conduzida de forma descritiva, destacando os pontos de convergências e divergências entre os estudos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As diferentes espécies de tubarões apresentam diversos modos de reprodução, como, os tubarões zebra (*Stegostoma fasciatum*) os machos e as fêmeas entram na maturidade sexual ao atingirem 150 cm e 170 cm respectivamente (Watson & Janse, 2017). O modo de reprodução da espécie é a oviparidade, onde o embrião é envolto em cápsulas ovígeras que após um período são desovadas no ambiente, assim, o embrião passa o tempo restante de seu desenvolvimento consumindo o vitelo até o momento que o embrião cresça, rompa a casca e saia para o ambiente externo (Gadig *et al.*, 2023). Além disso, os tubarões zebra podem se reproduzir por partenogênese, onde o desenvolvimento do embrião ocorre sem a fertilização por espermatozoide e a gestão ocorrendo da forma normal da espécie (Dudgeon *et al.*, 2017).

Já os tubarões brancos (*Carcharodon carcharias*) machos e fêmeas atingem tardiamente a maturidade sexual, sendo respectivamente aos 26 anos e aos 33 anos, tendo como expectativa de vida 70 anos (Hamady *et al.*, 2014). O modo de reprodução da espécie é a ovoviviparidade, onde os embriões ficam dentro de ovos que se desenvolvem e eclodem dentro do útero da mãe e os filhotes continuam a se desenvolver até o nascimento (Martin *et al.*, 2006). A gestação do tubarão branco dura 11 meses, durante esse período, os embriões em desenvolvimento realizam a oofagia, onde se alimentam dos óvulos não fertilizados e continuam se desenvolvendo até nascerem medindo entre 120 a 150 cm de comprimento (Martin *et al.*, 2006).

Entretanto, os tubarões-panã (*Sphyrna tiburo*) machos e fêmeas apresentam dimorfismo sexual, onde as fêmeas adultas apresentam uma cabeça arredondada e atingindo a maturidade sexual entre os três e cinco anos, tendo como expectativa de vida 17 anos, enquanto os machos apresentam uma protuberância distinta ao longo do cefalofólio e atingindo a maturidade sexual entre os dois e quatro anos, tendo como expectativa de vida 12 anos (Frazier *et al.*, 2023). A espécie apresenta dois modos de reprodução, a viviparidade, onde o embrião após consumir o vitelo, vai se prende à parede do útero, por uma estrutura placentária e por um cordão umbilical, e receber os nutrientes pela circulação sanguínea da

fêmea. A gestação do tubarão-panã dura de quatro a cinco meses (Gonzalez de Acevedo *et al.*, 2020) e os filhotes nascem medindo entre 21 a 29 cm de comprimento (Lonbardi–Carlson *et al.*, 2003), e a partenogênese, onde o desenvolvimento do embrião ocorre sem a fertilização por espermatozoide e a gestão ocorrendo da forma normal da espécie (Chapman *et al.*, 2007).

Os tubarões em geral são fundamentais para regulação de seres vivos no ambiente marinho, no entanto, devido às características reprodutivas, como, a baixa taxa reprodutiva e a maturação tardia, os torna altamente vulneráveis às pressões antrópicas, como, a pesca excessiva e a degradação e poluição do ambiente marinho, causando altas taxas de mortalidade (Kotas *et al.*, 2023; Santos *et al.*, 2023). Diante disso, para conservação dessas espécies já existem inúmeras medidas, como, o fortalecimento do regulamento da pesca, promovendo a criação de áreas marinhas protegidas, no entanto, as populações de tubarões ao redor do globo continuam diminuindo (ICMBio, 2023).

4. CONCLUSÃO

Portanto, mesmo com diversos modos de reprodução das diferentes espécies de tubarões, como, a oviparidade, ovoviviparidade, viviparidade e partenogênese, e as diferentes medidas para conservação, elas ainda sofrem muitas pressões antrópicas. Com isso, o desenvolvimento de pesquisas científicas que criem protocolos de reprodução assistida e a criação de programas e medidas mais rígidas, podem auxiliar a conservação dessas espécies .

REFERÊNCIAS

- CHAPMAN, D.D. *et al.* **Virgin birth in a hammerhead shark.** Biology Letters, v. 3, n. 4, p. 425–427, 22 maio 2007. Disponível em <<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbl.2007.0189>>.
- DUDGEON, C.L. *et al.* **Erratum: Corrigendum: Switch from sexual to parthenogenetic reproduction in a zebra shark.** Scientific Reports, v. 7, n. 1, abr. 2017. Disponível em <<https://www.nature.com/articles/srep40537>>
- FRAZIER, B.S. *et al.* **Age, Growth and Maturity of the Bonnethead Sphyrna tiburo in the U.S. Gulf of Mexico.** Environmental Biology of Fishes, v. 106, n. 7, p. 1597–1617, 26 jun. 2023. Disponível em <<https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/51014>>

GADIG, O.B.F. *et al.* **Biologia e modo de vida dos elasmobrânquios.** In: Kotas, J.E.; Vizuite, E.P.; Santos, R.A.; Baggio, M.R.; Salge, P.G.; Barreto, R. (Org.). PAN Tubarões: Primeiro Ciclo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção. Brasília: ICMBio/CEPSUL, 2023. p. 20-43. Disponível em <<https://repositorio.icmbio.gov.br/handle/cecav/1705>>

GONZALEZ DE ACEVEDO, M. *et al.* **Reproductive cycle and fecundity of the bonnethead *Sphyrna tiburo* L. from the northwest Atlantic Ocean.** Journal of Fish Biology, v. 97, n. 6, p. 1733–1747, 28 set. 2020. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfb.14537>>

ICMBio. Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção. Instituto Chicos Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2023. Disponível em <<https://repositorio.icmbio.gov.br/handle/cecav/1707>>

HAMADY, L.L. *et al.* **Vertebral Bomb Radiocarbon Suggests Extreme Longevity in White Sharks.** PLoS ONE, v. 9, n. 1, p. e84006, 8 jan. 2014. Disponível em <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0084006>>

KOTAS, J.E. *et al.* **Pesca Excessiva e Práticas Predatórias.** In: Kotas, J.E.; Vizuite, E.P.; Santos, R.A.; Baggio, M.R.; Salge, P.G.; Barreto, R. (Org.). PAN Tubarões: Primeiro Ciclo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção. Brasília: ICMBio/CEPSUL, 2023. p. 20-43. Disponível em <<https://repositorio.icmbio.gov.br/handle/cecav/1707>>

LOMBARDI-CARLSON, L.A. *et al.* **Latitudinal variation in life-history traits of bonnethead sharks, *Sphyrna tiburo*, (Carcharhiniformes : *Sphyrnidae*) from the eastern Gulf of Mexico.** Marine and Freshwater Research, v. 54, n. 7, p. 875, 2003. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/259000078_Latitudinal_variation_in_life-history_traits_of_bonnethead_sharks_Sphyrna_tiburo_Carcharhiniformes_Sphyrnidae_from_the_eastern_Gulf_of_Mexico>

MARTIN, R. *et al.* **Brief Overview of the Great White Shark (*Carcharodon carcharias*).** Elasm Research. 2006. Disponível em: https://www.elasmoresearch.org/education/white_shark/overview.htm

PACOUREAU, N. *et al.* **Half a century of global decline in oceanic sharks and rays.** Nature, v. 589, n. 7843, p. 567-571. 2021. Disponível em <<https://www.nature.com/articles/s41586-020-03173-9>>

POLLOM, R. *et al.* ***Sphyrna tiburo*** (versão alterada da avaliação de 2020). A Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN 2021: e.T39387A205765567. 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/353644401_Sphyrna_tiburo-Bonnethead_Shark_The_IUCN_Red_List_of_Threatened_Species_2020>

RIGBY, C.L. *et al.* ***Carcharodon carcharias*** (amended version of 2019 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2022: e.T3855A212629880. 2022. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/362388960_Carcharodon_carcharias_amended_version_of_2019_assessment_The_IUCN_Red_List_of_Threatened_Species_2022>

RIGBY, C.L. *et al.* ***Stegostoma tigrinum***. The IUCN Red List of Threatened Species 2024: e.T41878A124425292. 2024. Disponível em <<https://www.iucnredlist.org/species/41878/124425292>>

SANTOS, R.A. *et al.* **Degradação do Habitat e poluição**. In: Kotas, J.E.; Vizuite, E.P.; Santos, R.A.; Baggio, M.R.; Salge, P.G.; Barreto, R. (Org.). PAN Tubarões: Primeiro Ciclo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção. Brasília: ICMBio/CEPSUL, 2023. p. 20-43. Disponível em <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/livros_digitais/Bio_diversidade/Livro_Pan_Tubaroes_2023_vfinal_23_digital_compacto_compressed_1.pdf>

WATSON, L.; JANSE, M. **Reproduction and husbandry of zebra sharks, *Stegostoma fasciatum*, in aquaria**. In: Smith, M.D.; Warmolts, D.; Thoney, D.; Hueter, R. (Eds.). The Elasmobranch Husbandry Manual II: Recent Advances in the Care of Sharks, Rays and their Relatives. Ohio: Ohio Biological Survey, 2017. p. 421-432. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/330936583_Reproduction_and_husbandry_of_zebra_sharks_Stegostoma_fasciatum_in_aquaria>

ESTUDO DA ESTABILIDADE FÍSICA DE RAÇÕES COMERCIAIS PARA CAMARÕES

STUDY OF THE PHYSICAL STABILITY OF COMMERCIAL SHRIMP FEEDS

Diego Wescley Cavalcante Viana¹

Deborah Oliveira Amarante²

Jhonatas Teixeira Viana³

Rubens Galdino Feijó⁴

¹ Mestre em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0007-0329-5923>. E-mail: diegowescley8@yahoo.com.br

²Doutoranda em Engenharia de Pesca, UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0005-5102-1463>.

³Técnico de Laboratório do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Acaraú, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8321-5223>.

⁴Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Acaraú, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0666-9683>.

RESUMO

As rações comerciais para camarões são formuladas a partir de uma grande variedade de ingredientes que devem atender as exigências nutricionais dos animais cultivados, além de garantir a saúde dos organismos aquáticos e não devem poluir o ambiente de cultivo. Apesar de utilizar os mesmos ingredientes, as rações podem ser preparadas através dos métodos de peletização ou extrusão, o que diferencia é o tempo e temperatura de cozimento dos ingredientes. As rações extrusadas tendem a possuir melhor qualidade, pois melhoram as características físicas do alimento. Diante disto, o objetivo do trabalho é avaliar a estabilidade física de quatro rações comerciais para camarões. Foram utilizadas três rações comerciais peletizadas e uma ração comercial extrusada que foram submetidas ao contato com água de viveiro e água destilada por 1, 3 e 12 horas, após o período de contato com a água as amostras de ração foram secas a uma temperatura de 105° C, onde permaneceram por 24 horas, após isto foram pesadas novamente. Foi possível observar que as rações do tipo extrusada, registraram os menores valores de peso úmido em todos os horários analisados. Após o processo de secagem, os tratamentos peletizados foram os que registraram a maior perda de peso, enquanto os tratamentos extrusados foram os que apresentaram a menor redução de peso entre os tratamentos investigados. Pode-se concluir que as rações extrusadas lixiviam menos, pois absorvem menor quantidade de água e durante a secagem, há uma menor perda de peso.

Palavras-chave: aquicultura. nutrição. peletização. extrusão.

ABSTRACT

Commercial shrimp feed is formulated from a wide variety of ingredients which must meet the nutritional requirements of the farmed animals, guarantee the health of the aquatic organisms and not pollute the farming environment. Despite using the same ingredients, feed can be prepared using the pelleting or extrusion methods. What differs is the cooking time and temperature of the ingredients. Extruded feed tends to be of better quality, as it improves the physical characteristics of the food. The aim of this study was to assess the physical stability of four commercial shrimp feeds. Three commercial pelleted feeds and one commercial extruded feed were used, which were subjected to contact with pond water and distilled water for 1, 3 and 12 hours. After the period of contact with water, the feed samples were dried at a temperature of 105° C, where they remained for 24 hours, after which they were weighed again. It was possible to observe that the extruded type of feed had

the lowest wet weight values at all the times analyzed. weight values at all the times analyzed. After the drying process, the pelleted treatments had the greatest weight loss, while the extruded treatments had the lowest weight reduction among the treatments investigated. It can be concluded that extruded feed leaches less, as it absorbs less water and there is less weight loss during drying.

Keywords: aquaculture. nutrition. pelletizing. extrusion.

1. INTRODUÇÃO

As rações para aquicultura são formuladas com uma ampla variedade de ingredientes que, destinam-se a atender às suas necessidades nutricionais para a realização de funções fisiológicas essenciais (Encarnação, 2016). A qualidade das rações, está diretamente relacionado à forma como o alimento atende melhor às necessidades da espécie que será alimentada (Masagounder *et al.*, 2016). A nutrição de camarões criados em cativeiros é desenvolvida com o objetivo de atender as exigências nutricionais da espécie de acordo com cada fase de cultivo, potencializando os índices de desempenho zootécnicos como ganho de peso, sobrevivência e baixas taxas de conversão alimentar (Carvalho *et al.*, 2016; Nunes *et al.*, 2014).

Para espécies aquáticas são utilizadas a extrusão e a peletização como processos de fabricação de rações, ambos os processos de fabricação de ração envolvem a mistura de ingredientes, no qual podem interferir na densidade, forma, textura, coloração e estabilidade da ração (Moro, 2015; Bortone, 2002).

A peletização é um processo que transforma uma mistura de ingredientes moídos em partículas finas, utilizando prensagem para converter essa mistura em um material particulado de alta densidade (Pastore *et al.*, 2012).

A tecnologia de extrusão é comumente usada na fabricação de rações, visando aprimorar características físicas, tais como estabilidade da água, durabilidade e dureza. (Sorensen *et al.*, 2009). No processo de extrusão os ingredientes cozinham por maior tempo, há incorporação de uma grande quantidade de umidade, sob pressão e temperatura mais elevada, que varia de 120°C a 150°C, já no processo de peletização o grau de cocção da mistura é inferior, variando de 70 a 90°C (Fracalossi & Cyrino, 2013).

Diante do que foi exposto, o objetivo do trabalho é avaliar a estabilidade física de quatro rações comerciais para camarões, comparando o peso úmido e peso seco.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas quatro rações comerciais com 35% de proteína bruta, formuladas para ambientes de baixa salinidade, designadas aleatoriamente como RC1, RC2, RC3 e RC4. Destaca-se que RC1, RC2, RC3 são rações peletizadas, enquanto a RC4 é uma ração extrusada. Estas foram avaliadas em água de viveiro de um cultivo de camarões com salinidade de 0,2 g/L, no qual, segundo Sá (2015) é considerada água doce, além de um grupo controle com água destilada. Os testes foram realizados em intervalos específicos de 1 hora, 3 horas e 12 horas. Os tratamentos foram conduzidos em triplicata.

Cada tratamento recebeu uma porção inicial de 100 g de ração, que foram pesadas utilizando balança digital (Bel). Esta quantidade de ração foi disposta em peneiras e submersa em caixa de polipropileno contendo 5 litros de água do viveiro ou água controle. A ração permaneceu na água por um período de 1, 3 ou 12 horas. Após o término do período de imersão, a ração comercial de todos os tratamentos foi pesada novamente.

Após o tempo pré-estabelecido de imersão das rações na água, foram retiradas e permitiu-se que a água escorresse por 20 minutos. Em seguida, as rações foram pesadas novamente, distribuídas em placas de *Petri* e colocadas em estufa para secagem, a uma temperatura de 105° C, onde permaneceram por 24 horas. Após o completo processo de secagem, as amostras foram guardadas até atingirem a temperatura ambiente e, então, foram pesadas novamente (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Os testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, verificaram a normalidade e a homogeneidade da variância, em seguida, os dados obtidos foram submetidos a teste *Two-way* ANOVA e *One-way* ANOVA. As diferenças entre as médias foram testadas ao nível de 5% de probabilidade usando o teste *post hoc* de Tukey. Foram utilizados os programas GraphPad PRISM® (versão 8 GraphPad Software Inc.) e o IBM SPSS® statistics 20.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados na tabela 1 os resultados do peso inicial, peso úmido e peso seco após os intervalos da hora 1, hora 3 e hora 12.

Tabela 1: Resultados do peso das rações comerciais antes de serem imersas na água, peso úmido e peso seco em cada intervalo de tempo hora 1, hora 3 e hora 12.

Tratamentos	Início (g)	Úmido (g)			Seca (g)		
		Hora 1	Hora 3	Hora 12	Hora 1	Hora 3	Hora 12

RC1 C	100	203,97 ^a	211,27 ^{a, b}	221,43 ^{a, b, c}	86,03 ^A	76,80 ^A	77,00 ^A
RC2 C	100	219,33 ^a	231,47 ^{a, b}	246,60 ^{a, b, c}	84,67 ^A	81,00 ^A	80,33 ^A
RC3 C	100	219,00 ^a	229,77 ^{a, b}	235,60 ^{a, b, c}	75,50 ^A	81,47 ^A	81,47 ^A
RC4 C	100	180,30 ^a	188,40 ^{a, b}	189,93 ^{a, b}	89,53	78,23 ^{A, B}	77,90 ^{A, B}
RC1 V	100	200,30 ^a	204,70 ^{a, b}	211,20 ^{a, b, c}	72,43 ^A	77,4 ^A	76,83 ^A
RC2 V	100	227,70 ^a	226,13 ^a	239,43 ^{a, b, c}	83,10 ^A	81,10 ^A	80,27 ^A
RC3 V	100	227,40 ^a	230,47 ^a	238,27 ^{a, b, c}	83,40 ^A	81,53 ^A	81,40 ^A
RC4 V	100	183,97 ^a	183,13 ^a	187,83 ^{a, c}	80,43 ^A	78,4 ^A	77,63 ^A

Valores significativos, quando $p < 0,05$. "a" = hora 0, "b" = hora 1, "c" = hora 3. sem letra= não significativa. Letras minúsculas significa comparativo entre linhas dos parâmetros início e úmido. Letras maiúsculas significa comparativo entre as linhas dos parâmetros início e seca.

Fonte: Autoria própria (2025).

Após uma hora de contato com a água, os tratamentos RC1 C, RC1 V, RC2 C, RC2 V, RC3 C e RC3 V, apresentaram mais que o dobro de seu peso úmido. Nas horas 3 e 12, as rações continuaram a aumentar seu peso em relação ao valor inicial. Por outro lado, as rações RC 4 C e RC 4 V, registraram os menores valores de peso úmido em todos os horários analisados. Ao comparar o peso inicial das rações com o peso final úmido em todos os tratamentos e horários, foi observada uma diferença significativa.

Após o processo de secagem, os tratamentos RC1 C e V, RC2 C e V, e RC3 C e V foram os que registraram a maior perda de peso, enquanto os tratamentos RC4 C e V foram os que apresentaram a menor redução de peso entre os tratamentos investigados.

Analisando o peso úmido da ração com o início do experimento foi observado diferença significativa em todos os tratamentos a partir da hora 1 em relação a hora 0.

Avaliando o peso seco da ração em relação ao início do experimento foi observada diferença significativa em todos os tratamentos para as horas 1, hora 3 e hora 12 em relação a hora 0, com exceção do tratamento RC4 C hora 1, que não apresentou diferença significativa.

Segundo Ali *et al.* (2005), é essencial que os *pellets* das rações sejam suficientemente estáveis na água, uma vez que os camarões se alimentam submersos. Devido à alimentação lenta e à prática de carregar os *pellets* consigo, a estabilidade adequada é crucial. Caso os *pellets* não apresentem boa estabilidade, eles se desintegram mais rapidamente, resultando na deterioração da qualidade da água. Portanto, a estabilidade dos *pellets* na água é considerada um critério de qualidade fundamental para as rações de camarão, sendo desejável que permaneçam estáveis por 4-6 horas.

Argüello-Guevara & Molina-Poveda (2013) afirmam que a estabilidade da alimentação do camarão na água pode ser obtida por extrusão ou peletização, desencadeando a atividade de gelatinização do amido, especialmente o de origem vegetal. Entretanto, caso a estabilidade na água seja inadequada, torna-se necessário incluir um agente ligante durante o processo de fabricação para reduzir a perda de matéria seca.

Farmanfarmaian *et al.*, (1982) conduziram um estudo que demonstrou de maneira conclusiva a elevada instabilidade e suscetibilidade à lixiviação do *pellet* de ração comercial. Em tanques simulando as condições de cultivo de *Macrobrachium*, mas sem a presença de animais, a perda de peso do *pellet* foi de aproximadamente 25% em 6 horas e 60% após 24 horas de imersão. A lixiviação é a perda dos nutrientes da ração para o meio aquático, esse processo acarreta a desintegração da ração, poluindo a água do cultivo prejudicando sua qualidade, afetando o desempenho zootécnico, aumentando os custos de produção e prejudicando a saúde dos animais (Obaldo *et al.*, 2002).

4. CONCLUSÃO

O tratamento RC 4, apresentou a menor absorção de água nos períodos de tempos analisados e também a menor perda de peso após o processo de secagem. Com isso as rações extrusadas lixiviam menos.

REFERÊNCIAS

- ALI, S. A.; GOPAL, C.; RAMANA, J. V.; NAZER, A. R. Effect of different sources of starch and guar gum on aqua stability of shrimp feed pellets. **Indian J. Fish.** v. 52 (3). p. 301-305, July-Sep., 2005.
- ARGÜELLO-GUEVARA, W.; MOLINA-POVEDA, C. Effect of binder type and concentration on prepared feed stability, feed ingestion and digestibility of *Litopenaeus vannamei* broodstock diets. **Aquacult. Nutr.** v. 19. p. 515-522, 2013. <https://doi.org/10.1111/anu.12003>
- BORTONE, E. Interacción de ingredientes y procesos en la producción de alimentos hidroestables para camarones. In: **VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. 3 al 6 de Septiembre Del 2002.** Cancún, Quintana Roo, México. P. 407-437. 2002.
- CARVALHO, R. A. P. L. F.; OTA, R. H.; KADRY, V. O.; TACON, A. G. J.; LEMOS, D. Apparent digestibility of protein, energy and amino acids of six protein sources included at

three levels in diets for juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in high performance conditions. **Aquaculture**, v. 465. p. 223–234, 2016.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.09.010>

ENCARNAÇÃO, P. Functional feed additives in aquaculture feeds. **Aquafeed Formulation**. p. 217–237, 2016. doi:10.1016/B978-0-12-800873-7.00005-1

FARMANFARMAIAN, A.; LAUTERIO, T.; IBE, M. Improvement of The Stability Of Commercial Feed Pellets For The Giant Shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*).

Aquaculture, v. 27 p. 29-41, 1982.

FRANCALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. **1ª edição ampliada – Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, 2013. 375p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008. **Instituto Adolfo Lutz (São Paulo)**. Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020.

MASAGOUNDER, K.; RAMOS, S.; REIMANN, I.; CHANNARAYAPATNA, G.

Optimizing nutritional quality of aquafeeds. **Aquafeed Formulation**, p. 239-264, 2016.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800873-7.00006-3>

MORO, G. V. Rações para organismos aquáticos: tipos e formas de processamento. **Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura**. 32 p. 2015.

NUNES, A. J. P.; SÁ, M. V. C.; BROWDY, C. L.; VAZQUEZ-ANON, M. Practical supplementation of shrimp and fish feeds with crystalline amino acids. **Aquaculture**, v. 431. p. 20 - 27, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.04.003>

OBALDO, L. G.; S. DIVAKARAN; A. G. TACON. Method for determinating the physical stability of shrimp feeds in water. **Aquaculture Research**, v. 33. p. 369-377, 2002.

PASTORE, S. C. G.; GAIOTTO, J. R.; RIBEIRO, F. A. S.; NUNES, A. J. P. Formulação de Rações e Boas Práticas de Fabricação. In: **NUTRIAQUA: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis:

Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2013. cap.16, p. 295-345.

SÁ, M. V. C. **Manual de práticas laboratoriais em limnocultura (água e Solo)**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2015. 56 p.

SORENSEN, M; STJEPANOVIC, N.; ROMARHEIM, O. H.; KREKLING, T.; STOREBAKKEN, T. Soybean meal improves the physical quality of extruded fish feed. **Animal Feed Science and Technology**, v. 149, Issues 1–2, 2 March, p. 149-161, 2009.

<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.03.016>.

AVANÇOS E DESAFIOS NA TECNOLOGIA E INSPEÇÃO DE PESCADOS NO CEARÁ: UMA REVISÃO DE LITERATURA

ADVANCES AND CHALLENGES IN FISH TECHNOLOGY AND INSPECTION IN CEARÁ: A LITERATURE REVIEW

Isabele Amorim de Moura ¹

João Victor Santos Frota ²

Giovanna Mazzini Terra ³

Desireé Solano Mendes Carvalho ⁴

Francisco Iury Cunha Barbosa ⁵

Ana Luiza Malhado Cazaux de Souza Velho ⁶

¹ Graduando(a) em medicina Veterinária na Universidade Estadual do Ceará. Campus Itaperi / Fortaleza - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0001-1780-3403>. E-mail: isabele.amorim@aluno.uece.br

² Graduando(a) em medicina Veterinária na Universidade Estadual do Ceará. Campus Itaperi / Fortaleza - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-3960-1140>.

³ Graduando(a) em medicina Veterinária na Universidade Estadual do Ceará. Campus Itaperi / Fortaleza - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0009-6956-7762>.

⁴ Graduando(a) em medicina Veterinária na Universidade Estadual do Ceará. Campus Itaperi / Fortaleza - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0008-0998-628X>.

⁵ Graduando(a) em medicina Veterinária na Universidade Estadual do Ceará. Campus Itaperi / Fortaleza - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-7132-6809>.

⁶ Professora da Universidade Estadual do Ceará. Campus Itaperi / Fortaleza - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0310-6519>.

RESUMO

De acordo com a definição contida no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), Decreto 9.013/2017 do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), o termo “pescado” refere-se a peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, répteis, equinodermos e outros animais aquáticos usados na alimentação humana. O pescado é um alimento com alta tendência à deterioração e pode ser um potencial veículo para transmissão de doenças, como as de origem microbiológica e bacteriana. Neste contexto, é essencial que haja o controle adequado das operações de abate e despesca, a fim de evitar danos aos pescados. Diante da relevância de evitar a deterioração do pescado e manter seus parâmetros desejáveis, essa revisão bibliográfica busca mostrar os métodos de conservação do pescado, com enfoque no estado do Ceará, de forma a incentivar o desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas técnicas de conservação de recursos pesqueiros, além de promover a conscientização sobre a aplicação correta dessas técnicas e relatar os desafios presentes na atualidade na inspeção de pescados da região.

Palavras-chave: Conservação de pescado. Inspeção. Segurança Pesqueira.

ABSTRACT

According to the definition contained in the Regulation for Industrial and Sanitary Inspection of Animal-Origin Products (RIISPOA), Decree 9.013 of 2017, the term "fishery products" refers to fish, crustaceans, mollusks, amphibians, reptiles, echinoderms, and other aquatic animals used for human consumption. Fishery products are highly perishable foods and can be potential carriers of diseases, such as microbiological and bacterial infections. In this context, it is essential to have proper control over slaughter and fishing operations to prevent damage to the products. Given the importance of preventing fishery product deterioration and maintaining their desirable parameters, this literature review aims to present possible preservation methods, focusing on the state of Ceará, in order to

encourage the development and improvement of new storage techniques for fishery resources. Additionally, it seeks to raise awareness about the correct application of these techniques and address the current challenges in fish inspection in the region.

Keywords: Fishery preservation. Inspection. Fishery Safety.

1. INTRODUÇÃO

A pesca é uma atividade fundamental para o Brasil, desempenhando um papel crucial na economia nacional e na segurança alimentar do país (Abreu *et al.*, 2021). O cultivo de organismos aquáticos, como camarões, moluscos e peixes, é especialmente importante (Borges *et al.*, 2018), uma vez que esses pescados são bastante consumidos, tanto no mercado interno, quanto no mercado externo (Costa *et al.*, 2020). Entende-se como vida útil de produtos alimentícios o intervalo de tempo em que o produto pode ser conservado em determinadas condições, que incluem: temperatura, umidade relativa do local, luminosidade e disponibilidade de oxigênio, porém, durante esse intervalo ocorrem reações de deterioração da qualidade (Gonçalves, 2011).

Por isso, para manter a qualidade desses alimentos, é imprescindível garantir que todos os processos de produção destes sejam realizados adequadamente e que exista uma rigorosa inspeção dos mesmos (Silva *et al.*, 2021). Isso inclui os cuidados higiênico-sanitários dos produtos e a manutenção das condições ideais de transporte, armazenamento e conservação dos mesmos. No Brasil, a fiscalização dos produtos de origem animal segue o Decreto nº 9.013/2017, que aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), além de outras normas complementares, com o intuito de garantir a qualidade, segurança sanitária e conformidade desses produtos, incluindo o pescado (Brasil, 2017).

Neste contexto, a tecnologia tem uma importância fundamental na indústria pesqueira, ao melhorar a qualidade dos alimentos produzidos e ao permitir uma maior segurança dos alimentos que serão consumidos (Pereira *et al.*, 2021). Dentre tecnologias empregadas neste setor, estão: os sistemas de rastreamento de produtos aquáticos e os métodos de conservação, os quais possibilitam a preservação dos pescados, evitando, assim, sua contaminação ou deterioração (Pessoa *et al.*, 2020). No estado do Ceará essas melhorias são extremamente relevantes frente à diversidade de recursos pesqueiros e ao crescimento do mercado de produtos da pesca (Gonçalves *et al.*, 2021).

Diante da relevância de evitar a deterioração do pescado e manter seus parâmetros desejáveis, essa revisão bibliográfica busca mostrar os métodos de conservação do pescado,

com enfoque no estado do Ceará, de forma a incentivar o desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas técnicas de conservação de recursos pesqueiros, além de promover a conscientização sobre a aplicação correta dessas técnicas e relatar os desafios presentes na atualidade na inspeção de pescados da região.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho é uma revisão de literatura baseada em artigos científicos, publicados entre os anos de 2017 e 2022, e na própria legislação brasileira referente ao tema. Os artigos foram buscados nas bases de dados “Science Direct”, “PubMed” e “Periódicos Capes”, utilizando os seguintes descritores: Pescado, Inspeção, Qualidade, Biossegurança, Segurança Alimentar. Sendo, então, selecionados 12 artigos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo enfatiza especialmente o progressivo aprimoramento das práticas de garantia de qualidade no estado do Ceará que, apesar dos avanços significativos observados até o momento nessa região brasileira, ainda persistem desafios consideráveis a serem superados na área de tecnologia e inspeção empregados na indústria alimentícia (Prysthon *et al.*, 2020). A fiscalização de frutos do mar segue padrões regulatórios bastante rígidos determinados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (Feitosa *et al.*, 2019).

Segundo Pereira *et al.* (2020), avanços tecnológicos têm sido essenciais para o desenvolvimento da indústria pesqueira, especialmente no que se refere à automatização de etapas, tais como: filetagem, embalagem a vácuo e manutenção da temperatura. Associada a isso, a implementação de tecnologia de refrigeração avançada, como o processo de congelamento rápido conhecido como “*flash freezing*”, tem sido extremamente importante para manter a frescura dos pescados, havendo a manutenção de qualidade durante o transporte e armazenamento (Pessoa *et al.*, 2020). Estudos mostram que o avanço tecnológico desempenha um papel crucial não apenas no processamento e conservação de pescados, mas também na experiência sensorial do produto final (Silva *et al.*, 2021). Além disso, ressalta-se que os progressos na área da refrigeração têm contribuído significativamente para uma melhoria substancial na qualidade dos frutos do mar ao preservar sua textura natural, sabor e aspectos visuais (Pereira *et al.*, 2021).

Outrossim, os sistemas de rastreabilidade que envolve o registro e o acompanhamento do pescado ao longo de toda a cadeia produtiva, desde a captura ou criação até o consumidor final, são ferramentas fundamentais para garantir que os produtos atendam aos padrões de segurança alimentar necessários (Costa *et al.*, 2020). Assim sendo, o uso de tecnologias de rastreamento tem sido extremamente importante não apenas para assegurar a excelência do pescado capturado, mas, também, para promover a transparência na indústria pesqueira. Além disso, a utilização de *QR codes* e sistemas de código de barras possibilitam aos consumidores obter informações sobre a procedência e o estado de conservação dos produtos, auxiliando na diminuição da prática fraudulenta e no fortalecimento da confiança no mercado (Pereira *et al.*, 2021).

Conforme mencionado por Gorodicht *et al.* (2021), no Brasil há uma grande preocupação com relação à inspeção microbiológica de alimentos pesqueiros devido aos riscos à saúde pública representados por patógenos como *E.coli*, *Salmonella spp.* e *Vibrio cholerae*. Desta forma, para garantir a segurança alimentar e minimizar o impacto das doenças transmitidas por alimentos contaminados, podem ser adotados métodos mais ágeis na detecção de patógenos, tais como testes microbiológicos avançados e automatizados como o BACTEC e o VITEK2 e componentes para avaliação da qualidade dos alimentos, como parâmetros sensoriais (Vieira *et al.*, 2021).

De acordo com os estudos realizados por Vieira, Balbinot-Alfaro e Martins (2021), o uso de embalagens inteligentes visa integrar diversas técnicas para assegurar a qualidade do pescado, combinando novas tecnologias com métodos tradicionais como microbiologia, análise sensorial e físico-química. Essa abordagem é reforçada por Veloso et al. (2024), que destacam o potencial da nanotecnologia aplicada às embalagens de alimentos para melhorar a segurança, conservação e qualidade dos produtos. Contudo, é essencial realizar uma análise criteriosa sobre os possíveis impactos na saúde humana e ambientais, que possam ser ocasionados pelo uso de nanotecnologia, além disso deve-se assegurar a transparência e fornecer informações adequadas aos consumidores sobre o uso dessas tecnologias.

No Ceará, tem-se verificado um impulso no cultivo de organismos aquáticos, de maneira mais eficiente e sustentável, devido à introdução de tecnologias de aquicultura, incluindo sistemas de recirculação de água e monitoramento remoto (Pessoa *et al.*, 2020). Essas melhorias possibilitam um controle mais preciso das condições do ambiente de cultivo e contribuem para a melhoria da qualidade dos produtos e a redução dos impactos ambientais. No entanto, um estudo realizado por Prysthon *et al.* 2020 indica que mesmo com os avanços tecnológicos, a indústria pesqueira no Ceará ainda enfrenta obstáculos, como a

ausência de estruturas adequadas, principalmente, nas regiões rurais e nos locais onde realiza-se a pesca artesanal, sendo um desafio para as autoridades responsáveis pela fiscalização e inspeção dos produtos pesqueiros (Feitosa *et al.*, 2019).

4. CONCLUSÃO

No presente estudo, é perceptível que, de maneira geral, o estado do Ceará se enquadra em um contexto de diversos avanços tecnológicos, visando melhorar a qualidade e a permanência do mercado de pescado dentro da sociedade cearense, entretanto, ainda são necessários esforços para vencer os desafios que ainda persistem nessa realidade. Em decorrência disso, pode-se enfatizar também que a persistência desses desafios pode implicar de forma negativa na saúde pública, uma vez que essas dificuldades no controle de qualidade, como mencionado, abre portas para que microrganismos patogênicos estejam presentes nos produtos pesqueiros consumidos.

Sendo assim, é possível concluir que os avanços na indústria do pescado devem superar os desafios presentes, em especial o cumprimento das normas de regulamentação e da fiscalização de forma ativa, visando todos os impactos que eles trazem para a sociedade brasileira como um todo, tanto nos âmbitos econômicos, sociais, de saúde e culturais.

REFERÊNCIAS

- ABREU, S. K. C.; VASCONCELOS, B. L.; CARNEIRO, I. L. R. M.; MELO, I. L.; VASCONCELOS, G. L.; GIRÃO, M. V. D. Avaliação higiênico-sanitária do comércio de peixes antes, durante e após a Semana Santa no estado do Ceará. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, e40110111606, 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/348016406>. Acesso em: 17 fev. 2025.
- BORGES, J. T.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, R. S. Qualidade microbiológica de pescados comercializados no Brasil: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. e2020114, 2021. Acesso em: 17 fev. 2025.
- BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 30 mar. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9013.htm. Acesso em: 25 fev. 2025.

COSTA, H. S.; SANTOS, E. J.; LIMA, M. F. Cadeia produtiva do pescado no Nordeste: potencialidades e gargalos. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 46, n. 1, p. e569, 2020. Acesso em: 17 fev. 2025.

FEITOSA, G. P.; SILVA, G. V. G. M.; LIMA, M. J. F.; SOUSA, G. A. M.; SILVA, I. C. M.; SOUSA, K. N. S. Boas práticas na manipulação de pescado como capacitação para manipuladores de pescado de Santarém, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 10, n. 1, p. 16-26, 2017. Disponível em: <https://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/download/1285/1119/4070>.

Acesso em: 17 fev. 2025.

GORODICHT, M. A. M.; KINDLEIN, L. Agentes patogênicos associados ao consumo de pescados: uma revisão. In: **Segurança Alimentar: aspectos microbiológicos e toxicológicos**. Mérida Publishers, 2021. p. 9-30. Disponível em: <https://meridapublishers.com/mpsa/cap1.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2025.

GONÇALVES, A. A.; SOUZA, M. L. R. Qualidade e segurança do pescado: desafios e perspectivas. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 47, n. 1, e620, 2021. Disponível em: <https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/620>. Acesso em: 18 fev. 2025.

GONÇALVES A. A. Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Atheneu, 2011.

PEREIRA, R. L.; ALMEIDA, M. N.; FERREIRA, J. S. Tecnologias emergentes para controle microbiológico em pescados: avanços e desafios. **Food Science and Technology** (Campinas), v. 41, n. 4, p. 810-818, 2021. Acesso em: 17 fev. 2025.

PESSOA, M. Avanços e perspectivas da aquicultura brasileira. **Anais do Congresso Brasileiro de Aquicultura**, 2020. Disponível em: <https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2021/11/01-MAURICIO-PESSOA-1.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2025.

PRYSTHON, A. Oportunidades e desafios para a pesquisa pesqueira artesanal no Brasil: o caso da Embrapa. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA (CONBEP)**, 22., 2023, Porto de Galinhas, PE. Anais. Porto de Galinhas: CONBEP, 2023.

SILVA, J. F.; SANTOS, M. L.; OLIVEIRA, C. A. Aplicação de novas tecnologias na conservação e segurança do pescado: desafios e avanços. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, e2021024, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/YOUR-LINK-HERE>. Acesso em: 18 fev. 2025.

VELOSO, Luciano Kaua Souza; RIBEIRO, Marlos Glauber Ramos; PAIVA, Milene Andréia Martins; COSTA, Tiago Balby Ferreira; CARVALHO, Wallace Carlos Barbosa;

MATIAS, William Lopes; OBREGON, Rosane de Fatima Antunes. Aplicações da nanotecnologia em embalagens inteligentes para alimentos. **Lumen Et Virtus**, [S.L.], v. 15, n. 38, p. 1010-1021, 24 jul. 2024. Seven Events. <http://dx.doi.org/10.56238/levv15n38-064>.

VIEIRA, Débora Craveiro; BALBINOT-ALFARO, Evellin; MARTINS, Vilásia Guimarães. **SISTEMAS INTELIGENTES PARA O MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE PESCADO**. Rio Grande: Editora da Furg, 2021. 70 p.

VIEIRA, G. H. F.; MARTINS, A. M. C.; FERREIRA, C. A. S. Contaminação microbiológica em pescado e seus derivados no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 29, n. 1, p. 39-45, 2022. Acesso em: 17 fev. 2025.

BIOECONOMIA AZUL APLICADA À PESCA E AQUICULTURA SUSTENTÁVEL

BLUE BIOECONOMY APPLIED TO SUSTAINABLE FISHERIES AND AQUACULTURE

Adriana Rodrigues Machado ¹
Carmen Luce Duarte ²
Maria Eduarda Araujo Machado ³
Camila Tawana Ferreira Santos ⁴
Pedro Vinicius Ribeiro de Lima ⁵
Maria Inês Rodrigues Machado ⁶

¹ Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos, FURG, Professora Colaboradora Universidade Federal do Cariri.UFCA,CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-5795-9920>. E-mail: adririzo85@gmail.com

² Tecnóloga em Agroindústria (UFPEL); Pesquisadora colaboradora da Universidade Federal do Cariri.UFCA,CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0001-0866-101X>.

³ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Cariri.UFCA, CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-1092-9556>.

⁴ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Cariri.UFCA, CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-2141-1335>.

⁵ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Cariri.UFCA, CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-3410-7877>.

⁶ Professora adjunta CCAB Universidade Federal do Cariri.UFCA,CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8016-6999>.

RESUMO

A Bioeconomia Azul oferece um caminho viável para equilibrar a demanda por pescado com a necessidade de conservar os ecossistemas aquáticos. Investir em inovação tecnológica, práticas sustentáveis e políticas públicas adequadas é fundamental para assegurar um futuro próspero e sustentável para o setor de pescado. Este minireview tem como objetivo discutir a importância da Bioeconomia Azul no setor de pescado, destacando inovações tecnológicas e práticas sustentáveis que têm sido implementadas.

Palavras-chaves: Inovação. pescado. sustentabilidade. tecnologia.

ABSTRACT

The blue bioeconomy offers a viable pathway to balance the demand for fish with the need to conserve aquatic ecosystems. Investing in technological innovation, sustainable practices, and appropriate public policies is essential to ensure a prosperous and sustainable future for the fishing sector. This mini-review aims to discuss the importance of the Blue Bioeconomy in the fishing sector, highlighting technological innovations and sustainable practices that have been implemented.

Keywords: fish. innovation. sustainability. technology.

1. INTRODUÇÃO

O mundo necessita de um modelo de negócios inovador que possibilita um crescimento econômico sustentável, desvinculando o uso de materiais-primas da exploração dos recursos naturais (Avillez *et al.*, 2021; Food Connection, 2021).

Com isso, a Bioeconomia Azul representa um modelo econômico inovador baseado no uso sustentável dos recursos aquáticos para promover o desenvolvimento econômico, social e ambiental. Aplicada à pesca e aquicultura, essa abordagem visa garantir a produção sustentável de alimentos, a conservação dos ecossistemas marinhos e a geração de empregos de qualidade (Castro; Young, 2023; Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2024; Karakayaci; Korkmaz, 2024).

A Bioeconomia Azul, também conhecida como economia oceânica, é um conceito que integra a utilização sustentável dos recursos marinhos e aquáticos para gerar produtos e serviços inovadores, contribuindo tanto para o crescimento econômico quanto para a preservação ambiental em todo o mundo (Leh-Togi Zobeasha *et al.*, 2024). De acordo com a literatura, a Bioeconomia Azul apresenta uma oportunidade incomparável para promover a prosperidade duradoura, promover o bem-estar humano e salvaguardar a biodiversidade dos ecossistemas marinhos para as gerações presentes e futuras (Das; Mondal, 2024).

Seus princípios incluem sustentabilidade ambiental, inovação tecnológica, eficiência no uso de recursos, equidade social e inclusão, além da mitigação das mudanças climáticas. Aplicações práticas incluem a aquicultura sustentável, pesca responsável, valorização de resíduos e inovação em cadeias de valor. No entanto, desafios como a necessidade de maior investimento em pesquisa, resistência a mudanças e dificuldades regulatórias ainda persistem. A transição para uma Bioeconomia Azul sustentável depende da colaboração entre governos, setor privado, academia e comunidades locais, além do incentivo a políticas públicas eficazes e inovações tecnológicas para garantir um futuro equilibrado para os oceanos e a sociedade (Argueta, *et al.*, 2022; Rodrigues, 2023).

O pescado é essencial para a segurança alimentar e a economia global, mas sua sustentabilidade precisa ser garantida para atender à crescente demanda mundial. A adoção de práticas responsáveis na pesca e na aquicultura será determinante para o futuro da alimentação e da economia marinha (FAO, 2022; Ferreira, 2023).

Cerca de 600 milhões de pessoas em todo o mundo dependem da pesca, direta ou indiretamente, para garantir seu sustento diário. Essencial para a segurança alimentar de inúmeras comunidades na América Latina e no Caribe, a pesca artesanal responde por até

85% do pescado consumido em alguns países da região. Além disso, pesquisas da FAO envolvendo mais de 400 organizações indicam que 90% dos pescadores e pescadoras artesanais demonstram comprometimento com a sustentabilidade da atividade. Outro dado relevante da FAO revela que, em 2020, dos 58,5 milhões de trabalhadores no setor de pesca e aquicultura, 21% eram mulheres. Esse percentual se eleva para aproximadamente 50% quando se considera toda a cadeia produtiva, incluindo o processamento da pesca (FAO, 2022; Oceana, 2022).

No contexto do setor de pescado, essa abordagem é crucial para garantir a segurança alimentar, gerar empregos e preservar os ambientes aquáticos. Este minireview tem como objetivo discutir a importância da Bioeconomia Azul no setor de pescado, destacando inovações tecnológicas e práticas sustentáveis que têm sido implementadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada através das bases textuais como bioeconomia azul, pesca, aquicultura, sustentabilidade na pesca, através das ferramentas de pesquisa: SpringerLink, ScienceDirect, Web of Science ou Scopus e Google Acadêmico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento da economia azul pode ser atribuído a fatores como crescimento populacional, aumento da renda, urbanização, expansão da produção de peixes e canais de distribuição aprimorados (FAO, 2014).

O pescado desempenha um papel vital na alimentação global e na economia. Em Portugal, por exemplo, o setor das pescas e aquicultura supre grande parte das necessidades de consumo per capita de produtos da pesca e aquicultura, sendo a produção uma componente essencial da economia nacional. No entanto, práticas não sustentáveis podem levar à sobrepesca e à degradação dos ecossistemas marinhos, tornando imperativa a adoção de abordagens baseadas na Bioeconomia Azul (Avillez *et al.*, 2021).

O negócio baseado no mar conhecido como "bioeconomia azul", que inclui transporte, biotecnologia, energia renovável, pesca e aquicultura, apresenta enormes oportunidades para o crescimento econômico impulsionado pela inovação (Lawal, 2024).

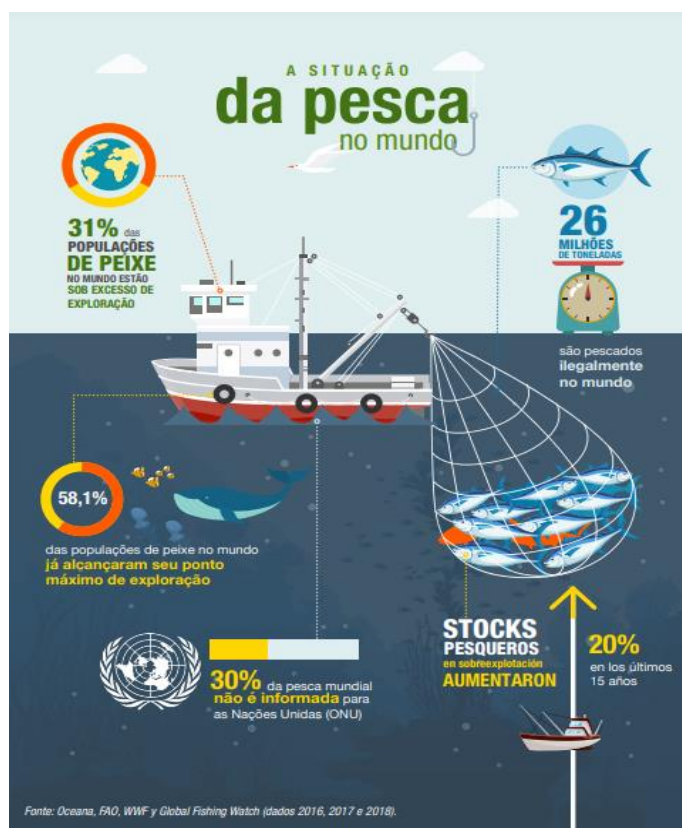
No cenário internacional, na busca por soluções que minimizem os impactos das mudanças climáticas, a conservação da biodiversidade, capazes de transformar a ordem

global, regulamentações significativas estão sendo inovadoras dentro do conceito do Acordo Verde Europeu (Karakayaci; Korkmaz, 2024; Lees *et al.*, 2025). Como a produção de produtos de alto valor agregado pela bioeconomia utilizando resíduos é eficaz na proteção do meio ambiente, ela contribuirá em todos os campos, da produção verde à tecnologia verde (Karakayaci; Korkmaz, 2024).

Com relação ao impacto económico, a atividade pesqueira é fundamental para a economia de muitas comunidades, gerando empregos e contribuindo para a segurança alimentar de milhões de pessoas. Segundo dados da FAO de 2020, a produção de peixes e pescados proveniente da aquicultura deve ultrapassar a pesqueira em cerca de 26 milhões de toneladas até 2030 (Oceana, 2022), como demonstrado na Figura 1.

Lees *et al.* (2025) descrevem estudos de caso que abordam os esforços atuais, como o projeto denominado Horizon Europe BlueBioClusters (BBC), que está enfrentando desafios ao implementar Comunidades de Prática (CoPs) em países como Estônia, Portugal, Lituânia e Suécia. As CoPs reúnem diferentes partes interessadas, empresas, formuladores de políticas, acadêmicos e ONGs, em uma estrutura colaborativa com o objetivo de promover a inovação local e a sustentabilidade na bioeconomia azul. Este estudo identifica como principais barreiras e fatores determinantes para o sucesso na criação das CoPs, destacando a relevância do engajamento precoce e inclusivo, assim como da colaboração regional.

Figura 1: Situação da pesca no mundo.



Fonte: Oceana, FAO, WWY e Global Fishing Watch (dados 2016, 2017 e 2018).

A pesca convencional e a aquicultura intensiva são práticas essenciais para suprir a demanda global por produtos aquáticos. No entanto, ambas podem gerar impactos ambientais significativos se não forem conduzidas de maneira sustentável. A seguir, detalham-se os principais efeitos ambientais associados a essas atividades (Tabela 1).

Para mitigar os impactos ambientais associados à pesca convencional e à aquicultura intensiva, é fundamental implementar práticas sustentáveis, como a gestão responsável dos recursos pesqueiros, o monitoramento ambiental contínuo e a adoção de tecnologias que minimizem os efeitos adversos ao meio ambiente. A conscientização e a colaboração entre governos, indústrias e comunidades locais são essenciais para garantir a preservação dos ecossistemas aquáticos e a continuidade dessas atividades econômicas (Cavalcante, 2024; Ferreira, 2023; Santos, 2021).

Tabela 1: Impactos ambientais relacionados a pesca convencional e aquicultura intensiva.

Impactos Ambientais da Pesca Convencional	
Destruição de Habitats Marinhos	Práticas como o arrasto de fundo danificam habitats sensíveis, como recifes de coral e leitos de algas, comprometendo a biodiversidade local.
Poluição por Resíduos de Pesca:	Equipamentos de pesca perdidos ou descartados, conhecidos como "redes fantasmas", continuam a capturar e matar organismos marinhos, além de contribuir para a poluição dos oceanos.
Captura Incidental (Bycatch):	Métodos de pesca não seletivos resultam na captura acidental de espécies não desejadas, incluindo mamíferos marinhos, aves e tartarugas, muitas vezes levando-os à morte.
Sobrepesca e Depleção de Estoques Pesqueiros:	A captura excessiva de espécies-alvo pode levar à redução drástica de suas populações, ameaçando sua sobrevivência e o equilíbrio dos ecossistemas marinhos
Impactos Ambientais da Aquicultura Intensiva	
Introdução de Espécies Exóticas	O escape de espécies não nativas dos criadouros pode resultar em competição com espécies locais, transmissão de doenças e desequilíbrios ecológicos.
Uso de Produtos Químicos e Antibióticos	A aplicação indiscriminada de medicamentos pode levar à resistência antimicrobiana e à contaminação dos ecossistemas aquáticos.
Produção de Efluentes Contaminantes	A liberação de efluentes ricos em matéria orgânica e produtos químicos pode contaminar águas adjacentes, afetando a qualidade da água e a saúde dos ecossistemas.
Eutrofização de Corpos Hídricos:	O excesso de nutrientes provenientes de rações e excrementos pode levar à proliferação de algas, resultando na diminuição do oxigênio dissolvido e na morte de organismos aquáticos

Fonte: Fonseca et al., (2021); Instituto Akatu, (2012).

A aquicultura tem evoluído com a implementação de sistemas de produção aprimorados, maior atenção à genética e rações de alta performance, visando aumentar a produtividade e a sustentabilidade (Food Connection, 2021).

Com o avanço de novas tecnologias, práticas aprimoradas de gestão de recursos e soluções criativas para desafios complexos, a inovação industrial se torna crucial para garantir a sustentabilidade, produtividade e resiliência na bioeconomia azul. Exemplos notáveis incluem métodos de pesca de precisão que mitigam a sobrepesca e a captura acidental, sistemas de aquicultura ecológicos, energia renovável proveniente dos oceanos e biotecnologia marinha. Tecnologias digitais, como inteligência artificial, big data e

sensoriamento remoto, também desempenham um papel essencial na melhoria da sustentabilidade e eficiência desse setor (Lawal, 2024).

Dos avanços das tecnologias tem-se exemplos, países que utilizaram a técnica de DNA barcoding como um dos principais métodos para identificar espécies e evitar fraude sem pescados (Jacyntho *et al.*, 2021).

Em outro estudo constatou o uso de resíduos de frutas na alimentação de peixes como forma de reduzir resíduos provenientes de operações industriais e auxiliar no desenvolvimento dos peixes (Fonseca, 2023). Assim como, existem diversas pesquisas relacionadas com cultivar microalgas e bactérias para a alimentação dos peixes, como exemplo *Spirulina platensis* como suplemento na alimentação do camarão marinho (Silva, 2021).

Uma das principais vantagens da bioeconomia azul está em seu potencial para fornecer fontes alternativas de proteína e outros nutrientes essenciais por meio de pesca sustentável e práticas de aquicultura responsáveis. Além disso, a biotecnologia marinha oferece vasto potencial para o desenvolvimento de novos medicamentos, biomateriais e biocombustíveis, alavancando as propriedades únicas dos organismos marinhos (Herath; Sanjeewa, 2024).

Portanto, as inovações são promissoras para enfrentar desafios globais urgentes, como segurança alimentar, mitigação das mudanças climáticas e a transição para fontes de energia renováveis (Herath; Sanjeewa, 2024).

4. CONCLUSÃO

A Bioeconomia Azul oferece um caminho viável para equilibrar a demanda por pescado com a necessidade de conservar os ecossistemas aquáticos. Investir em inovação tecnológica, práticas sustentáveis e políticas públicas adequadas é fundamental para assegurar um futuro próspero e sustentável para o setor de pescado.

A tecnologia de inovações tecnológicas, como sistemas de monitoramento avançados e práticas de aquicultura sustentável, apresenta oportunidades promissoras para o setor. Além disso, a valorização de subprodutos e a promoção de certificações ambientais podem agregar valor aos produtos e fortalecer a economia local.

REFERÊNCIAS

ARGUETA, K. *et al.* Mapeamento de soluções inovadoras de financiamento para projetos e políticas voltados ao desenvolvimento sustentável. 1. ed. Brasília -DF: organização Thiago Mendes. **Programa das Naes Unidas para o Desenvolvimento - PNUD : Secretaria de Governo**, 2022.

AVILLEZ, F. *et al.* Linhas estratégicas dos sectores de produção primária no contexto do desenvolvimento da estratégia nacional para a bioeconomia sustentável 2030, **Relatório Principal. Lisboa: AGRO.GES – Sociedade de Estudos e Projetos, Lda.**, 2021.

CASTRO, B. S. DE; YOUNG, C. E. F. Desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável do Amapá. [s.l.] **Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial**. Departamento Nacional, 2023.

CAVALCANTE, A. DOS S. Caracterização socioeconômica da pesca artesanal na Resex Marinha de Araí-Peroba (PA). **Dissertação—Pará: Universidade Federal do Pará**, 30 ago. 2024.

DAS, R.; MONDAL, S. Aquatic Resources for Blue Bioeconomy Prospecting. Em: ARANSIOLA, S. A. *et al.* (Eds.). Marine Bioprospecting for Sustainable Blue-bioeconomy. **Cham: Springer Nature Switzerland**, 2024. p. 3–23.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação: Uma produção pesqueira e aquícola sem precedentes contribui decisivamente para a segurança alimentar global | FAO no Brasil | **Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura**. Disponível em: <<https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/es/c/1585153/>>. Acesso em: 27 fev. 2025.

FERREIRA, R. J. M. A sustentabilidade no setor da pesca: uma análise da oferta. masterThesis—Braga, Pt: **Univerisdade do Minho**, 2023.

FONSECA, V. E. DA. Uso de coprodutos da industrialização de frutas na alimentação de tilápias. **Tese—Araçatuba, SP: Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho-UNESP**, 20 jan. 2023.

FONSECA, R. A. *et al.* **Aquicultura: Impactos ambientais negativos e a mitigação com práticas agroecológicas.** 8 fev. 2021.

FOOD CONNECTION. **Produção de peixes e pescados: tecnologias que auxiliam o setor.** Disponível em: <<https://www.foodconnection.com.br/artigos/produo-de-peixes-e-pescados-conheca-tecnologias-que-auxiliam-o-setor/>>. Acesso em: 27 fev. 2025.

HERATH, K. H. I. N. M.; SANJEEWA, K. K. A. A Basic Introduction to Blue Bioeconomy. Em: The Role of Seaweeds in Blue Bioeconomy. [s.l.] **Bentham Science Publishers**, 2024. p. 1–12.

INSTITUTO AKATU. **Por dentro - A pesca e seus impactos.** Disponível em: <<https://edukatu.org.br/cats/2/posts/5094>>. Acesso em: 27 fev. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Agenda 2030 : objetivos de desenvolvimento sustentável : avaliação do progresso das principais metas globais para o Brasil : ODS 14 : conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável. [s.l.] **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)**, 28 jun. 2024. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/14138/1/Agenda_2030_ODS_14_Conservacao_e_uso_sustentavel_dos_oceanos.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2025.

JACYNTHO, J. M. *et al.* Importância da Técnica de DNA Barcoding na Detecção de Fraudes em Pescados/ Importance of DNA Barcoding Technique in Fish Fraud Detection. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 61988–62002, 22 jun. 2021.

KARAKAYACI, Z.; KORKMAZ, A. N. The Importance of the Bioeconomy in Green Deal. Em: AL MUBARAK, M.; HAMDAN, A. (Eds.). Innovative and Intelligent Digital Technologies; Towards an Increased Efficiency: Volume 2. **Cham: Springer Nature Switzerland**, 2024. p. 521–528.

LAWAL, O. T. Blue Bioeconomy and Industrial Innovation. Em: ARANSIOLA, S. A. *et al.* (Eds.). Marine Bioprospecting for Sustainable Blue-bioeconomy. **Cham: Springer Nature Switzerland**, 2024. p. 119–141.

LEES, L. *et al.* Crafting blue visions for a sustainable blue bioeconomy in European coastal regions through communities of practice. **Ocean & Coastal Management**, v. 262, p. 107588, 1 mar. 2025.

LEH-TOGI ZOBEASHIA, S. S. *et al.* Global Regulations of Blue Bioeconomy: Opportunities and Challenges. Em: ARANSIOLA, S. A. *et al.* (Eds.). *Marine Bioprospecting for Sustainable Blue-bioeconomy*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 25–40.

OCEANA. **Dia Mundial da Pesca: atividade é fonte de alimento e renda para milhões de pessoas**. Disponível em: <<https://brasil.oceana.org/blog/dia-mundial-da-pesca-atividade-e-fonte-de-alimento-e-renda-para-milhoes-de-pessoas/>>. Acesso em: 27 fev. 2025.

RODRIGUES, J. C. M. G. N. O impacto das iniciativas da Marinha na geração de inovação. masterThesis—**Lisboa: Instituto Universitario de Lisboa**, 10 nov. 2023.

SANTOS, S. S. D. PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS: uma análise na perspectiva dos objetivos de desenvolvimento sustentável na bacia do Rio São Francisco. **Dissertação—Recife: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**, 2021.

SILVA, M. M. S. DA. Eficiência da *Spirulina platensis* como suplemento na alimentação do camarão marinho como *Litopenaeus vannamei*. Mossoró, **Rio grande do Norte: Universidade Federal Rural do Semi-arido**, 2021.

CONSEQUÊNCIAS DOS MICROPLÁSTICOS PARA OS ANIMAIS MARINHOS

CONSEQUENCES OF MICROPLASTICS FOR MARINE ANIMALS

Vitória Gabriela Sanxo de Azevedo ¹

Mikael Silva de Oliveira ²

Ivinny Tereza Alves Prazeres ³

Maria Clara Liberato Oliveira ⁴

Filipe Aragão Pereira ⁵

Cibelle Mara Pereira de Freitas ⁶

¹ Graduanda em Medicina Veterinária na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0001-1847-3549>. E-mail: vitoria.sanxo@aluno.uece.br

² Graduando em Ciências Biológicas na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0006-3346-8648>.

³ Graduanda em Medicina Veterinária na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0007-4895-761X>.

⁴ Graduanda em Medicina Veterinária na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0009-8858-6483>.

⁵ Graduando em Medicina Veterinária na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0004-5038-4310>.

⁶ Professora, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, campus Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-4379-474X>

RESUMO

A poluição por microplásticos, partículas plásticas menores que 5 mm, é uma das principais ameaças aos ecossistemas marinhos, impactando organismos em diferentes níveis tróficos. Esses poluentes podem ser ingeridos diretamente pelos animais marinhos, como peixes, invertebrados e mamíferos, ou indiretamente, por meio da cadeia alimentar. A ingestão de microplásticos causa danos físicos, como lesões no trato gastrointestinal, e fisiológicos, incluindo inflamação, estresse oxidativo e disfunções reprodutivas. Além disso, os microplásticos atuam como vetores de substâncias químicas tóxicas, como poluentes orgânicos persistentes e metais pesados, que podem ser liberados no organismo dos animais, agravando os impactos à saúde. Os efeitos comportamentais também são significativos, com alterações nos padrões alimentares e aumento da vulnerabilidade a predadores. Ecologicamente, a bioacumulação de microplásticos nos organismos marinhos tem implicações para a cadeia alimentar, afetando predadores de topo, como aves, mamíferos e humanos. A transferência trófica desses poluentes é uma preocupação emergente, especialmente em comunidades que dependem de frutos do mar. Apesar dos avanços na compreensão dos impactos dos microplásticos, ainda há lacunas no conhecimento, especialmente sobre os efeitos de longo prazo e interações com outros poluentes. Este trabalho revisa os principais impactos fisiológicos, comportamentais e ecológicos dos microplásticos em peixes marinhos, destacando a necessidade de estratégias de mitigação para proteger a biodiversidade marinha e a saúde humana.

Palavras-chave: microplásticos. ecossistemas marinhos. impactos fisiológicos. bioacumulação. saúde humana.

ABSTRACT

Plastic pollution, particularly microplastics (particles smaller than 5 mm), is one of the main threats to marine ecosystems, affecting organisms across trophic levels. These pollutants can be ingested directly by marine animals, such as fish, invertebrates, and mammals, or indirectly through the food chain. Microplastic ingestion causes physical damage, such as gastrointestinal lesions, and

physiological effects, including inflammation, oxidative stress, and reproductive dysfunctions. Additionally, microplastics act as vectors for toxic chemicals, such as persistent organic pollutants and heavy metals, which can be released into the animals' bodies, exacerbating health impacts. Behavioral effects are also significant, with changes in feeding patterns and increased vulnerability to predators. Ecologically, the bioaccumulation of microplastics in marine organisms has implications for the food chain, affecting top predators such as birds, mammals, and humans. The trophic transfer of these pollutants is an emerging concern, especially in communities reliant on seafood. Despite advances in understanding microplastic impacts, knowledge gaps remain, particularly regarding long-term effects and interactions with other pollutants. This study reviews the main physiological, behavioral, and ecological impacts of microplastics on marine fish, highlighting the need for mitigation strategies to protect marine biodiversity and human health.

Keywords: microplastics. marine ecosystems. physiological impacts. bioaccumulation. human health.

1. INTRODUÇÃO

A poluição por plásticos é amplamente reconhecida como uma das maiores ameaças ambientais do século XXI, com impactos profundos nos ecossistemas marinhos. Entre os resíduos plásticos, os microplásticos, definidos como partículas menores que 5 mm, têm recebido atenção crescente devido à sua ubiquidade nos oceanos e à sua capacidade de interagir com organismos marinhos em diferentes níveis tróficos (Gesamp, 2015). Essas partículas podem ser ingeridas por uma ampla gama de espécies marinhas, incluindo peixes, invertebrados e mamíferos, causando efeitos adversos à saúde, ao comportamento e à ecologia desses organismos. Além disso, os microplásticos representam um risco emergente para a saúde humana, uma vez que podem ser transferidos ao longo da cadeia alimentar (Barboza *et al.*, 2018; Galloway *et al.*, 2017).

Várias definições são encontradas para os microplásticos, sendo elas de acordo com a faixa de tamanho das partículas (Olivatto *et al.*, 2018). Dessa forma, os microplásticos podem ser classificados em duas categorias principais: primários e secundários. Os microplásticos primários são fabricados diretamente nesse tamanho, como microesferas utilizadas em cosméticos e produtos de higiene, além de pellets industriais usados na produção de plásticos. Já os microplásticos secundários resultam da fragmentação de plásticos maiores devido à exposição a fatores ambientais, como radiação ultravioleta, abrasão mecânica e ação de ondas (Andrady, 2011). A presença dessas partículas nos oceanos é amplificada por fontes terrestres, como esgoto doméstico, lixões mal gerenciados e atividades industriais, bem como por fontes marítimas, como a pesca e o transporte marítimo (Jambeck *et al.*, 2015).

A interação dos microplásticos com os organismos marinhos ocorre de diversas formas. Eles podem ser ingeridos diretamente, ao serem confundidos com alimentos, ou

indiretamente, por meio da ingestão de presas contaminadas. Estudos indicam que os microplásticos não apenas causam danos físicos, como obstruções e lesões no trato gastrointestinal, mas também atuam como vetores de substâncias químicas tóxicas, incluindo poluentes orgânicos persistentes (POPs), metais pesados e aditivos plásticos, como ftalatos e bisfenol A (Rochman *et al.*, 2013; Koelmans *et al.*, 2016). Essas substâncias podem ser liberadas no organismo dos peixes, causando efeitos como disfunções endócrinas, alterações reprodutivas e estresse oxidativo.

Além dos impactos fisiológicos, os microplásticos também afetam o comportamento dos peixes. Estudos experimentais mostram que a exposição a essas partículas pode alterar padrões alimentares, reduzir a capacidade de navegação e aumentar o comportamento de risco, tornando os peixes mais vulneráveis a predadores (Wright *et al.*, 2013). Esses efeitos comportamentais podem comprometer a sobrevivência das populações em ambientes naturais, especialmente em ecossistemas já impactados por outros fatores de estresse, como mudanças climáticas e sobrepesca.

Do ponto de vista ecológico, a bioacumulação de microplásticos nos organismos marinhos tem implicações significativas para a cadeia alimentar. Predadores de topo, como aves marinhas, mamíferos e até mesmo humanos, podem ser expostos a concentrações crescentes de microplásticos e das substâncias químicas associadas. Essa transferência trófica é uma preocupação emergente, especialmente em comunidades que dependem fortemente do consumo de frutos do mar como fonte de proteína (Lusher *et al.*, 2017). Além disso, os microplásticos podem atuar como substratos para a colonização de microrganismos patogênicos, aumentando os riscos de doenças em organismos marinhos e humanos (Zettler *et al.*, 2013).

Apesar do crescente número de estudos sobre os impactos dos microplásticos, ainda existem lacunas significativas no conhecimento. A maioria das pesquisas concentra-se em efeitos de curto prazo e em condições laboratoriais, enquanto os impactos de longo prazo e em populações selvagens permanecem pouco compreendidos. Além disso, a interação dos microplásticos com outros poluentes marinhos, como pesticidas e metais pesados, é uma área de pesquisa emergente que requer maior atenção (Koelmans *et al.*, 2019).

Portanto, este trabalho busca revisar as principais consequências da exposição aos microplásticos para os peixes marinhos, com base em estudos recentes e robustos. A pesquisa foca nos impactos fisiológicos, comportamentais e ecológicos, além de discutir as implicações para a conservação marinha e a saúde humana. Ao abordar essas questões,

espera-se contribuir para uma compreensão mais ampla do problema e para o desenvolvimento de estratégias eficazes de mitigação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo utilizou uma revisão bibliográfica sistemática para investigar os impactos dos microplásticos em peixes marinhos, garantindo rigor científico e uma análise robusta. A pesquisa foi conduzida em bases de dados reconhecidas, como PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar e SciELO, utilizando palavras-chave específicas, como "microplastics and marine fish" e "impacts of microplastics on fish health." Foram incluídos artigos publicados entre 2015 e 2023, em inglês, português ou espanhol, que apresentassem dados empíricos ou revisões sobre os efeitos dos microplásticos em peixes.

A busca inicial resultou em 150 artigos, dos quais 35 foram selecionados após uma triagem criteriosa baseada na relevância, qualidade metodológica e clareza dos dados. Esses estudos foram organizados em quatro categorias principais: ingestão de microplásticos, efeitos fisiológicos, impactos comportamentais e implicações ecológicas. A análise focou na identificação de padrões e tendências, considerando tanto experimentos laboratoriais quanto estudos de campo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ingestão de microplásticos por peixes marinhos é um fenômeno amplamente documentado, com taxas de ocorrência variando entre 10% e 60% em diferentes espécies e habitats (Lusher *et al.*, 2016). Um estudo realizado por Dantas *et al.* (2020) no litoral brasileiro revelou que 47% dos peixes analisados apresentavam microplásticos em seus tratos digestivos, sendo os fragmentos plásticos e fibras sintéticas os tipos mais comuns. Esses resultados são consistentes com estudos globais, como o de Markic *et al.* (2018), que identificaram microplásticos em 67% das espécies de peixes analisadas em áreas costeiras e oceânicas.

A ingestão ocorre principalmente devido à semelhança dos microplásticos com alimentos naturais, como plâncton, e também pela contaminação das presas consumidas pelos peixes. Estudos indicam que espécies pelágicas e bentônicas são igualmente afetadas, independentemente de seus hábitos alimentares, o que reflete a onipresença dos microplásticos nos ecossistemas marinhos (Barboza *et al.*, 2018). Além disso, a ingestão de

microplásticos pode ser influenciada por fatores ambientais, como a densidade de partículas plásticas na água e nos sedimentos (Lusher *et al.*, 2017).

Os microplásticos ingeridos podem causar uma série de danos fisiológicos aos peixes. Estudos experimentais demonstraram que partículas plásticas podem provocar inflamação e lesões no trato gastrointestinal, além de reduzir a capacidade de absorção de nutrientes (Barboza *et al.*, 2018). Além disso, os microplásticos frequentemente adsorvem substâncias químicas tóxicas, como poluentes orgânicos persistentes (POPs), metais pesados e aditivos plásticos, que podem ser liberados no organismo dos peixes após a ingestão (Rochman *et al.*, 2013).

Um estudo conduzido por Rochman *et al.* (2013) revelou que a exposição a microplásticos contaminados com poluentes químicos induziu estresse hepático em peixes, evidenciado por alterações na expressão de genes relacionados à desintoxicação e ao metabolismo. Esses efeitos podem comprometer a saúde geral dos peixes, reduzindo sua capacidade de reprodução e sobrevivência. Além disso, Batista *et al.* (2023) destacaram que os microplásticos podem causar neurotoxicidade em peixes, devido ao aumento do estresse oxidativo e à disfunção de enzimas como a acetilcolinesterase (AChE), que é essencial para o funcionamento do sistema nervoso.

Os microplásticos também afetam o comportamento dos peixes, com implicações diretas para sua sobrevivência. Wright *et al.* (2013) demonstraram que a exposição a microplásticos pode alterar o comportamento alimentar, reduzindo a eficiência de captura de presas e aumentando o comportamento de risco. Em experimentos laboratoriais, foi observado que peixes expostos a microplásticos apresentaram menor atividade natatória e maior vulnerabilidade a predadores, o que pode comprometer sua sobrevivência em ambientes naturais.

Além disso, estudos indicam que os peixes podem ser atraídos pelos odores dos microplásticos, que adsorvem compostos orgânicos dissolvidos na água, como dimetil sulfeto (DMS), um composto associado a fontes alimentares naturais (Savoca *et al.*, 2016). Essa atração aumenta a probabilidade de ingestão e, conseqüentemente, os riscos associados.

A bioacumulação de microplásticos nos peixes tem implicações significativas para a cadeia alimentar marinha. Predadores de topo, como aves marinhas, mamíferos e até mesmo humanos, podem ser expostos a concentrações crescentes de microplásticos ao consumir peixes contaminados (Galloway *et al.*, 2017). Estudos já documentaram a transferência trófica de microplásticos em ecossistemas marinhos, com potenciais impactos em cascata para a biodiversidade e a funcionalidade dos ecossistemas (Setälä *et al.*, 2014).

Além disso, a presença de microplásticos em frutos do mar consumidos por humanos é uma preocupação emergente. Barboza *et al.* (2018) identificaram microplásticos em tecidos musculares de peixes comercializados para consumo humano, indicando que a exposição não se limita ao trato digestivo. Essa transferência para humanos levanta questões sobre os riscos à saúde, incluindo inflamação e exposição a substâncias químicas tóxicas associadas aos microplásticos.

4. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados reforçam que os microplásticos representam uma ameaça significativa para os peixes marinhos e para os ecossistemas marinhos como um todo. A ingestão de microplásticos é um problema generalizado, que afeta espécies de diferentes habitats e níveis tróficos. Os danos fisiológicos e comportamentais observados em estudos experimentais sugerem que os microplásticos podem comprometer a saúde e a sobrevivência dos peixes, com impactos em cascata para a biodiversidade marinha e a segurança alimentar humana.

Do ponto de vista ecológico, a bioacumulação de microplásticos nos peixes pode ter consequências de longo prazo para a cadeia alimentar marinha. A transferência trófica de microplásticos e das substâncias químicas associadas é uma preocupação crescente, especialmente em comunidades que dependem fortemente do consumo de frutos do mar. Além disso, a presença de microplásticos em tecidos humanos destaca a necessidade de ações urgentes para mitigar a poluição por plásticos.

Apesar dos avanços na compreensão dos impactos dos microplásticos, ainda existem lacunas significativas na pesquisa. Estudos de longo prazo são necessários para avaliar os efeitos cumulativos e intergeracionais da exposição a microplásticos. Além disso, é essencial investigar a interação dos microplásticos com outros poluentes marinhos, como metais pesados e pesticidas, que frequentemente ocorrem nos ambientes marinhos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 8, p. 1596-1605, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>.
- BARBOZA, L. G. A.; VETHAAK, A. D.; LAVORANTE, B. R. B. O.; LUNDEBYE, A. K.; GUILHERMINO, L. Marine microplastic debris: An emerging issue for food security,

food safety and human health. **Marine Pollution Bulletin**, v. 133, p. 336-348, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.047>.

BATISTA, J. V. A.; OLIVEIRA, F. L. G.; LIMA, M. N. O.; NUNES, J. P. A.; VIEIRA, I. K. C.; OLIVEIRA, C. T. A. Consequências dos microplásticos para os peixes marinhos: Uma revisão de literatura. **Zoologia: Divulgando o Conhecimento Científico**, p. 82-93, 2023. DOI: <https://doi.org/10.37885/230713877>.

DANTAS, N.; FEITOSA, C. V.; REZENDE, C. F. Ingestão de microplásticos por peixes marinhos no Brasil. **Marine Pollution Bulletin**, 2020.

GALLOWAY, T. S.; COLE, M.; LEWIS, C. Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 5, p. 0116, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0116>.

GESAMP. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: A global assessment. IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP **Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection**. Reports and Studies, n. 90, 2015.

JAMBECK, J. R.; GEYER, R.; WILCOX, C.; *et al.* Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1260352>.

KOELMANS, A. A.; KOOI, M.; LAW, K. L.; VAN SEBILLE, E. All is not lost: Deriving a top-down mass budget of plastic at sea. **Environmental Research Letters**, v. 12, n. 11, p. 114028, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa9500>.

LUSHER, A. L.; HOLLMAN, P. C. H.; MENDOZA-HILL, J. J. Microplastics in fisheries and aquaculture: Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper**, n. 615, 2016.

MARKIC, A.; GAERTNER, J. C.; GAERTNER-MAZOUNI, N.; KOELMANS, A. A. Plastic ingestion by marine fish in the wild. **Environmental Pollution**, v. 237, p. 500-509, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.069>.

OLIVATTO, G. P.; CARREIRA, R. S.; TORNISIELO, V. L.; MONTAGNER, C. C. Microplásticos: contaminantes de preocupação global no antropoceno. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1968-1989, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20180125>. Acesso em: 27 fev. 2025.

ROCHMAN, C. M.; HOH, E.; KUROBE, T.; TEH, S. J. Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. **Scientific Reports**, v. 3, p. 3263, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep03263>.

SAVOCA, M. S.; TYSON, C. W.; MCGILL, M.; SLAGER, C. J. Odours from marine plastic debris induce food search behaviours in a forage fish. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 283, n. 1831, p. 20160371, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0371>.

SETÄLÄ, O.; FLEMING-LEHTINEN, V.; LEHTINIEMI, M. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. **Environmental Pollution**, v. 185, p. 77-83, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.10.013>.

WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. **Environmental Pollution**, v. 178, p. 483-492, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SUAS CONSEQUÊNCIAS NAS RELAÇÕES ENTRE ALGAS E CORAIS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CLIMATE CHANGE AND ITS CONSEQUENCES ON THE RELATIONSHIP BETWEEN ALGAE AND CORALS: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW

Wanderson Ferreira Cavalcante ¹

Yngrid Lemos Pereira ²

Mikael Silva de Oliveira ³

Ana Beatriz da Costa Santos ⁴

Andréa Pereira Silveira ⁵

Oriel Herrera Bonilla ⁶

¹Graduando em Ciências biológicas na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0002-2395-2728>. E-mail: wanderson.cavalcante@aluno.uece.br

²Graduando em Ciências biológicas na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0001-2704-8085>.

³Graduando em Ciências biológicas na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0006-3346-8648>.

⁴Graduando em Ciências biológicas na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0008-1389-4345>.

⁵Professora Pesquisadora da Universidade Estadual do Ceará, Campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-6785-5319>.

⁶Professor Pesquisador da Universidade Estadual do Ceará, Campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-9140-6086>.

RESUMO

As mudanças climáticas, impulsionadas pela atividade antrópica, vêm alterando profundamente as relações ecológicas entre algas e corais em ecossistemas aquáticos. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos das mudanças climáticas nas relações ecológicas entre corais e macroalgas. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica através de rotas na plataforma *Google Scholar*. Os corais, altamente sensíveis ao aumento da temperatura e à acidificação dos oceanos, sofrem com o branqueamento e a redução da calcificação, comprometendo a estabilidade dos recifes e sua biodiversidade associada. Por outro lado, as macroalgas marinhas demonstram maior plasticidade fisiológica diante das mudanças ambientais, com algumas espécies apresentando taxas de crescimento aumentadas devido à elevação do CO₂ atmosférico. Essa vantagem competitiva tem levado ao aumento da cobertura de macroalgas, impactando negativamente os corais por meio do sombreamento e da liberação de substâncias alelopáticas, que podem causar a morte do tecido coralígeno. Além disso, a interação entre essas espécies é agravada pela redução da herbivoria e pela eutrofização, criando um desequilíbrio que favorece as algas. Os efeitos cumulativos dessas mudanças ameaçam a resiliência dos ecossistemas recifais, comprometendo serviços ecossistêmicos essenciais, como a proteção costeira e a biodiversidade marinha. A compreensão desses impactos é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo sustentável, visando mitigar as consequências das mudanças climáticas nos ecossistemas aquáticos.

Palavras-chave: Competição Interspecífica. Plasticidade Fisiológica. Alelopatia Marinha.

ABSTRACT

Climate change, driven by anthropogenic activity, has profoundly altered the ecological relationships between algae and corals in aquatic ecosystems. The aim of this study is to analyze the impacts of climate change on the ecological relationships between corals and macroalgae. To this end, a bibliographic review was carried out using Google Scholar. Corals, which are highly sensitive to rising temperatures and ocean acidification, suffer from bleaching and reduced calcification, compromising the stability of reefs and their associated biodiversity. On the other hand, marine macroalgae show greater physiological plasticity in the face of environmental changes, with some species showing increased growth rates due to the rise in atmospheric CO₂. This competitive advantage has led to an increase in macroalgae cover, negatively impacting corals through shading and the release of allelopathic substances, which can cause the death of coral tissue. In addition, the interaction between these species is aggravated by reduced herbivory and eutrophication, creating an imbalance that favours algae. The cumulative effects of these changes threaten the resilience of reef ecosystems, compromising essential ecosystem services such as coastal protection and marine biodiversity. Understanding these impacts is fundamental to developing conservation and sustainable management strategies aimed at mitigating the consequences of climate change on aquatic ecosystems.

Keywords: Interspecific Competition. Physiological Plasticity. Marine Allelopathy.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas sempre fizeram parte da história da Terra, representando um processo natural de transformação ao longo de sua evolução. No entanto, essas mudanças eram causadas por fatores naturais e, por isso, as consequências eram equilibradas (Carniatto *et al.*, 2024). Com o estabelecimento do capitalismo e da industrialização, a mudança do clima passou a refletir a exploração desenfreada dos recursos naturais pelo ser humano. Desde a década de 1950 são observadas alterações nos ecossistemas devido ao aumento da temperatura média global causada pela liberação dos gases do efeito estufa (GEE). Segundo Silva e Colombo (2019), mais recentemente, a preocupação tem se voltado para os ecossistemas aquáticos, que guardam uma rica biodiversidade e estão entre os ambientes mais impactados pelo aquecimento global.

Os oceanos absorvem cerca de 89% do calor emitido em forma de energia, sendo o restante distribuído entre a atmosfera, os bancos de gelo e os ambientes terrestres (Corrêa, 2024). O autor destaca ainda que, diante do aquecimento acelerado dos oceanos, cresce a preocupação com os impactos nas formas de vida dos ecossistemas aquáticos, que são mais vulneráveis às variações climáticas, agravados pela falta de conhecimento sobre os organismos marinhos, o que dificulta os estudos sobre os efeitos das mudanças climáticas.

Dentre os diversos impactos ocasionados pelo aumento da temperatura das águas dos

ecossistemas aquáticos, os efeitos que repercutem nas relações entre algumas espécies de algas e corais são um dos mais preocupantes. As algas dinoflageladas e os corais possuem uma relação harmônica, pois é benéfica para ambos, e interespecífica, por se tratarem de espécies diferentes, denominadas de zooxantelas (Moraes *et al.*, 2023). Com o aquecimento das águas, ocorre o fenômeno de acidificação, que destrói essa simbiose ao impossibilitar a vida das algas, causando o branqueamento dos corais. Esse processo também causa prejuízos a outros indivíduos que se beneficiam dessa relação coral-alga, uma vez que os recifes de corais, quando saudáveis, proporcionam alimento e abrigo a diversos seres marinhos (Baptista, 2021).

Nesse contexto, buscamos investigar quais são os efeitos das mudanças climáticas nas relações ecológicas de algas e corais, por meio de uma revisão bibliográfica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada consiste em uma revisão de literatura, com o intuito de traçar um panorama sobre os efeitos das mudanças climáticas nas relações ecológicas de algas e corais. Essa abordagem, segundo Berk e Rocha (2019), possibilita a definição de perfis detalhados na área de estudo em questão.

Para a coleta de dados, foram realizadas buscas na plataforma *Google Scholar*, utilizando os seguintes descritores: coral reefs + effects + climate change; algae + effects + climate change; seaweed + effects + climate change; corais + efeitos + mudanças climáticas; algas + efeitos + mudanças climáticas. Como critério de inclusão, foram selecionados apenas artigos publicados nos últimos 15 anos e que passaram por revisão por pares, excluindo-se aqueles que não são alusivos a relações ecológicas, fisiologia ou biologia de corais ou algas, ou que não tratam dos efeitos das mudanças climáticas.

Com base nesses critérios, foram selecionados 18 trabalhos entre os anos de 2010 e 2025 (com exceção de duas citações clássicas) para debater a temática.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A acidificação dos oceanos está entre as causas da redução da calcificação em organismos marinhos, sobretudo em corais (Hill; Hoogenboom, 2022), tendo sido constatada sua influência em deformações estruturais em corais jovens, segundo estudo publicado em 2016 na revista *Science Advances* (Foster *et al.*, 2016). A pesquisa realizada por Foster *et al*

(2015) inferiu impactos negativos associados à acidificação dos oceanos nos estágios iniciais do desenvolvimento do coral *Acropora spicifera* subtropical.

Sob o contexto das mudanças climáticas, mudanças estruturais em corais causadas pela acidificação dos oceanos podem acarretar variações nas comunidades de peixes (Priest *et al.*, 2022). Alterações na cobertura espacial, taxa de calcificação e complexidade estrutural de recifes de corais afetam profundamente a estabilidade dos ecossistemas (Perry; Alvarez-Filip, 2019). O estudo liderado por Munday *et al* (2014) prevê mudanças comportamentais em espécies de peixes de recifes de corais, em função da acidificação dos oceanos. Em contrapartida, Clark *et al* (2020), em seus resultados, afirma não haver uma associação direta entre mudanças comportamentais em peixes de corais e a acidificação.

Na zona eufótica do oceano, zona onde a luz solar consegue penetrar na coluna d'água, as algas são uma das principais comunidades dominantes de organismos, atuando com importante função ecológica, como produção de oxigênio, o sequestro de carbono da atmosfera e servindo como produtores primários para a base trófica (Falkowski, 1998). Nas Nações Unidas, as algas marinhas desempenham um papel proeminente na consecução de objetivos de desenvolvimento sustentável, incluindo a redução da fome, a melhoria da saúde, o fornecimento de energia limpa a preços acessíveis e a atenuação das alterações climáticas (De, *et al.*, 2024).

Em comparação aos corais, as macroalgas marinhas apresentam uma plasticidade fisiológica que permite a elas suportarem, até certo ponto, os efeitos das mudanças climáticas (Aires *et al.*, 2018). Os autores destacam que em algumas algas foi registrado um aumento considerável na taxa de crescimento ocasionada pela maior taxa fotossintética provocada pelos maiores níveis de CO₂ disponíveis na atmosfera.

O aumento das quantidades de CO₂ e as elevações de temperatura crescente tem relação direta com uma melhor absorção de nutrientes, como observado na *Macrocystis pyrifera* (Fernández *et al.*, 2017) e na *Sargassum fusiforme* (Zou, 2005). Foi registrado maior crescimento na *Caulerpa taxifolia* em condições de pH mais baixos, denotando a capacidade das algas de se adaptar a mudanças ambientais e internas (Roth-Schulze *et al.*, 2018). Em contrapartida, as algas calcárias sofreram uma redução em suas taxas de calcificação (precipitação do CaCO₃) devido ao fenômeno da acidificação dos oceanos (Brodie *et al.*, 2014; Comeau *et al.*, 2016).

A relação ecológica entre corais e algas sofreu alterações como consequência das ações antrópicas. As águas com temperaturas cada vez mais altas e ácidas tornam o ambiente mais inóspito aos corais, enquanto as macroalgas marinhas e diferentes concorrentes

bentônicos, como tapetes de cianobactérias, macrófitas e esponjas agravou ainda mais as condições dos corais formadores de recifes (Bell *et al.*, 2013; Clements & Hay, 2023).

O aumento da população de macroalgas marinhas devido às mudanças climáticas vem afetando os corais de duas principais formas, como apontam as pesquisas de Del Monaco *et al.*, (2017) e Rasher e Hay (2010). Primeiro, o sombreamento provocado pelas macroalgas reduz a incidência de luz sobre os corais, diminuindo a taxa fotossintética das microalgas simbiotes dos corais, fundamentais para sua sobrevivência. Segundo, algumas espécies de macroalgas podem produzir substâncias alelopáticas, defesas químicas contra herbivoria, que podem secundariamente prejudicar os corais. Rasher & Hay (2010) apontam que entre 40% e 70% das espécies de macroalgas mais comuns possuem potencial para provocar o branqueamento e a morte dos tecidos dos corais, devido à produção de substâncias alelopáticas.

4. CONCLUSÃO

Os estudos abrangem desde o impacto direto da acidificação dos oceanos e o aumento das temperaturas nas relações simbióticas entre corais e algas (zooxantelas), até os efeitos indiretos da proliferação de macroalgas na saúde dos recifes de corais. As principais relações ecológicas abordadas nas pesquisas incluem:

Alteração na simbiose entre corais e algas (zooxantelas): A acidificação dos oceanos e o aumento da temperatura das águas prejudicam a simbiose entre corais e as algas dinoflageladas, levando ao fenômeno de branqueamento dos corais, que ocorre quando as algas morrem ou se afastam dos corais, resultando na perda de nutrientes essenciais para a sobrevivência dos corais.

Mudanças nas taxas de calcificação e na estrutura dos corais: A acidificação do oceano reduz as taxas de calcificação nos corais, dificultando a construção de seus esqueletos de carbonato de cálcio. Isso, por sua vez, compromete a estrutura dos recifes e afeta a estabilidade dos ecossistemas marinhos que dependem dessas formações.

Proliferação de macroalgas e competição com corais: O aumento da temperatura e da acidez das águas favorece o crescimento de macroalgas, que competem diretamente com os corais por espaço e luz. Esse processo pode resultar em uma cobertura maior de macroalgas nos recifes, o que impede a fotossíntese das algas simbióticas dos corais, comprometendo a saúde dos recifes.

Impactos sobre a fauna marinha: As mudanças nas relações entre corais e algas

têm efeitos em cascata nas comunidades biológicas associadas aos recifes de corais. As alterações na estrutura dos recifes e a diminuição da biodiversidade resultam em impactos negativos nas espécies que dependem dos recifes para alimentação, abrigo e reprodução.

A compreensão aprofundada dessas interações é essencial para a elaboração de políticas públicas e estratégias de conservação que visem minimizar os impactos das mudanças climáticas sobre esses ecossistemas vulneráveis, garantindo a manutenção dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade marinha.

REFERÊNCIAS

AIRES, Tania *et al.* Acidification increases abundances of Vibrionales and Planctomycetia associated to a seaweed-grazer system: potential consequences for disease and preydigestion efficiency. **PeerJ**, v. 6, p. e4377, 2018.

BAPTISTA, Elisabeth Mary de Carvalho. Caracterização e importância ecológica e econômica dos recifes da zona costeira do estado do Piauí. **Geografia: Publicações Avulsas**, v. 3, n. 2, p. 225-250, 2021.

BERK, Amanda; ROCHA, Marcelo. O uso de recursos audiovisuais no ensino de ciências: uma análise em periódicos da área. **Revista Contexto & Educação**, v. 34, n. 107, p. 72-87, 2019.

BELL, James J. *et al.* Could some coral reefs become sponge reefs as our climate changes? **Global Change Biology**, v. 19, n. 9, p. 2613-2624, 2013.

BRODIE, Juliet *et al.* The future of the northeast Atlantic benthic flora in a high CO₂ world. **Ecology and Evolution**, v. 4, n. 13, p. 2787-2798, 2014.

CARNIATTO, Irene. *et al.* Educação Ambiental para adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas sobre os ecossistemas e grupos em vulnerabilidade social. In: **Educação ambiental crítica: mudanças climáticas**. Porto Alegre: Livrologia, 2024.

CLARK, Timothy D. *et al.* Ocean acidification does not impair the behaviour of coral reef fishes. **Nature**, v. 577, n. 7790, p. 370-375, 2020.

CLEMENTS, Cody S.; HAY, Mark E. Disentangling the impacts of macroalgae on corals via effects on their microbiomes. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 11, p. 1083341, 2023.

COMEAU, Steeve *et al.* Framework of barrier reefs threatened by ocean acidification. **Global Change Biology**, v. 22, n. 3, p. 1225-1234, 2016.

CORRÊA, Iran Carlos Stalliviere. **Mudanças Climáticas: impacto, mitigação e adaptação**. Porto Alegre: CECO/PGGM/IGEO/UFRGS, 2024.

DE, Kalyan *et al.* Challenges and opportunities towards meeting the United Nations' Sustainable Development Goals from coral and seaweed ecosystems in an era of climate change. **Environment, Development and Sustainability**, p. 1-40, 2024.

DEL MONACO, Carlos *et al.* Effects of ocean acidification on the potency of macroalgal allelopathy to a common coral. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 41053, 2017.

FALKOWSKI, P. G.; BARBER, R. T.; SMETACEK, V. Biogeochemical Controls and Feedbacks on Ocean Primary Production. **Science**, v. 281, n. 5374, p. 200–206, 1998.

FERNÁNDEZ, Pamela A. *et al.* Seawater pH, and not inorganic nitrogen source, affects pH at the blade surface of *Macrocystis pyrifera*: implications for responses of the giant kelp to future oceanic conditions. **Physiologia Plantarum**, v. 159, n. 1, p. 107-119, 2017.

FOSTER, Taryn *et al.* Effect of ocean warming and acidification on the early life stages of subtropical *Acropora spicifera*. **Coral Reefs**, v. 34, p. 1217-1226, 2015.

FOSTER, Taryn *et al.* Ocean acidification causes structural deformities in juvenile coral skeletons. **Science Advances**, v. 2, n. 2, p. e1501130, 2016.

HILL, Tessa S.; HOOGENBOOM, Mia O. The indirect effects of ocean acidification on corals and coral communities. **Coral Reefs**, v. 41, n. 6, p. 1557-1583, 2022.

MORAES, Gabriel Martins *et al.* Interações ecológicas-mutualismo: uma experiência de prática como componente curricular na formação de licenciandos. **16º Jornada Científica e Tecnológica e 13º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS**, v. 15, n. 2, 2023.

MUNDAY, Philip L. *et al.* Behavioural impairment in reef fishes caused by ocean acidification at CO₂ seeps. **Nature Climate Change**, v. 4, n. 6, p. 487-492, 2014.

PERRY, Chris T.; ALVAREZ-FILIP, Lorenzo. Changing geo-ecological functions of coral reefs in the Anthropocene. **Functional Ecology**, v. 33, n. 6, p. 976-988, 2019.

PRIEST, Jamie *et al.* Out of shape: Ocean acidification simplifies coral reef architecture and reshuffles fish assemblages. **Animal Ecology**, v. 93, n. 8, p. 1097-1107, 2024.

SILVA, Karine Zortea; COLOMBO, Renata. Mudanças climáticas: influência antrópica, impactos e perspectivas. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, Anápolis, v. 8, n. 3, p. 47-68, 2019.

RASHER, Douglas B.; HAY, Mark E. Seaweed allelopathy degrades the resilience and function of coral reefs. **Communicative & Integrative Biology**, v. 3, n. 6, p. 564-566, 2010.

ZOU, Dinghui. Effects of elevated atmospheric CO₂ on growth, photosynthesis and nitrogen metabolism in the economic brown seaweed, *Hizikia fusiforme* (Sargassaceae, Phaeophyta). **Aquaculture**, v. 250, n. 3-4, p. 726-735, 2005.

PERCEPÇÃO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO SOBRE ESPÉCIES INVASORAS E SEUS IMPACTOS NA BIODIVERSIDADE MARINHA

HIGH SCHOOL STUDENTS' PERCEPTION OF INVASIVE SPECIES AND THEIR IMPACTS ON MARINE BIODIVERSITY

Teógenes Adib da Silva ¹

Gabriel Teixeira Silva ²

Wanderson Ferreira Cavalcante ³

Mikael Silva de Oliveira ⁴

Oriel Herrera Bonilla ⁵

¹Graduando em Ciências biológicas na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0001-6237-7642>. E-mail: teogenes.silva@aluno.uece.br

²Graduando em Ciências biológicas na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0002-1809-5549>.

³Graduando em Ciências biológicas na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0002-2395-2728>.

⁴Graduando em Ciências biológicas na Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0006-3346-8648>.

⁵Professor Pesquisador Universidade Estadual do Ceará, Campus do Itaperi, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-9140-6086>.

RESUMO

Espécies marinhas invasoras, como o peixe-leão e o coral-sol estão se tornando presentes em todo o Nordeste brasileiro, trazendo diversos riscos e prejuízos para a biodiversidade de ecossistemas marinhos, pois são espécies que não possuem predadores naturais e se reproduzem com rapidez e facilidade, se espalhando pelo ambiente marinho. Sendo de extrema importância a sua abordagem no ensino médio para o conhecimento do tema pelos estudantes. Deste modo, o presente estudo avaliou a percepção de alunos do ensino médio sobre as espécies marinhas invasoras e seus impactos na biodiversidade de ecossistemas marinhos e concluiu que boa parte dos alunos já tinham um certo conhecimento do que são espécies invasoras, mas não sabiam dar exemplos de quais espécies marinhas invasoras estavam presentes no Nordeste brasileiro. Ao todo, participaram 19 alunos.

Palavras-chave: bioinvasão. ecossistemas. organismos marinhos.

ABSTRACT

Invasive marine species, such as lionfish and sun coral, are becoming present throughout the Brazilian Northeast, bringing various risks and damages to the biodiversity of marine ecosystems, as they are species that have no natural predators and reproduce quickly and easily, spreading throughout the marine environment. Its approach in high school is extremely important for students to understand the topic. Thus, the present study evaluated the perception of high school students about invasive marine species and their impacts on the biodiversity of marine ecosystems and concluded that the majority of students already had some knowledge that they are invasive species, but did not know how to give examples of which invasive marine species were present in the Brazilian Northeast. In total, 19 students participated.

Keywords: bioinvasion. ecosystems. marine organisms.

1. INTRODUÇÃO

Entende-se como espécies exóticas invasoras os organismos introduzidos fora da sua área de distribuição natural, promovendo impactos aos ecossistemas, habitat e a outras espécies (Brasil, 2017). Em ecossistemas marinhos, a introdução de espécies exóticas provoca uma série de danos associados à cadeia alimentar e à comunidade marinha (Anton *et al.*, 2019).

Entre as causas da bioinvasão em ecossistemas marinhos, estão o transporte marítimo, o aumento no comércio de animais marinhos, pesca e atividades recreativas relacionadas (Ojaveer *et al.*, 2018). Essas espécies provocam impactos tanto na provisão de serviços ecossistêmicos quanto na economia de diversos países (Montserrat *et al.*, 2010; Ojaveer; Kotta, 2015; Haubrock *et al.*, 2022). Desde o início da interação global do ser humano com o mundo, sua intervenção na natureza em busca de benefícios tem gerado desarranjos ambientais muitas vezes irreversíveis (Botelho, 2015; Silva, 2019)

No Brasil, a ocorrência do peixe-leão (*Pterois volitans*) na costa brasileira implica em uma série de danos às teias alimentares de ecossistemas marinhos locais, em função da disputa por recursos com espécies nativas (Bumbeer *et al.*, 2018). Dentre outras espécies invasoras no Brasil, o coral-sol (*T. coccinea*) é uma espécie de cnidário igualmente danosa à biodiversidade marinha, tendo sido associado à redução da diversidade biológica nativa em ecossistemas bentônicos (Tanasovici; Kitahara; Dias, 2020). As espécies invasoras, nesse contexto, emergem como os principais impulsionadores da perda de biodiversidade e da alteração nas comunidades, representando uma ameaça aos ecossistemas e outras espécies (Chame, 2009; Da Silva; Menezes da Silva, 2020).

Nesse sentido, a Educação Ambiental (EA) visa a formação de indivíduos sociais ativamente engajados na busca por soluções aos problemas ambientais hodiernos (Marcatto, 2002). Propostas de Educação Ambiental voltadas para a questão da bioinvasão mostraram-se eficazes na sensibilização de diversos atores sociais (Pinto; Souza; Creed, 2015).

Portanto, o intuito do presente trabalho foi avaliar a percepção de alunos do ensino médio sobre espécies invasoras e os impactos causados à biodiversidade marinha. O público-alvo da pesquisa abrange estudantes matriculados em uma instituição pública de ensino do município de Caucaia, localizado na região metropolitana de Fortaleza, no Ceará. Para tal, foram aplicados dois questionários,

entremeados pela regência de uma aula que consistiu numa metodologia de Educação Ambiental (EA) acerca do tema exposto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa adotou uma abordagem quali-quantitativa para coleta e análise de dados, considerando que essa metodologia possibilita uma compreensão mais abrangente do fenômeno estudado, combinando dados qualitativos e quantitativos, conforme indicado por Creswell (2010). Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre bioinvasão marinha, abordando conceitos, espécies invasoras e seus impactos nos ecossistemas marinhos.

Em seguida, aplicou-se um questionário presencial com sete questões discursivas, elaborado no Microsoft Word, para avaliar o conhecimento prévio dos participantes. Após a aplicação inicial, ministrou-se uma aula expositiva sobre bioinvasão marinha, destacando as espécies invasoras e seus impactos ambientais. O mesmo questionário foi reaplicado para identificar mudanças na compreensão dos participantes.

A pesquisa envolveu 19 estudantes do segundo ano do ensino médio de uma escola pública em Caucaia, com coleta de dados entre o final do primeiro semestre e o início do segundo semestre de 2024.

Os dados foram analisados por meio do Google Planilhas e Microsoft Excel, gerando estatísticas descritivas em forma de porcentagens. A comparação entre as respostas permitiu avaliar a percepção e assimilação dos alunos sobre os temas abordados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa contou com a participação de 19 alunos do ensino médio, porém nem todos responderam a todas as perguntas. Quando questionados sobre as suas percepções acerca do que são espécies invasoras, foi possível observar um padrão comum à maioria das respostas. Uma parcela significativa dos alunos enxerga as espécies invasoras como a presença de espécies que estão em um local que não é o natural delas. Alguns alunos levantaram ideias interessantes, envolvendo conceitos como território, habitat, ecossistemas e ameaças. No quadro a seguir (Quadro 1.)

ilustra a opinião geral dos participantes tomando como base, as respostas de três participantes, identificados respectivamente como Participante 1, Participante 2 e Participante 3.

Quadro 1: Opinião de alguns dos participantes sobre espécies invasoras.

PARTICIPANTES	RESPOSTAS
Participante 1	“Animais que saem do seu habitat natural para outros”
Participante 2	“Entendo que pode ser espécies de animais, insetos, entre outros, que invadem território de outros atrás de alimento”
Participante 3	“São espécies que muitas vezes por perda de seu habitat natural ou por serem retiradas da natureza, acabam chegando ao habitat de outras espécies”

Fonte: Autoria própria (2025).

Quando indagados sobre quais espécies marinhas invasoras poderiam estar presentes no Nordeste brasileiro, apenas 21% dos estudantes que responderam a esse questionamento o fizeram corretamente. Os participantes que erraram essa questão acabaram confundindo espécies invasoras com espécies migratórias ou com espécies que são naturais do bioma, colocando como resposta golfinhos, tubarões, leões marinhos e até mesmo cavalo marinho. Os alunos melhoraram as suas respostas no questionário realizado após a aula expositiva, no qual 100% dos participantes que responderam acertaram, demonstrando a eficácia da aula nesse aspecto, com os alunos indicando corretamente o peixe-leão e o coral-sol como resposta. Mesmo os alunos que forneceram respostas corretas no primeiro questionário demonstraram uma deficiência inicial na compreensão do que seriam espécies invasoras, se assemelhando com resultados apresentados por Müller e Delazer (2017) e Proença e Dal-Farra (2017).

Quanto às maneiras que espécies marinhas invasoras podem chegar ao Brasil, 75% dos participantes acertaram essa questão ao respondê-la no questionário aplicado após a aula, os dados fazem uma menção a diversas maneiras que espécies marinhas invasoras podem chegar ao litoral brasileiro, envolvendo na maioria das respostas a ação humana de forma direta ou indireta, as respostas dos alunos podem ser sintetizadas desse modo: (1) água de lastro; (2) lixo flutuante; e (3) trazido por humanos.

4. CONCLUSÃO

Pôde-se observar um pouco de entendimento prévio por parte dos alunos sobre o que seriam espécies invasoras, e um conhecimento superficial sobre seu significado e confusão ao dar exemplos de espécies marinhas invasoras que poderiam estar presentes no Nordeste brasileiro.

Após a aula ministrada, essa percepção foi alterada por conta do contexto ambiental mostrado aos alunos, que puderam fazer associações mentais mais nítidas e puderam compreender melhor o tema. Isto evidencia o importante papel da educação ambiental nas escolas, pois torna conhecidas as causas de problemas ambientais que muitas vezes são incompreendidas ou desconhecidas, possibilitando um maior engajamento social na preservação de ecossistemas.

Sendo assim, pesquisas como esta se mostram relevantes neste contexto, permitindo à educação ambiental alcançar um público maior e moldar a percepção ambiental da sociedade a partir da geração mais jovem, incentivando a preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTON, A. *et al.* Global ecological impacts of marine exotic species. **Nature Ecology & Evolution**, v. 3, p. 787-800, 2019.
- BRASIL. Projeto de Lei N° 7.129, de 2017. Altera as leis 5.197, de 3 de janeiro de 1967, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e 9.985, de 18 de julho de 2000, para normatizar o abate e o controle de espécies exóticas invasoras. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2017.
- BOTELHO, R. G. M. **Implicações Ambientais das Ações Antrópicas em Ambientes Fluviais: estudos de caso no Estado do Rio de Janeiro.** In: Miguel Bruno. (Org.). **População, Espaço e Sustentabilidade: contribuições para o desenvolvimento do Brasil.** IBGE, 1ed. Rio de Janeiro. 2015.
- BUMBEER, J. *et al.* Predicting impacts of lionfish (*Pterois volitans*) invasion in a coastal ecosystem of southern Brazil. **Biological Invasions**, v. 20, p. 1257-1274, 2018.
- CHAME, M. **Espécies exóticas invasoras que afetam a saúde humana.** Ciência e Cultura, São Paulo. v.61 n.1, 2009.
- CRESWELL, John W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DA SILVA, D. C.; MENEZES DASILVA, L. A. Espécies exóticas e invasoras nos livros didáticos de biologia: fomentando uma estratégia didática para o ensino. **Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente**, v.1, n. 2, 2020.

HAUBROCK, P. J. *et al.* Knowledge gaps in economic costs of invasive alien fish worldwide. **Science of The Total Environment**, v. 803, 2022. ISSN 0048-9697.

MEIRELES, C.P.; PIMENTEL, D.S.; CREED, J.C. A Educação Ambiental no controle da Bioinvasão Marinha por Coral-Sol (*Tubastraea spp.*, *Anthozoa*, *Dendrophylliidae*) em Angra dos Reis (Rio de Janeiro, Brasil). **Ambientalmente Sustentable**, v. 8, n. 20, p. 323-343, 2015.

MULLER, E.S.; DELAZERI, F. Compreensão de estudantes do Ensino Fundamental sobre animais nativos e exóticos. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 14, n. 1/2, p. 22-38, 2017

MARCATTO, C. **Educação Ambiental: Conceitos e Princípios**. 1a. ed. Belo Horizonte: FEAM, 2002. 64p.

MONTSERRAT, V. *et al.* How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services?. A pan-European, cross-taxa assessment. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 8, n. 3, p. 135-144, 2010.

OJAVEER, H.; KOTTA, . Ecosystem impacts of the widespread non-indigenous species in the Baltic Sea. Literature survey evidences major limitation in knowledge. **Hydrobiologia**, v. 750, p. 171-185, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10750-014-2080-5>.

OJAVEER, H. *et al.* Historical baselines in marine bioinvasions. Implications for policy and management. **PLOS ONE**, v. 13, n. 08, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202383>.

PROENÇA, M. DE S.; DAL-FARRA, R. A.; OSLAJ, E. U. Espécies nativas e exóticas no ensino de ciências: a construção de práticas educativas para o ensino fundamental. **Revista Contexto & Educação**, n.32, v.103, p.213–247,2017.

SILVA, F. A. **Biodiversidade e Ecossistemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2019.

TANASOVICI, R. M.; KITAHARA, M.V.; DIAS, G. M. Invasive coral *Tubastrea spp.* population growth in artificial habitats and its consequences to the diversity of benthic organisms. **Marine Biology**, v. 167, n. 119, 2020.

AVALIAÇÃO DE UM PROTOCOLO PARA A CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DO SISTEMA REPRODUTOR DE ESPÉCIES COMERCIAIS DO GÊNERO *PANULIRUS* NO ESTADO DO CEARÁ/BRASIL

EVALUATION OF A PROTOCOL FOR THE MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE REPRODUCTIVE SYSTEM OF COMMERCIAL SPECIES OF THE GENUS *PANULIRUS* IN THE STATE OF CEARÁ, BRAZIL

Marina Teresa Torres Rodríguez ¹
Jessica Lucinda Saldanha da Silva ²
Rafael dos Santos Rocha ³
Fátima Cristiane Teles de Carvalho ⁴
Raúl Cruz Izquierdo ⁵

¹Doutora em Ciências Marinhas Tropicais-Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR)/Universidade Federal do Ceará (UFC), Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-6627-3296>. Email: marinatorresrodriguezm@gmail.com

²Doutora em Engenharia de Pesca - Universidade Federal do Ceará (UFC)-CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-5449-0816>.

³Doutor em Engenharia de Pesca - Universidade Federal do Ceará (UFC)-CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9265-6311>.

⁴Doutora em Ciências Marinhas Tropicais - Instituto de Ciências do Mar/LABOMAR/Universidade Federal do Ceará (UFC)-Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9114-1180>.

⁵Doutor em Ciências Biológicas - Universidade de La Habana, Cuba – Cientista Chefe em Pesca e Aquicultura – Ceará (FUNCAP). Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9909-9941>.

RESUMO

Ceará lidera as pescarias de duas importantes espécies de lagostas espinhosas: *Panulirus argus* e *Panulirus laeviscauda* com alto valor comercial. Pouco é conhecido sobre a microbiota bacteriana que possa intervir na dinâmica reprodutiva de essas duas espécies. Este trabalho teve como objetivo avaliar um protocolo para a avaliação microbiológica do sistema reprodutor em *P. argus* e *P. laeviscauda*. Técnicas dependentes e não dependentes de cultivo foram utilizadas para a identificação dos isolados. Este é o primeiro relato de avaliação microbiológica do sistema reprodutor em estes dois organismos marinhos com alto valor comercial.

Palavras-chave: *Panulirus argus*. *Panulirus laeviscauda*. Identificação fenotípica. identificação genotípica.

ABSTRACT

Ceará leads the fisheries of two important species of spiny lobsters: *Panulirus argus* and *Panulirus laeviscauda* with high commercial value. Little is known about the bacterial microbiota that can intervene in the reproductive dynamics of these two species. This work aims to evaluate a protocol for the microbiological evaluation of the reproductive system in *P. argus* and *P. laeviscauda*. Culture-dependent and non-culture-dependent techniques were used to identify the isolates. This is the first report of microbiological evaluation of the reproductive system in these two marine organisms with high commercial value.

Keywords: *Panulirus argus*. *Panulirus laevicauda*. phenotypic identification. genotypic identification.

1. INTRODUÇÃO

Embora a pescaria de lagosta seja a atividade pesqueira de maior importância econômica no nordeste de Brasil, pouco é conhecido sobre a microbiologia do sistema reprodutor das duas maiores espécies de interesse comercial na região: *P.argus* (vermelha) e *P.laevicauda* (verde). Estudos da microbiota do sistema reprodutor de estes crustáceos podem contribuir à compreensão de sua dinâmica reprodutiva e como consequência a exploração de uma pescaria sustentável de estes recursos pesqueiros de importância econômica e comercial (Silva *et al.*, 2008). Foi testado um protocolo para a avaliação microbiológica das gônadas (macho e fêmea) nas duas espécies alvo de estudo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram processadas uma fêmea de cada espécie e um macho de *P.laevicauda*, procedentes de uma indústria de processamento (Fortaleza, Ceará) e transportadas ao Laboratório de Microbiologia Ambiental e do Pescado (LAMAP) do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará (UFC) para seu análise. Meio seletivo (Ágar de Tiosulfato Citrato, Bilis e Sacarose-TCBS) e meio não seletivo (Ágar Tripona Soia-TSA) foram inoculados em duplicata pela técnica de *Spread Plate*. Placas contendo entre 25-250 colônias foram contadas. As contagens foram expressas em Unidades Formadoras de Colônias por gramo de amostra (UFC/g). De uma a três colônias foram selecionadas de cada meio de cultura testado e replicadas em caldo Brain Heart Infusion (BHI) com semeadura em TSA para posterior identificação. Todos os meios utilizados foram elaborados com água de mar 10 ppm. A identificação taxonômica foi realizada através da extração do DNA genômico, e após amplificação da subunidade 16S rDNA as amostras foram encaminhadas ao Centro de Diagnóstico para as Enfermidades de Organismos Aquáticos (CEDECAM), do LABOMAR/UFC para o sequenciamento do DNA bacteriano.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os meios utilizados na avaliação da microbiota do sistema reprodutor nas espécies de lagosta estudadas permitiram as contagens de colônias bacterianas nas gônadas destes animais. Foi possível observar a presença de colônias contadas no meio seletivo TCBS em todas as diluições realizadas (Ovas e espermátóforo) de *P.laevicauda*, no entanto, o meio TSA apresentou colônias contadas a partir da diluição 10^{-3} . A não seletividade no meio justifica o desenvolvimento de um maior número de bactérias cultiváveis. As contagens de ovas de *P.argus* resultaram em um sobre crescimento de colônias em todas as diluições em ambos meios testados.

TCBS foi utilizado por Wibowo *et al* (2020) em *P.homarus* para o isolamento de bactérias do gênero *Vibrio*, e como teste bioquímico para a identificação de bactérias isoladas da hemolinfa e hepatopâncreas de esses animais. É importante ter em conta na avaliação das contagens em ambos dois tipos de amostras (ovas e espermátóforo) o meio TSA difere do ambiente natural em que são isoladas e desenvolvidas as bactérias pela grande disponibilidade de nutrientes em termos de abundância o que facilita o crescimento bacteriano em esse meio (Molina-Menor *et al.*, 2021). Foram avaliados 15 isolados bacterianos dos quais, dez foram pertencentes a *P.argus* (67%) e cinco (33%) a *P.laevicauda* (tabela 3).

Tabela 3: Avaliação dos isolados bacterianos por meio de cultura utilizado em cada espécie de lagosta estudada.

Espécie	No.de Isolados	Meio de isolamento		Gram	
		TCBS	TSA	Gram (-)	Gram (+)
<i>P.argus</i>	10	10	-	8	2*
<i>P.laevicauda</i>	5	2	3	5	-
<i>Total</i>	15	12	3	13	2

Fonte: Autoria própria (2025).

Dos 15 isolados bacterianos, 13 (86,7%) resultaram bactérias Gram negativas, todas confirmadas genotipicamente como pertencentes ao gênero *Vibrio*. Dois isolados (13,3%) foram identificados como bastonetes Gram positivos em ovas da lagosta vermelha e foram identificados geneticamente como pertencentes ao gênero *Bacillus*.

Bactérias do gênero *Vibrio* são reportadas frequentemente como presentes na microbiota ou como patógeno em diferentes espécies de organismos marinhos (*V. owensii* – *Panulirus*

ornatus - Goulden *et al.*, 2012; *V. harvey*- *P.hornatus* – Leslie *et al.*, 2013; *V. alginolyticus* e *Vibrio* sp.- *P. hornatus* – Sudewi, Mastuti & Mahardika, 2019). Bactérias do gênero *Bacillus*, tem sido citado por Lein *et al* (2022) no trato gastrointestinal de lagostas do gênero *Panulirus*. Bactérias dos gêneros *Vibrio* e *Bacillus* foram identificadas na caracterização da microbiota intestinal em *Panulirus homarus* por Mathew & Joseph (2019).

4. CONCLUSÃO

Pela primeira vez pode se contar com um protocolo eficiente de avaliação microbiológica do sistema reprodutor das lagostas comerciais *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*. A avaliação microbiológica da microbiota do sistema reprodutor de machos e fêmeas destas espécies marinhas resultou no primeiro passo na compreensão de sua dinâmica reprodutiva na vigilância e controle dos diferentes fatores biológicos que possam interferir na exploração de uma pescaria sustentável de estes importantes recursos pesqueiros comerciais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FUNCAP pela bolsa de Inovação Tecnológica (BIT) concedida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GOULDEN, E.F.; HALL, M.R.; BOURNE, D.G.; PEREG, L.L.; HØJ, L. Pathogenicity and Infection Cycle of *Vibrio owensii* in larviculture of the Ornate Spiny Lobster (*Panulirus ornatus*). **Applied and Environmental Microbiology**, v.88, n.6, p. 2841–2849, 2012.
- LEIN, E.Y.; LAL, M.T.M.; MARAN, B.A.V.; CH'NG, CH. L.; HAMASAKI, K.; SANO, M.; TUZAN, A.D. Gastrointestinal Microbiota of Spiny Lobster: A Review. **Fishes**, v.7, 17 p., 2022.
- LESLIE, V.A.; RATHINAM, A.M.M.; BALASINGH. Rapid identification of *Vibrio harveyi* isolates in *Panulirus homarus*. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.2, n. 3, p.6-10, 2013.
- MATHEW, A & JOSEPH, I. Characterization of functionally diverse intestinal bacterial flora of *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758). **Jornal of the Marine Biological Association of India**, v. 61, n.1, p. 38-43, 2019.

MOLINA-MENOR, E.; GIMENO-VALERO, H.; PASCUAL, J.; PERETÓ, J.; PORCAR, M. High culturable bacterial diversity from a European Desert: The Tabernas desert. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, 583120, 2021.

SILVA, K.C.A.; BOTELHO, K.B.; CINTRA, I.H.A.; ARAGÃO, J.A.N. Parâmetros reprodutivos da lagosta-vermelha, *Panulirus argus* (LATREILLE, 1804), na costa norte do Brasil. **Boletim Técnico Científico CEPNOR**, Belém, v.8, n.1, p. 27-39, 2008.

SUDEWI, W.Z.; MASTUTI, I.; MAHARDIKA, K. Identification and pathogenicity test of some bacteria isolated from wild and farmed spiny lobster *Panulirus homarus*. **Berita Biology**, v. 18, n.3, p. 255-375, 2019.

WIBOWO, R.H.; SIPRIYADI, W.D.; SUSIANTI, N.; PURBIANTO, K.A.; GUSTRIANA; ROSIANTI, N.; MEDANI, D.I.; WULANDARI, G.D. Identification of pathogenic bacteria on spiny lobster (*Panulirus homarus*) at quality control and fishery product safety agency (BKIPM) of Bengkulu. **Advances in Biological Sciences Research**, v.14, p.493-499, 2020.

**CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE ESTIRPES BACTERIANAS
ISOLADAS DO SISTEMA REPRODUTOR DE ESPÉCIES DE LAGOSTA
COMERCIAIS NO ESTADO DE CEARÁ/BRASIL**

**MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF BACTERIAL STRAINS
ISOLATED FROM THE REPRODUCTIVE SYSTEM OF COMMERCIAL
LOBSTER SPECIES IN THE STATE OF CEARÁ, BRAZIL**

Marina Teresa Torres Rodríguez^{1*}
Jessica Lucinda Saldanha da Silva²
Rafael dos Santos Rocha³
Fátima Cristiane Teles de Carvalho⁴
Raúl Cruz Izquierdo⁵

^{1*}Doutora em Ciências Marinhas Tropicais-Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR)/Universidade Federal do Ceará (UFC), Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-6627-3296> Email: marinatorresrodriguezm@gmail.com

²Doutora em Engenharia de Pesca - Universidade Federal do Ceará (UFC)-CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-5449-0816>

³Doutor em Engenharia de Pesca - Universidade Federal do Ceará (UFC)-CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9265-6311>

⁴Doutora em Ciências Marinhas Tropicais - Instituto de Ciências do Mar/LABOMAR/Universidade Federal do Ceará (UFC)-Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9114-1180>

⁵Doutor em Ciências Biológicas - Universidade de La Habana, Cuba – Cientista Chefe em Pesca e Aquicultura – Ceará (FUNCAP). Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9909-9941>

RESUMO

Panulirus argus (lagosta vermelha) e *Panulirus laeviscauda* (lagosta verde) são as duas espécies de lagosta de valor comercial do Nordeste brasileiro. O estudo dos fatores que intervêm em sua dinâmica reprodutiva merece especial atenção. Este estudo objetivou caracterizar microbiologicamente estirpes bacterianas isoladas de gônadas das duas espécies em estudo. Diferentes estressores ambientais, atividade enzimática e capacidade de formação de biofilme foram verificadas. Este estudo apresenta os primeiros resultados da caracterização das estirpes pertencentes à microbiota do sistema reprodutor destes animais marinhos.

Palavras-chave: *Panulirus argus*, *Panulirus laeviscauda*, atividade enzimática, biofilme.

ABSTRACT

Panulirus argus (red lobster) and *Panulirus laeviscauda* (green lobster) are the two commercially valuable lobster species in Northeastern Brazil. The study of factors that

intervene in its reproductive dynamics deserves special attention. This study aimed to microbiologically characterize bacterial strains isolated from the gonads of the two species under study. Different environmental stressors, enzymatic activity and biofilm formation capacity were verified. This study presents the first results of the characterization of strains belonging to the microbiota of the reproductive system of these marine animals.

Key words: *Panulirus argus*, *Panulirus laevicauda*, enzymatic activity, biofilm.

INTRODUÇÃO

As lagostas espinhosas estão entre os produtos marinhos de grande valor comercial no mundo todo. *Panulirus argus* (lagosta vermelha) e *Panulirus laevicauda* (lagosta verde) são as duas espécies de lagosta de alto valor comercial do Nordeste brasileiro. Estudos da microbiota do sistema reprodutor de estes crustáceos podem contribuir à melhor compreensão de sua dinâmica reprodutiva contribuindo assim à sustentabilidade da pescaria deste importante recurso de elevado valor comercial (Silva *et al.*, 2008). Foram avaliadas diferentes características da maquinaria metabólica e de patogenicidade das diferentes estirpes analisadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estirpes bacterianas pertencentes ao gênero *Vibrio* isoladas da microbiota de ovas de *Panulirus argus* e do gênero *Bacillus* procedentes de espermatóforo da lagosta verde, foram submetidas aos seguintes testes: testes de viabilidade a diferentes temperaturas (4°C e 28°C) tolerância a diferentes pHs (5 e 10) e diferentes salinidades (5 e 40). Os meios Caldo Triptona Soja (TSB, sigla em inglês) e Ágar Triptona Soja (TSA sigla em inglês) foram utilizados com 1% de NaCl para todas as provas.

Atividade lipase e caseinase foram testadas assim como foi verificada a formação de biofilme em vidro e a aderência em micropoços de poliestireno em cada estirpe avaliada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As quatro estirpes bacterianas cresceram frente aos diferentes pHs e salinidades testadas (Tabela 1).

Tabela 1- Resposta das estirpes bacterianas frente aos diferentes estressores ambientais testados.

Espécies de lagostas estudadas	Estirpes bacterianas testadas	Temperatura		pH	Salinidade
		4°C	8°C		
<i>P. argus</i>	<i>Bacillus</i> sp.	-			+
	<i>Bacillus</i> sp.	-			+
<i>P. laevis</i>	<i>Vibrio</i> sp.	-			+
	<i>Vibrio</i> sp.	-			+
	<i>Vibrio</i> sp.	-			+

Fonte: Autoria própria (2025).

Como era de esperar nenhuma das estirpes foi capaz de crescer a 4°C, temperatura testada com a finalidade de verificar a factibilidade na aplicação da liofilização como forma de armazenamento das estirpes no laboratório. Parâmetros de qualidade da água (temperatura e salinidade) destacam-se pelo seu papel na produção da maricultura comercial de lagosta (Vydy & Joseph, 2012). A acidificação dos oceanos constitui uma ameaça às espécies marinhas, incluindo os crustáceos (Keppel, Scroati; Couternay, 2012).

A atividade lipase e caseinase foi verificada nas diferentes estirpes testadas (tabela 2).

Tabela 2 - Verificação da atividade enzimática nas estirpes bacterianas avaliadas.

Espécies de lagostas estudadas	Estirpes bacterianas testadas	Atividade enzimática	
		Lipase	Caseinase
<i>P. argus</i>	<i>Bacillus</i> sp.	+	+
	<i>Bacillus</i> sp.	+	-
<i>P. laevis</i>	<i>Vibrio</i> sp.	-	-
	<i>Vibrio</i> sp.	-	-

Fonte: Autoria própria (2025).

As bactérias do gênero *Bacillus* apresentaram atividade lipase e caseinase. As lipases são enzimas muito versáteis (Chandra *et al.*, 2020). Selvamohan *et al* (2012) reportaram a produção de lipases por *Bacillus amyloliquefaciens* na lagosta *Panulirus homarus*. Rodríguez-Viera *et al* (2022) demonstram pela primeira vez a presença de verdadeiras lipases digestivas em lagostas permitindo a *P. argus* hidrolisar eficientemente óleos animais e vegetais.

Bactérias do gênero *Bacillus* mostraram a capacidade de aderência tanto em vidro como em micropoços (tabela 3).

Tabela 3 - Formação de biofilme nas estirpes avaliadas

Espécies de lagostas estudadas	Estirpes bacterianas testadas	Biofilme-Aderência	
		Vidro	Micropoços
<i>P.argus</i>	<i>Bacillus</i> sp.	+	+
	<i>Bacillus</i> sp.	+	+
<i>P.laevicauda</i>	<i>Vibrio</i> sp.	-	-
	<i>Vibrio</i> sp.	-	-

Fonte: Autoria própria (2025).

A capacidade de formação de biofilme pode proteger aos microrganismos de estressores ambientais como temperaturas extremas, pH extremos, alta salinidade, alta pressão, radiação ultravioleta, ambientes pobres em nutrientes e ação antibiótica (Yin *et al* 2019).

Importante destacar que bactérias em biofilmes exibem um conjunto de “propriedades emergentes” que diferem substancialmente das células bacterianas de vida livre, essa capacidade incrementa o sucesso ecológico dos biofilmes não só como formadores de habitat, mais geralmente como estilo de vida bacteriano (Fleming, *et al.*, 2016).

CONCLUSÃO

Embora preliminares, estes resultados sugerem a presença de uma microbiota de bactérias Gram positivas e Gram negativas no sistema reprodutor nas lagostas estudadas com versatilidade metabólica e adaptativa a ambientes com características adversas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FUNCAP pela bolsa de Inovação Tecnológica (BIT) concedida.

REFERÊNCIAS

CHANDRA, P.; ENESPA; SINGH, R.; ARORA, P.K. Microbial lipases and their industrial applications: a comprehensive review. **Microbial Cell Factories**, v. 19, 42 p., 2020.

FLEMMING, H-C.; WINGENDER, J.; SZEWZYK, U.; STEINBERG, P.; RICE, S.A.; KJELLEBERG, S. Biofilms: an emergent form of bacterial life. **Nature Reviews Microbiology**, v.14, p. 563-575, 2016.

KEPPEL, E.A.; SCROATI, R.A.; COURTENAY, S.C. Ocean acidification decreases growth and development in American Lobster (*Homarus americanus*) Larvae. **Journal of Northwest Atlantic Fishery Sciences**, v. 44, p. 61-66, 2012.

RODRÍGUEZ-VIERA, L.; PERERA, E.; PILA, I.M.A.; MOYANO, F.J.; MANCERA, J.M.; DÍAZ, M. True lipase activity and *in vitro* digestibility of potential lipid sources for the spiny lobster *Panulirus argus* feeds. **Aquaculture**, v.555, 2022.

SELVAMOHAN, T.; RAMADAS, V.; SATHYA, T.A. Optimization of lipase enzyme activity produced by *Bacillus Amyloliquefaciens* isolated from Rock Lobster *Panulirus Homarus*. **International Journal of Modern Engineering Research**, v. 2, n.6, 18 p. 4231-4234, 2012.

VYDYA, K. & JOSEPH, S. Effect of salinity on growth and survival of juvenile Indian *Panulirus homarus* (Linnaeus). **Indian Journal of Fisheries**, v. 59, n.1, p. 113-118, 2012.

YIN, W.; WANG, Y.; LIU, L.; HE, J. Biofilms: The Microbial “Protective Clothing” in extreme environments. **International Journal of Molecular Sciences**, v.20, 18 p., 2019.

**O REFLEXO DA POLUIÇÃO MARINHA NO SURGIMENTO DA GOTA
ÚRICA EM AVES AQUÁTICAS: revisão de literatura**

**THE REFLECTION OF MARINE POLLUTION ON THE EMERGENCE OF
URIC GOUT IN AQUATIC BIRDS: a literature review**

João Ricardo Sales Rocha Filgueiras^{1*}
Maria Eduarda da Rocha Almeida²
Lívia Cristina Barroso Trindade³
Giullia da Silva Rocha⁴
Guilherme Cabral Pinheiro⁵
Fernanda Menezes de Oliveira e Silva⁶

^{1*} Discente de Medicina Veterinária – Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Orcid ID:
<https://orcid.org/0009-0009-4969-2910> E-mail: joaoricardofilgueiras@gmail.com

² Discente de Medicina Veterinária – Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Orcid ID:
<https://orcid.org/0009-0005-2550-9967>

³ Discente de Medicina Veterinária – Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Orcid ID:
<https://orcid.org/0009-0000-0278-6842>

⁴ Discente de Medicina Veterinária – Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Orcid ID:
<https://orcid.org/0009-0003-5407-8225>

⁵ Discente de Medicina Veterinária – Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Orcid ID:
<https://orcid.org/0009-0008-2485-412X>

⁶ Docente de Medicina Veterinária – Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Orcid ID:
<https://orcid.org/0000-0002-3603-4021>

RESUMO

A costa marinha brasileira abriga uma rica diversidade de aves marinhas, que desempenham papéis ecológicos importantes como predadores e bioindicadores de poluição. Espécies das ordens *Suliformes*, *Procellariiformes* e *Sphenisciformes* são comuns e sofrem impactos significativos da poluição marinha. Um dos problemas observados é a gota úrica, doença causada pela deposição de cristais de urato e ácido úrico nos tecidos, geralmente associada a insuficiência renal. Seu caráter visceral, mais comum em aves, ocorre por distúrbios na eliminação de urato, suas causas possuem origem primária (problemas metabólicos), ou secundárias (dieta, poluição ou infecções). Estudos mostram a relação entre metais pesados, petróleo e ingestão de microplásticos com danos renais em aves marinhas. A poluição marinha compromete a saúde dessas aves, destacando a necessidade de monitoramento ambiental e conservação. Espécies migratórias, como o bobo-pequeno (*Puffinus puffinus*), sofrem impactos globais devido à bioacumulação de poluentes. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar e descrever os principais achados relacionados à gota úrica em aves marinhas, destacando suas manifestações clínicas e patológicas. Além disso, busca-se correlacionar a poluição marinha ao aparecimento de danos à fisiologia renal.

Palavras-chave: Bioacumulação, Biodiversidade, Nefropatia.

ABSTRACT

The Brazilian marine coast hosts a rich diversity of seabirds, which play important ecological roles as predators and bioindicators of pollution. Species from the orders *Suliformes*, *Procellariiformes*, and *Sphenisciformes* are common and suffer significant impacts from marine pollution. One of the observed problems is gout, a disease caused by the deposition of urate crystals and uric acid in tissues, usually associated with kidney failure. Its visceral nature, more common in birds, occurs due to disturbances in the elimination of urate. Its causes can be primary (metabolic problems) or secondary (diet, pollution, or infections). Studies show a relationship between heavy metals, petroleum, and the ingestion of microplastics with renal damage in seabirds. Marine pollution compromises the health of these birds, highlighting the need for environmental monitoring and conservation. Migratory species, such as the Manx shearwater, suffer global impacts due to the bioaccumulation of pollutants. Thus, the objective of this work is to analyze and describe the main findings related to gout in seabirds, highlighting its clinical and pathological manifestations. Furthermore, it aims to correlate marine pollution with the appearance of damage to renal physiology.

Key-words: Bioaccumulation, Biodiversity, Nephropathy.

INTRODUÇÃO

A orla marítima brasileira apresenta uma importante e rica diversidade de animais que dependem do ambiente marinho e costeiro para sua sobrevivência. Dentre aqueles que residem no litoral do Brasil, as aves presentes nessas regiões compreendem um conjunto de seres que formam um grupo diversificado de espécies associadas a estes ecossistemas marinhos e costeiros, alimentando-se de organismos de água salgada e usando esse ambiente para reprodução e outras atividades (Schreiber; Burguer, 2002).

Os grupos de aves marinhas mais avistadas na costa brasileira pertencem às ordens *Suliformes*, *Procellariiformes* e *Sphenisciformes*, que englobam, respectivamente, biguás e fragatas, albatrozes, petréis e bobos, e pinguins (Rezende *et al.*, 2020). Esses animais apresentam importante serviço para a teia alimentar pois atuam como predadores de alto nível na cadeia alimentar ao mesmo tempo que são presas para alguns peixes, mamíferos marinhos e até outras aves que compartilham o mesmo habitat. Em virtude a essa posição de destaque na cadeia trófica, as aves marinhas são consideradas bioindicadoras de poluição nos oceanos que elas residem ou transitam por causa da maior probabilidade de compostos serem acumulados em seus corpos à medida que as mesmas se alimentam de organismos que pertencem a níveis mais baixos da cadeia alimentar (Burguer; Gochfield, 2004; Shaffer, 2006).

Algumas espécies, como o bobo-pequeno (*Puffinus puffinus*), são gregárias e migratórias transequatoriais, e podem contribuir, em escala global, para a compreensão dos impactos nos ecossistemas marinhos, devido às suas longas rotas migratórias. (Shaffer *et al.*, 2006; Fink *et al.*, 2018). Por sofrerem com a biocumulação de compostos e, por responderem a alterações na dieta são muito suscetíveis às patologias relacionadas ao funcionamento renal. Essas alterações relacionadas ao sistema excretor são comumente relatadas em literaturas, dentre as patologias desse sistema com maior incidência em aves estão destacadas a amiloidose, urato nefrose e o foco desta revisão, a gota úrica (Duncan, 2014).

A gota úrica é uma doença degenerativa caracterizada pela deposição de cristais de urato e ácido úrico em órgãos e articulações. Essa patologia é mais comumente associada a uma insuficiência renal que dificulta a excreção desses metabólitos nitrogenados, assim, aumentando significadamente a concentração ácido úrico e cristais de urato na corrente sanguínea fatos esse que aumenta a probabilidade da formação de gota úrica nas aves (Thrall *et al.*, 2024). A gota pode se manifestar nas formas visceral e articular, sendo essas denominações referentes ao local de deposição dos compostos. Na forma visceral, ocorre a deposição em órgãos, enquanto na forma articular, a deposição ocorre nas articulações (Okamoto *et al.*, 2007).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é analisar e descrever os principais achados relacionados à gota úrica em aves marinhas, destacando suas manifestações clínicas e patológicas. Além disso, busca-se correlacionar a poluição marinha ao aparecimento de danos à fisiologia renal.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo sobre a gota úrica em aves, envolvendo seu impacto na vida marinha, sinais clínicos, achados anatomopatológicos, causas da patologia, além da profilaxia. A coleta de dados foi realizada no período de 2025, utilizando-se as bases de dados Scielo e Google Acadêmico.

As seguintes palavras-chave foram utilizadas durante as pesquisas, de forma isolada ou combinada: “gota úrica em aves”, “ave marinha”, “manejo” e “doenças articulares”, nos idiomas português e inglês, publicados no período de 2002 a 2024. Além disso, operadores booleanos AND, NOT e OR foram utilizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Doenças renais são frequentemente observadas em aves, em especial a gota úrica. O ácido úrico na maioria das espécies domésticas e silvestres advém do metabolismo da guanina e adenina (bases purinas), que são produzidas de forma endógena, pela quebra de ATP e de forma exógena, pelo metabolismo das proteínas alimentares, principalmente de presas, no caso de aves carnívoras e piscívoras. Segundo Carciofi e Oliveira (2006), o ácido úrico é o principal composto nitrogenado excretado pelas aves. O metabolismo dessas bases purinas varia de acordo com a espécie, fatores ambientais e grau de hidratação. A falha de sua eliminação leva à concentração deste composto no organismo, ocasionando diversos efeitos deletérios na homeostase como um todo, podendo levar ao óbito do animal (Echols, 2006; Duncan, 2014).

Na forma visceral presente em aves acometidas, há a alocação desses compostos nos sistemas orgânicos, os principais órgãos acometidos por essa disfunção metabólica são as superfícies serosas do coração, fígado, baço, sacos aéreos e pericárdio mas podem estar presentes em qualquer tecido, principalmente na região medular dos rins (Alessi; Santos, 2023). Na forma articular, ao exame físico, são observados aumentos de volume e sensibilidade nas articulações afetadas pela deposição de ácido úrico e cristais dentro das cápsulas sinoviais e nas bainhas dos tendões. Essas formas de doença são raramente observadas simultaneamente, sendo a forma da gota úrica visceral mais comum e aguda nas aves e a forma articular mais comum em mamíferos, de maneira crônica (Burgos-Rodríguez, 2010; Coelho, 2017).

Essa patologia pode ter causas primárias ou secundárias. Estabelece a doença como primária quando há um problema metabólico inato, normalmente relacionado a desidratação e aos rins que podem possuir defeito nos transportadores de urato nesse órgão resultando em uma falha na excreção desse metabólito. A gota úrica secundária, geralmente é definida por falhas dietéticas como altos níveis de proteína, de cálcio ou vitamina A. O resultado desse desequilíbrio na concentração de ácido úrico e urato leva a uma eventual hiperuricemia. (Echols, 2006; Godoy, 2006; Coppola *et al.*, 2013).

Em aves silvestres mantidas em cativeiro uma das principais causas da gota úrica é a falha no manejo alimentar. Acredita-se que a gota úrica em aves de vida livre esteja relacionada com a poluição ambiental e doenças infecciosas. Mochizuki e colaboradores (2012) evidenciaram a presença de metais pesados e leves, como molibdênio e titânio, nos rins e fígado de mabelhas-do-pacífico (*Gavia pacifica*) e mabelhas-árticas (*Gavia arctica*)

encontradas mortas após a exposição a petróleo derramado no mar. Outras aves resgatadas vivas presentes no mesmo estudo apresentaram aumento nos valores de ácido úrico sérico (Mochizuki *et al.*, 2012).

O impacto gerado pela ingestão de plástico também é observado em animais marinhos, desde plânctons até baleias-azul (*Balaenoptera musculus*), impactando mais de 1200 espécies marinhas (Santos *et al.*, 2021). Estudos quantificando a quantidade de microplásticos comprovaram a indução de fibrose renal por conta da ingestão de água contaminada em pardelas-de-patas-rosadas (*Ardenna carneipes*). (Charlton-Howard *et al.*, 2023).

A vitamina A desempenha um importante papel para a saúde dos epitélios nos organismos animais, quando ocorre a carência desse composto orgânico, caracterizando uma hipovitaminose A, o processo de diferenciação das células de origem epitelial é afetado pois o retinol encontra-se em baixa concentração. Com a diferenciação celular sendo afetada pela deficiência dessa vitamina, ocorre a metaplasia dos ureteres e túbulos renais, modificando a dupla camada epitelial em tecido queratinizado escamoso estratificado propiciando severa substituição do parênquima renal por granulomas de urato (Echols, 2006; Duncan, 2014).

Acredita-se que a combinação dos fatores discutidos ao longo desta revisão seja responsável pelos principais mecanismos que contribuem para a ocorrência de doenças renais em aves marinhas, com ênfase particular na gota úrica.

CONCLUSÃO

Portanto, acredita-se que a presença de poluentes, tais como metais pesados (principalmente titânio e molibdênio) e derivados petróleo nas águas, contribuem diretamente para o desenvolvimento de patologias associadas ao comprometimento renal, como a gota úrica em aves marinhas.

Além disso, destaca-se a importância de analisar, monitorar e promover estudos constantes sobre a situação dessas aves, para assim relacionar a saúde desses animais com o cenário ambiental atual, principalmente aquelas de caráter migratório, como o bobo-pequeno, que sofre constantemente com a bioacumulação de poluentes presentes nas águas salgadas devido a sua posição predatória na cadeia trófica.

REFERÊNCIAS

- ALESSI, A. C.; SANTOS, R. L. **Patologia veterinária**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Roca, 2023. 1008p.
- BURGER, J.; GOCHFELD, M. Marine birds as sentinels of environmental pollution. **EcoHealth**, Nova Iorque, v.1, n.1, p. 263-274, 2004.
- BURGOS-RODRÍGUEZ, A.G. Avian renal system: clinical implication. **Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice**, v.13, n.3 p.393-411, 2010.
- CARCIOFI, A.C.; OLIVEIRA, L.D. Doenças nutricionais. In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. (Eds.). **Tratado de animais selvagens: medicina veterinária**. São Paulo: Roca, 2006. p.838-864.
- CHARLTON-HOWARD, H.S.; BOND, A.L.; RIVERS-AUTY, J.; LAVERS, J.L. ‘Plasticosis’: Characterising macro- and microplastic-associated fibrosis in seabird tissues. **Journal of Hazardous Materials Letters**, v. 450, n.1, p. 1-12, 2023.
- COELHO, H.E. **Patologia veterinária**. 2. ed. Barueri: Manole, 2017. 234p.
- COPPOLA, M.P.; RODRIGUES, J.C.Z.; BAPTISTA, A.A.; SEQUEIRA, J.L.; ANDREATTI FILHO, R.L.; OKAMOTO, A.S. Gota úrica visceral em tucano toco (*Ramphastos toco*). **Veterinária e Zootecnia**, v.20, n.2, p.260-263, 2013.
- DUNCAN, M. Gout in Exotic Animals. In: MILLER, R. E.; FOWLER, E. M. **Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine**. Missouri: Elsevier Health Science, 2014. cap. 67, p. 667-669.
- ECHOLS, M. S. Evaluating and Treating the Kidneys. In: HARRISON, G. J.; LIGHTFOOT, T. L. **Clinical Avian Medicine**. Palm Beach, Florida: Spix Publishing, Inc, 2006. cap 16, p. 457-458.
- FINK, D.; DRUMOND, L.; BASÍLIO, M. I.; SARTORI, C. M.; ANDRADE, T. R.; SANTOS, N. Z.; CREMER, M. J. Gota úrica visceral em bobo-pequeno (*Puffinus puffinus*) no sul do Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n.2, p.486-490, 2018.
- GODOY, S.N. Psittaciformes (arara, papagaio, periquito). In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J.L. (Eds.). **Tratado de animais selvagens: medicina veterinária**. São Paulo: Roca, 2006. p. 222-251.

MOCHIZUKI, M.; YAMAMOTO, H.; YAMAMURA, R.; SUZUKI, T.; OCHIAI, Y.; KOBAYASHI, J.; KAWASUMI, K.; ARAI, T.; KAJIGAYA, H.; UEDA, F. Contents of various elements in the organs of seabirds killed by an oil spill around Tsushima Island, Japan. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 75, n. 5, p. 667–670. 2013.

OKAMOTO, A .S.; GONÇALVES-MARIETTO, G.A.; FILHO R.L.A. Gota úrica visceral em Pingüim de Magalhães: relato de caso. **Nosso Clínico**, v. 56, n. 60, p. 1-4, 2007.

REZENDE, S. T.; SERAFINI, P. P.; MEURE, R.; SANDRI, S.; KOLENIKOVAS, C.K.M. **Aves marinhas encontradas na costa brasileira: quais são seus valores hematológicos e bioquímicos séricos de referência para orientar decisões de manejo, soltura após reabilitação e avaliação da saúde das populações de espécies ameaçadas.** 2020. 2p. In: XI Encontro de Iniciação Científica do ICMBio, 2020, Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.icmbio.gov.br/handle/cecav/1758>>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SANTOS, R.G.; MACHOVSKY-CAPUSKA, G.E.; ANDRADES, R. Plastic ingestion as an evolutionary trap: Toward a holistic understanding. **Science**, v. 373, n. 6550, p. 56-60, 2021.

SCHREIBER, E.A.; BURGER, J. **Biology of marine birds.** Boca Raton: CRC PRESS, 2002. 722p.

SHAFFER, S.A.; TREMBLAY, Y.; WEIMERSKIRCH, H.; SCOTT, D.; THOMPSON, D.R.; SAGAR, P.M; HENRIK MOLLER, G.A.T; FOLEY, D.G.; BLOCK, B.A.; COSTA, D.P. Migratory shearwaters integrate oceanic resources across the Pacific Ocean in an endless summer. **Proc. Nat. Acad. Sci**, EUA, v.103, n. 34, p.12799-12802, 2006.

THRALL, M. A.; WEISER, G.; ALLISON, R. W.; CAMPBELL, T. W.. **Hematologia, Citologia e Bioquímica Clínica Veterinária.** 3ª ed. São Paulo: Roca, 2024. 944p.

SISTEMA MÓVEL DE AQUAPONIA COMO FERRAMENTA DE PROTAGONISMO ESTUDANTIL

MOBILE AQUAPONICS SYSTEM AS A TOOL FOR STUDENT EMPOWERMENT

Camila Tawana Ferreira Santos^{1*}
Pedro Vinicius Ribeiro de Lima²
Daiane de Souza Muniz de Oliveira³
Felipe Thomaz da Camara⁴
Ricardo Luiz Lange Ness⁵

¹Graduanda em Agronomia na UFCA. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-2141-1335> E-mail: camila.tawana@aluno.ufca.edu.br.

²Graduando em Agronomia na UFCA. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-3410-7877>

³Pós-Graduanda em Gestão Pública pela UFCA e pesquisadora jr. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0000-0827-4987>

⁴Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. UFCA. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-2853-9908>

⁵Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr. UFCA. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0005-7643-175X>

RESUMO

Este trabalho é uma inovação apresentada por meio da implementação de um sistema móvel de aquaponia que pode ser utilizado como ferramenta educativa e de protagonismo estudantil, desenvolvido por alunos e docentes do curso de Agronomia da Universidade Federal do Cariri (UFCA). A iniciativa integra educação multidisciplinar envolvendo além da piscicultura e aquaponia, conhecimentos da biologia, física, matemática e química bem como, visão de sustentabilidade, promovendo a troca de conhecimentos entre universitários e alunos do ensino médio. Neste cenário, o presente estudo visa expor a importância da integração interdisciplinar de atores de diferentes esferas de conhecimento para propagar conhecimento, na área da piscicultura e aquaponia, por intermédio da relação entre universidade e escolas de ensino médio. Os métodos utilizados para viabilizar este estudo e criar o sistema móvel de aquaponia, são apresentados por meio de tabelas que descrevem as quantidades e materiais utilizados, bem como imagens do sistema concluído, para possibilitar a réplica dessa ideia em outras regiões. Os resultados bibliográficos e experimentais mostram que o ensino dialógico e extensionista entre a universidade e escolas pode não só proporcionar uma colaboração mútua entre instituições, mas também a formação

de conhecimento crítico, cidadania, e conhecimento técnico em áreas como piscicultura, aquaponia e sustentabilidade.

Palavras-chave: Biologia. Física. Matemática. Química. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This work presents an innovation through the implementation of a mobile aquaponics system that can be used as an educational tool and a means of fostering student leadership. It was developed by students and faculty from the Agronomy program at the Federal University of Cariri (UFCA). The initiative integrates multidisciplinary education, encompassing not only aquaculture and aquaponics but also knowledge from biology, physics, mathematics, and chemistry, along with a sustainability perspective. It promotes knowledge exchange between university students and high school students. In this context, the present study aims to highlight the importance of interdisciplinary integration among actors from different fields of knowledge to disseminate expertise in aquaculture and aquaponics through the interaction between universities and high schools. The methods used to enable this study and develop the mobile aquaponics system are presented through tables detailing the quantities and materials used, as well as images of the completed system, facilitating the replication of this idea in other regions. Bibliographic and experimental results indicate that dialogical and extension-based teaching between universities and schools can not only foster mutual collaboration between institutions but also contribute to the development of critical knowledge, citizenship, and technical expertise in fields such as aquaculture, aquaponics, and sustainability.

Keywords: Biology. Physics. Chemistry. Sustainability.

INTRODUÇÃO

A aquaponia é uma técnica sustentável que integra a criação de peixes com o cultivo de plantas sem solo, promovendo um sistema de produção que reutiliza a água e maximiza a eficiência no cultivo de ambos os organismos. Nesse contexto, a tilápia (*Oreochromis niloticus*) destaca-se por sua rusticidade e rápido crescimento, enquanto

hortaliças como o coentro (*Coriandrum sativum*) e a alface americana (*Lactuca sativa*) apresentam bom desempenho nesse modelo produtivo (Silva *et al.*, 2015).

Além de vantagens ambientais e sustentáveis para a produção de peixes e hortaliças especialmente junto à agricultura familiar, um sistema aquapônico pode ser utilizado como importante ferramenta educacional, conforme relatado por Souza *et al.* (2022) que afirmam que a aquaponia possibilita aos alunos situações de aprendizado prático nas diversas áreas do conhecimento, envolvendo fatores físicos, químicos e biológicos de forma mais consistente do que apenas em sala de aula.

O presente projeto visa disseminar esse conhecimento para a comunidade externa da faculdade, especialmente em regiões do interior do Ceará, onde o uso sustentável dos recursos hídricos é crucial. Para isso, foi desenvolvido um sistema aquapônico móvel, permitindo o transporte seguro dos peixes e a demonstração interativa da tecnologia para jovens estudantes.

Este estudo busca implementar e divulgar a aquaponia como uma alternativa sustentável para o uso da água, promovendo a segurança alimentar por meio de uma abordagem didática e participativa. Para isso, adota-se a criação de um sistema aquapônico móvel, de fácil transporte, aliado ao método de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL – Problem-Based Learning), permitindo a demonstração prática da tecnologia e facilitando o aprendizado. Essa abordagem promove a sensibilização de estudantes e comunidades sobre a importância da sustentabilidade na produção de alimentos. Como resultado, os alunos que participaram da experiência demonstraram grande interesse e forneceram um feedback positivo sobre o impacto do aprendizado.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB), da Universidade Federal do Cariri (UFCA), localizado no município do Crato-CE.

O sistema móvel de aquaponia foi pensado para facilitar a logística de transporte e montagem para apresentações em escolas, utilizando materiais simples e de custo relativamente baixo, o que torna o projeto economicamente viável e inovador.

Conforme a tabela elaborada pelos autores, pode-se ter o quantitativo de materiais que foram utilizados para a construção do sistema móvel de aquaponia:

Tabela 1- Itens utilizados para construção do Sistema móvel de Aquaponia.

ITENS UTILIZADOS	QUANTIDADE	CUSTO MÉDIO
Caixa organizadora de 12 litros	03 unidades	R\$88,00
Conexão de meia polegada	27 unidades	R\$40,00
Tubulações de meia polegada	2 metros	R\$12,00
Tubulações de 50mm	1,5 metros	R\$35,00
Cola para encanação	1 unidade (175g)	R\$8,00
Conexão de 50mm	02 unidade	R\$12,00
Bomba Submersa (1200L/H)	1 unidade	R\$100,00
Mangueiras de microaspersores	3 unidades	R\$20,00
Mudas de alface americano	3 unidades	R\$3,00
Mudas de Cebolinha	3 unidades	R\$3,00
Mudas de Coentro	3 unidades	R\$3,00
Mídia (Pedra Brita)	1 kg	R\$1,00
Sub-Total		R\$325,00

Fonte: Autoria própria (2025).

Todo o sistema é montado verticalmente, para redução do espaço ocupado, onde o primeiro compartimento (caixa organizadora de 12 litros) é o de contenção dos peixes, tilápias do Nilo; o segundo serve de decantador da excreta dos animais e o terceiro é o abrigo das bactérias, presentes nas mídias filtradoras (foram utilizadas pedras britas), que irão degradar a amônia e onde uma bomba faz a água retornar para o sistema.

Adicionalmente, um minissistema de hidroponia fica conectado na parte superior do sistema de criação de peixes, onde mudas de plantas estão dispostas nas canaletas, feitas a partir de canos de 25 mm de diâmetro.

O funcionamento do sistema é relativamente simples. Todo o princípio está baseado no fornecimento de ração aos peixes na primeira caixa (local de criação dos peixes). Toda a fonte de nutrientes do sistema é originária da ração, que, após serem digeridas pelos peixes, são excretadas.

O acúmulo de fezes na água causa alteração significativa na qualidade da água, tornando o ambiente inadequado para os peixes e consequente morte por excesso de

amônia. Por isso é necessário um sistema de filtragem, onde a água passa da primeira caixa para a segunda por meio de um sistema chamado overflow, que capta a água do fundo da primeira caixa, onde ficam as fezes, sendo transferida para a segunda caixa na parte inferior de maneira a criar uma movimentação circular no fundo, onde as partículas pesadas são sedimentadas e a água é transferida para a terceira caixa por uma tubulação localizada no ponto mais alto, sendo responsável por manter o nível da água na caixa.

Na terceira caixa a água passa por um sistema de filtragem biológico nas pedras britas contendo bactérias *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* que transformam a amônia em nitrito e o nitrito em nitrato, respectivamente.

Após este processo de filtragem, a água contém nutrientes para o desenvolvimento das plantas e ao mesmo tempo a amônia, que é tóxica aos peixes, foi transformada em nitrato que será utilizado pelas plantas.

Como a terceira caixa é o ponto mais baixo do sistema, é necessário a presença da bomba submersa para levar a água filtrada de volta à primeira caixa que contém os peixes, bem como para as canaletas de cultivo das hortaliças no sistema aquapônico. Por meio de registros e conexões, subdivide-se a vazão da bomba para parte da água passar pelas canaletas onde estão as hortaliças e parte da água retornar diretamente ao tanque dos peixes, com certa pressão, ocasionando a oxigenação e circulação da água.

A água utilizada para produção das hortaliças, ao final das canaletas, retorna para a primeira caixa também purificada pela ação das raízes das plantas.

Figura 1: Sistema aquapônico móvel montado.



Fonte: Autoria própria (2025).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aquaponia é uma ferramenta interdisciplinar valiosa, abrangendo diversas áreas do conhecimento. Na química, destaca-se a análise de parâmetros da água, como pH, amônia e nitritos, essenciais para a saúde dos peixes e das plantas. A física é fundamental na compreensão da dinâmica dos fluidos e na manutenção do fluxo adequado de água e aeração no sistema. A matemática auxilia nos cálculos de proporção entre a biomassa dos peixes e a área de cultivo vegetal, garantindo o equilíbrio do ecossistema. Já a biologia desempenha um papel central ao abordar as interações ecológicas entre os organismos e os ciclos biogeoquímicos envolvidos no processo. Assim, a implementação e disseminação dessa tecnologia representam não apenas um avanço na produção sustentável de alimentos, mas também um recurso pedagógico valioso para diversas disciplinas (Soares, 2015; IFCE, 2019).

Este estudo além de ser multidisciplinar, atinge 6 (seis) objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU, como: 2. Fome Zero e Agricultura Sustentável; 3. Saúde e Bem-estar; 4. Educação de Qualidade; 5. Igualdade de Gênero; 10. Redução das Desigualdades e 12. Consumo e Produção Responsáveis.

Segundo Luchesi, Lara e Santos (2022), a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) é uma metodologia ativa que coloca o estudante no centro do processo educacional, estimulando sua autonomia e capacidade crítica. Nesse modelo, os alunos trabalham em pequenos grupos, orientados por um tutor, para resolver problemas complexos que refletem desafios do mundo real. O método favorece a interdisciplinaridade, a colaboração e o desenvolvimento de habilidades como argumentação, tomada de decisão e trabalho em equipe, tornando o aprendizado mais significativo e contextualizado.

A montagem do sistema aquapônico móvel foi uma experiência desafiadora e enriquecedora para a equipe do projeto. No início, houve um misto de empolgação e incerteza, pois, apesar do conhecimento teórico sobre aquaponia, a prática exigiu atenção aos detalhes e uma visão mais ampla do funcionamento integrado do sistema. Cada etapa, desde a escolha dos materiais até a instalação dos componentes hidráulicos, demandou testes, paciência e resolução de problemas, tornando o processo ainda mais instigante e desafiador.

A construção envolveu a conexão das caixas organizadoras, a adaptação da bomba de água e a disposição estratégica das plantas para garantir a circulação eficiente dos nutrientes. Em alguns momentos, ajustes foram necessários, especialmente para equilibrar o

fluxo de água de modo a atender tanto às necessidades dos peixes quanto das hortaliças. Outro problema também, foi fazer com que o peso da água que contido em cada caixa, não compromettesse o sistema, já que ele é vertical. Superar esses desafios proporcionou uma compreensão mais profunda do equilíbrio essencial para o funcionamento adequado do sistema.

Com o sistema operando corretamente, a circulação da água estabilizada, os peixes adaptados e as plantas em desenvolvimento, tornou-se evidente o potencial didático da tecnologia e assim, foi possível demonstrar a aquaponia como uma alternativa sustentável para a produção de alimentos.

Figura 02: Foto da apresentação do sistema aquapônico.



Fonte: Autoria própria (2025).

Neste contexto, o relacionamento entre estudantes de diferentes níveis de formação, como universitários de Agronomia e alunos do ensino médio, no estudo aplicado do projeto do sistema móvel de aquaponia, não só pode ser um projeto inovador para o conhecimento multidisciplinar, mas também pode auxiliar no direcionamento de interesses profissionais futuros, a partir do conhecimento prático e dinâmico da piscicultura e aquaponia.

CONCLUSÃO

Este trabalho demonstra o grande sucesso na interação entre a universidade e escolas de ensino médio resultando em protagonismo estudantil. A criação de um sistema móvel de aquaponia, desenvolvido por alunos e docentes do curso de Agronomia da UFCA, evidencia o potencial de iniciativas que unem teoria e prática, conectando conhecimentos da biologia, física, matemática e química, bem como, visão de sustentabilidade. Além de fomentar a dialogicidade na troca de experiências, o projeto reforça a importância da extensão universitária como ferramenta de transformação social, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e conscientes das questões ambientais e sociais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao ensino de qualidade oferecido pela Universidade Federal do Cariri-UFCA, ao projeto intitulado “Pesquisa, Inovação e Transferência de Tecnologia em Sistema Agroalimentar para Agricultore(a)s de Base Familiar: Piscicultura e Aquaponia (MCTI/UFCA), e em especial aos alunos e escolas de ensino médio que receberam tão bem essa iniciativa.

REFERÊNCIAS

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ (IFCE). **Aracati cultiva alface em sistema de aquaponia**. IFCE, 2019. Disponível em: <https://ifce.edu.br/aracati/noticias/aracati-cultiva-alface-em-sistema-de-aquaponia>. Acesso em: 25 fev. 2025.

SILVA, G. S. et al. Nutrientes na produção de alface em aquaponia com peixes tilápia em comparação com hidroponia. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 203-212, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/10776>. Acesso em: 25 fev. 2025.

SOARES, J. A. B. Sistema aquapônico: produção de tilápia e hortaliças em um mesmo local. **Revista Campo & Negócios**, 2015. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/sistema-aquaponico-producao-de-tilapia-e-hortalicas-em-um-mesmo-local/>. Acesso em: 25 fev. 2025.

SOUZA, J.S.S.; SOUZA, R.T.Y.B.; SOUZA, L.O. A aquaponia como ferramenta didático metodológica no ensino de ciências e matemática: experiências e propostas didáticas no contexto amazonense. **R. Bras. Ens. Ci. Tecnol.**, Ponta Grossa, v. 15, p. 1-20, 2022.

LUCHESE, Bruna Moretti; LARA, Ellys Marina de Oliveira; SANTOS, Mariana Alvina dos (orgs.). **Guia prático de introdução às metodologias ativas de aprendizagem** [recurso eletrônico]. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2022. ISBN 978-65-86943-72-6. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2025.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> . Acesso em: 26 fevereiro de 2025.

**PATOGENICIDADE E RESISTÊNCIA A ANTIBIÓTICOS DE *AEROMONAS* SPP.
EM AMBIENTE DE CRIAÇÃO DE TILÁPIA NO NORDESTE DO BRASIL**

**PATHOGENICITY AND ANTIBIOTIC RESISTANCE OF *AEROMONAS* SPP. IN
A TILAPIA FARMING ENVIRONMENT IN NORTHEASTERN BRAZIL**

Deborah Oliveira Amarante^{1*}

Sara Andrade dos Santos²

Lucas Daniel Borges³

Rafael Santos Rocha⁴

Oscarina Viana de Sousa⁵

Francisca Gleire Rodrigues de Menezes⁶

^{1*}Doutoranda em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0005-5102-1463>. Email: deborahamarante98@gmail.com

²Doutoranda em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0007-5035-4391>

³Doutorando em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0000-1992-9555>

⁴Técnico do Instituto de Ciências do Mar, Fortaleza, Ceará. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9265-6311>

⁵Professora da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-3907-7964>

⁶Professora da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-6853-5920>

RESUMO

A tilápia é o peixe de água doce mais cultivado no mundo. Durante o confinamento, doenças podem ocorrer, principalmente de origem bacteriana. Dentre os microrganismos patogênicos, destacam-se bactérias do gênero *Aeromonas*, estando associadas à alta mortalidade em tilápias, principalmente quando os patógenos são resistentes aos agentes antimicrobianos disponíveis de escolha para tratamento. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi analisar a resistência aos antimicrobianos e a presença de enzimas relacionadas à patogenicidade em *Aeromonas* spp. de tilápias cultivadas em sistemas de gaiolas no nordeste do Brasil. Foram utilizadas cepas de amostras de água e muco de superfície de peixes com sinais de infecção. A patogenicidade foi avaliada pela determinação de perfis de resistência antimicrobiana e expressão de enzimas extracelulares. Os perfis de resistência a antibióticos detectados. As cepas foram capazes de produzir todas as enzimas extracelulares testadas.

Concluindo, as cepas encontradas neste trabalho podem causar danos ao cultivo de tilápia, o que pode levar ao desencadeamento de um processo patogênico.

Palavras-chave: Doenças, peixes, *Oreochromis niloticus*, virulência.

ABSTRACT

Tilapia is the most widely cultivated freshwater fish in the world. During confinement, illnesses can occur, especially of bacterial origin. Among the microorganisms that are pathogenic, bacteria of the genus *Aeromonas* can be highlighted, being associated with high mortality in tilapia, especially when the pathogens are resistant to available antimicrobial agents of choice for treatment. Therefore, the aim of this research was to analyze resistance to antimicrobials and the presence of enzymes related to pathogenicity in *Aeromonas* spp. from tilapia in cage systems culture in northeastern Brazil. Strains from water samples and surface mucus from fish with signs of infection were used. The pathogenicity was assessed by determining antimicrobial resistance profiles and extracellular enzymes expression. The antibiotic resistance profiles detected. The strains were capable of producing all extracellular enzymes tested. In conclusion, the strains found in this work can cause harm to tilapia cultivation, which could lead to the triggering of a pathogenic process.

Keywords: Diseases, fish, *Oreochromis niloticus*, virulence.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) ocorre de forma significativa nos estados da região Nordeste. Atenção especial tem sido dada ao cultivo em gaiolas, estes ocorrem em reservatórios de água doce, nos quais os peixes são cultivados em alta densidade e podem estar sujeitos à abrasão mecânica com as paredes das gaiolas ou entre si, causando lesões superficiais. Essas características tornam o ambiente propício à infecção por bactérias do gênero *Aeromonas*, que são altamente patogênicas para peixes e seres humanos (Dong *et al.*, 2017).

Os antibióticos são comumente usados para combater doenças causadas por bactérias. O uso corriqueiro dessas substâncias promove a seleção de cepas resistentes. Esse

grupo emergente de contaminantes está sendo cada vez mais encontrado no meio ambiente (Mccorquodale-Bauer *et al.*, 2023).

Considerando a importância da piscicultura para o Brasil, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o perfil de resistência antimicrobiana e a expressão de enzimas extracelulares associadas à patogenicidade de bactérias do gênero *Aeromonas*, isoladas do muco do peixe *Oreochromis niloticus* e da água de cultivo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas 28 cepas de bactérias do gênero *Aeromonas*, originárias do muco do peixe *Oreochromis niloticus* e da água do reservatório em que esses peixes eram criados.

O teste de suscetibilidade antimicrobiana foi realizado de acordo com as recomendações do Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI, 2022). Para esse teste, os antimicrobianos: cloranfenicol 30 µg (CHL), eritromicina 15 µg (ERY), trimetoprim/sulfametoxazol 25 µg (STX), tetraciclina 30 µg (TET), gentamicina 10 µg (GEN), amoxicilina 30 µg (AMX), ceftriaxona 30 µg (CRO), imipenem 30 µg (IPM), oxitetraciclina 10 µg (OTC) e florfenicol 30 µg (FLO). Foi utilizado o método de difusão e as cepas foram classificadas com o perfil suscetível (S), intermediário (I) ou resistente para cada antimicrobiano testado.

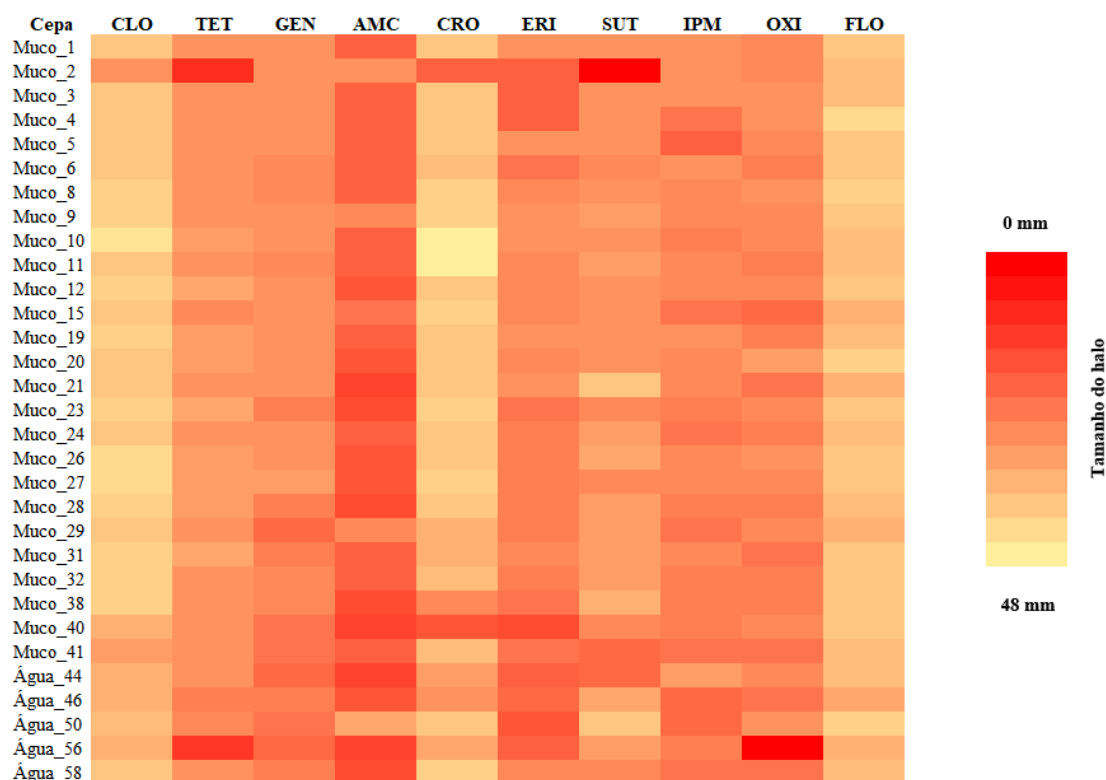
As cepas de *Aeromonas* relacionadas ao potencial de virulência/patogenicidade foram caracterizadas. As bactérias foram testadas quanto à presença das enzimas elastase (RUST *et al.*, 1994), gelatinase, caseinase, fosfolipase, lipase (RODRIGUES *et al.*, 1993) e β-hemólise. As cepas foram classificadas como positivas (P) ou negativas (N) para a produção de enzimas extracelulares.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do perfil de suscetibilidade antimicrobiana são apresentados na Figura 1. Todas as cepas testadas foram sensíveis aos antimicrobianos Cloranfenicol (30 µg), Gentamicina (10 µg), Imipenem (30 µg), Florfenicol (30 µg). Duas cepas foram encontradas no muco em um nível intermediário, Eritromicina (15 µg); 5 cepas resistentes à Amoxicilina (30 µg). Três cepas foram encontradas na água do reservatório em um nível intermediário,

eritromicina (15 µg); três cepas resistentes à amoxicilina (30 µg), sendo uma dessas cepas multirresistente à oxitetraciclina (10 µg), tetraciclina (30 µg) e amoxicilina (30 µg).

Figura 1. Tamanho do halo de cepas de *Aeromonas* para testes antimicrobianos.



CHL: cloranfenicol; TET: tetraciclina; GEN: gentamicina; AMX: amoxicilina; CRO: ceftriaxona; ERY: eritromicina; STX: trimetoprima/sulfametoxazol; IPM: imipenem; OTC: oxitetraciclina; FLO: florfenicol.

Fonte: Autoria própria (2025).

Corroborando com Workagegn *et al.* (2021) encontraram cepas de *Aeromonas* resistentes ao antibiótico amoxicilina, e afirma que o uso de antibióticos é inadequado, pois causam resistência bacteriana, e indica o uso de novos compostos antibacterianos, como extratos de plantas e probióticos.

O tratamento mais comum para combater doenças bacterianas em peixes está relacionado ao uso de antimicrobianos (Bastidas *et al.*, 2019), mas a escolha desses medicamentos deve ser baseada em testes prévios, para garantir a eficácia do tratamento e não prejudicar o meio ambiente. As agências reguladoras devem se comprometer com os critérios de uso de antibióticos e qualidade da água para proteger os organismos vivos dos efeitos negativos do uso indiscriminado de antimicrobianos (Bawa-Allah, Ehimiyein, 2022).

Considerando que a maioria das cepas de *Aeromonas* é encontrada em ambientes aquáticos, é necessário e de grande importância que haja controle e gerenciamento eficazes do uso de antibióticos e uma abordagem para o uso excessivo na aquicultura (ROH E Kannimuthu, 2023). Estudos indicam que as *Aeromonas* podem ser resistentes a antibióticos, resultando em dificuldades no tratamento de infecções. Esse gênero possui genes de resistência a vários antibióticos, incluindo sulfazotrim, cloramfenicol, ampicilina, amoxicilina, cefepime, cefoxitina, gentamicina, levofloxacin, ciprofloxacina e tetraciclina (SILVA *et al.*, 2023). Azzam-Sayuti *et al.* (2021) mostraram em seu estudo que havia resistência das cepas de *Aeromonas* aos antibióticos amicacina, ampicilina, amoxicilina, cefotaxima, cloranfenicol e tetraciclina; e suscetíveis à levofloxacin e à gentamicina. Esses resultados corroboram com esta pesquisa, na qual a maior resistência foi encontrada na amoxicilina e, para a gentamicina, todas as cepas foram suscetíveis.

Todas as 28 cepas testadas foram positivas para a presença das enzimas caseinase, elastase, fosfolipase e lipase. Apenas uma cepa foi negativa para a produção de gelatinase (Muco_31) e a cepa Água_58 foi negativa para a presença de β -hemólise. As bactérias testadas neste trabalho mostraram ter várias enzimas relacionadas à patogenicidade, capazes de produzir substâncias tóxicas que interferem nas células e nos tecidos dos animais infectados (Azzam-Sayuti *et al.*, 2021). Algumas classes enzimáticas, como lipases e proteases, causam lise celular ou alteram a permissividade das células, facilitando a invasão e a multiplicação de patógenos (Carusi *et al.*, 2024). A enzima β -hemólise atua na destruição dos glóbulos vermelhos, facilitando a invasão e a multiplicação dos microrganismos no hospedeiro. Esse é um importante fator de virulência para bactérias do gênero *Aeromonas* (Shuang *et al.*, 2021).

Em um estudo realizado no Peru, no qual 19 cepas de *Aeromonas* foram isoladas do peixe *Piaractus brachipomus*, observou-se que a enzima elastase estava presente em 7 cepas e que todas as cepas possuíam as enzimas lipase, caseinase, gelatinase e hemolisina (Medina-Morillo *et al.*, 2023). Outro estudo, realizado com *A. veronii*, indicou que 50% dos isolados tinham pelo menos quatro genes de virulência, e 25% dos isolados tinham pelo menos cinco genes de virulência. O peixe que carrega essa bactéria representa uma ameaça potencial à saúde humana (Li *et al.*, 2020).

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que algumas cepas apresentaram resistência a antibióticos e que medidas precisam ser tomadas para garantir que esses genes de resistência não sejam disseminados no ambiente aquático. E as cepas desta pesquisa são muito virulentas, elas têm pelo menos cinco enzimas relacionadas à patogenicidade, esse fato pode causar danos à saúde tanto dos peixes cultivados quanto da saúde humana.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo financiamento.

REFERÊNCIAS

AZZAM-SAYUTI, M.; INA-SALWANY, M.Y.; ZAMRI-SAAD, M.; YUSOF, M.T.; ANNAS, S.; NAJIHAH, M.Y.; LILES, M.R.; MONIR, M.S.; ZAIDI, Z.; AMAL, M.N.A. The prevalence, putative virulence genes and antibiotic resistance profiles of *Aeromonas* spp. isolated from cultured freshwater fishes in peninsular Malaysia. **Aquaculture**, v. 540, article 736719, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736719>

BASTIDAS, C.Y; PLESSING, C.; TRONCOSO, J.; SANHUEZA, M.I.; NEIRA, J.Y.; CASTILLO, R.P. Analytical strategies based on near infrared spectroscopy and multivariate calibration for rapid quantification of florfenicol at low-concentrations in medicated-feed pellets. **Microchemical Journal**, v. 147, p. 1068-1074, 2019.

BAWA-ALLAH, K A; EHIMIYEIN, A.O. Ecotoxicological effects of human and veterinary antibiotics on water flea (*Daphnia magna*). **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 94, article 103932, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.etap.2022.103932>

CARUSI, J.; KABUKI, D.Y.; PEREIRA, P.M.S.; CABRAL, L. *Aeromonas* spp. in drinking water and food: Occurrence, virulence potential and antimicrobial resistance. **Food Research International**, v. 175, article 113710, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113710>

CLSI. Clinical and laboratory standards institute. *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*. 32nd ed. **CLSI supplement M100**. Clinical and Laboratory Standards Institute, 2022.

DONG, H.T.; TECHATANAKITARNAN, C.; JINDAKITTIKUL, P.; THAIPRAYOON, A.; TAENGPHU, S.; CHAROENSAPSRI, W.; KHUNRAE, P.; RATTANAROJPONG, T.; SENAPIN, S. *Aeromonas jandaei* and *Aeromonas veronii* caused disease and mortality in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **J Fish Dis.**, v. 40, n. 10, p. 1395-1403, 2017. DOI: 10.1111/jfd.12617.

LI, T.; RAZA, S.H.A.; YANG, B.; SUN, Y.; WANG, G.; SUN, W.; QIAN, A.; WANG, C.; KANG, Y.; SHAN, X. *Aeromonas veronii* Infection in Commercial Freshwater Fish: A Potential Threat to Public Health. **Animals**, v. 10, article, 608, 2020. doi:10.3390/ani10040608

MCCORQUODALE-BAUER, K.; GROSSHANS, R.; ZVOMUYA, F.; CICEK, N. Critical review of phytoremediation for the removal of antibiotics and antibiotic resistance genes in wastewater. **Science of the Total Environment**, v. 870, artigo 161876, Janeiro 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161876>

MEDINA-MORILLO, M.; SOTIL, G.; ARTEAGA, C.; CORDERO, G.; MARTINS, M.L.; MURRIETA-MOREY, G.; YUNIS-AGUINAGA, J. Pathogenic *Aeromonas* spp in Amazonian fish: Virulence genes and susceptibility in *Piaractus brachypomus*, the main native aquaculture species in Peru. **Aquaculture Reports**, v. 33, article 101811, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101811>

RODRIGUES, D. P.; RIBEIRO, R. V.; ALVES, R. M.; HOFER, E. Evaluation of virulence factors in environmental isolates of *Vibrio* species. **Mem. Int. Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 88, n. 4, p. 589-592, Oct-dec 1993.

ROH, H.; KANNIMUTHU, D. Comparative resistome analysis of *Aeromonas* species in aquaculture reveals antibiotic resistance patterns and phylogeographic distribution. **Environmental Research**, v. 239, article 117273, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117273>

RUST, L.; MESSING, C. R.; IGLEWSKI, B. H. Elastase assays. **Methods Enzymol.** Washington, v. 235, n. 1, p. 554-562, Feb 1994.

SILVA, A.A.; LEITE, J.N.; WINTER, H.C.L.; FURTADO, T.L.J.; MORAIS, N.M.L.; FARIA, R.A.P.G.; NASCIMENTO, E.; RITTER, D.O.; LANZARIN, M. *Aeromonas* sp. in freshwater fish and antimicrobial resistance: emerging pathogen. **Rural Science**, v. 53, n. 7, article e20220088, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220088>

SHUANG, M.; LI, D.X.; LU, W.Y.; TIAN, Q.F.; LIN, X.G.; JIAN, Z.H.; RUI, H.J.; ZHENG, Q.; Yue, W.; BIAO, K.; GANG, C. Z. Comparative study of the genetic diversity, antimicrobial resistance, and pathogenicity of *Aeromonas* isolates from clinical patients and healthy individuals. **Biomed Environ Sci**, v. 34, n. 6, p. 454-464, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3967/bes2021.062>

WORKAGEGN, K.B.; LEMA, B.; NATARAJAN, P.; PRABADEVI, L. *Aeromonas* spp. infection in farmed Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. **J Aqua Res Dev**, v. 12, n. 4, article1000465, 2021.

PRESENÇA DE *AEROMONAS* SPP. EM AMBIENTE DE CULTIVO DE TILÁPIA DO NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

PRESENCE OF *AEROMONAS* SPP. IN A NILE TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) CULTURE ENVIRONMENT IN THE NORTHEASTERN REGION OF BRAZIL

Deborah O. Amarante^{1*}
Raquel C. Soares²
Maria T. M. Sousa³
Fátima C. T. de Carvalho⁴
Celio H. A. Cavalcante⁵
Francisca Gleire R. de Menezes⁶

^{1*}Doutoranda em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0005-5102-1463> E-mail: deborahamarante98@gmail.com

²Doutoranda em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-2964-9893>

³Mestranda em Ciências Marinhas Tropicais, UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0006-3398-4837>

⁴Pós doutora do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), UFC. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9114-1180>

⁵Mestre em Engenharia de Pesca, UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0004-1393-8230>

⁶Professora da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-6853-5920>

RESUMO

Com o aumento das densidades de estocagem nos cultivos de peixes, também cresceu a quantidade de enfermidades, em especial as ocasionadas por bactérias. Dos microrganismos comumente encontrados, pode-se destacar o gênero *Aeromonas*, sendo associados a existência de doenças, podendo acarretar elevada mortalidade aos peixes cultivados. Assim, o objetivo do presente trabalho foi identificar cepas suspeitas de *Aeromonas* isoladas da água de cultivo e do muco da tilápia do Nilo usando testes fenotípicos e genotípicos. Foram realizados os testes bioquímicos: oxidase, fermentação de glicose, resistência à O/129, Voges-Proskauer, motilidade, produção de gás sulfídrico, produção de indol e esculina, seguido de identificação genotípica. Foi possível isolar 28 cepas Gram-negativas, com características morfológicas suspeitas de *Aeromonas*, das quais 24 eram de muco e 4 de água.

Com base nos resultados bioquímicos, as cepas foram classificadas nas espécies: *Aeromonas veronii* biovar *sobria* (n = 23), *A. caviae* (n = 3) e *Aeromonas veronii* biovar *veronii* (n = 2). Todos confirmados genotipicamente. Concluiu-se que a espécie *Aeromonas veronii* biovar *sobria* é dominante no cultivo de tilápias, merecendo atenção devido a sua alta patogenicidade.

Palavras-chave: peixes, enfermidades, fenotípico, genotípico.

Abstract: As stocking densities in fish farms have increased, so have the number of diseases, especially those caused by bacteria. Of the microorganisms commonly found, the *Aeromonas* genus stands out, as it is associated with diseases and can cause high mortality in farmed fish. The aim of this study was to identify suspected strains of *Aeromonas* isolated from farmed water and the mucus of Nile tilapia using phenotypic and genotypic tests. The following biochemical tests were carried out: oxidase, glucose fermentation, resistance to O/129, Voges-Proskauer, motility, sulphide gas production, indole and esculin production, followed by genotypic identification. It was possible to isolate 28 Gram-negative strains with morphological characteristics suspicious of *Aeromonas*, of which 24 were from mucus and 4 from water. Based on the biochemical results, the strains were classified into the following species: *Aeromonas veronii* biovar *sobria* (n = 23), *A. caviae* (n = 3) and *Aeromonas veronii* biovar *veronii* (n = 2). All confirmed genotypically. It was concluded that the *Aeromonas veronii* biovar *sobria* species is dominant in tilapia farming and deserves attention due to its high pathogenicity.

Keywords: fish, diseases, phenotypic, genotypic.

INTRODUÇÃO

As doenças de origem bacteriana são um problema nas pisciculturas, causando grandes obstáculos econômicos à atividade (Senthamarai *et al.*, 2023). Nesse contexto, as bactérias do gênero *Aeromonas* são consideradas patógenos emergentes em peixes cultivados (Younis *et al.*, 2020), estas destacam-se por crescerem facilmente em águas doces tropicais e serem organismos notavelmente oportunistas (Semwal *et al.*, 2023).

As bactérias do gênero *Aeromonas* são caracterizadas por possuírem forma de bastonetes curtos, Gram-negativas, oxidase-positivas e a capacidade de fermentar glicose. Além disso, esses microrganismos são capazes de causar septicemia hemorrágica, associada

a lesões cutâneas hemorrágicas em diferentes regiões do corpo, lesões cutâneas típicas de erosões, natação lenta e falta de apetite (El-Magd *et al.*, 2019). A patologia pode se tornar grave, dependendo do estado imunológico do peixe cultivado, afetando diferentes órgãos e causando alta mortalidade (Rahman *et al.*, 2022). Em vista disso, o objetivo deste estudo foi identificar cepas suspeitas de *Aeromonas* isoladas da água de cultivo e do muco da tilápia do Nilo usando testes fenotípicos e genotípicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo utilizou 28 cepas suspeitas de *Aeromonas*, de amostras de água e muco superficial de peixes *Oreochromis niloticus* com sinais de infecção. Os espécimes de tilápia do Nilo e a água de cultivo foram obtidos em um sistema de tanques-rede de uma piscicultura na represa do rio Mal cozinhado (cidade de Cascavel, Ceará, Brasil). Os animais apresentaram sinais clínicos suspeitos de aeromonose: letargia, exoftalmia e lesões na pele.

A partir dos swabs (muco do peixe) e da gaze (filtrado da água), foram feitas diluições seriadas e alíquotas plaqueadas em ágar seletivo para *Pseudomonas* e *Aeromonas* (GSP - adicionado de 20 µg/mL de ampicilina), utilizando a técnica *spread plate*. E alíquotas foram plaqueadas em Plate Count Agar (PCA), usando a técnica *pour plate*. As colônias isoladas foram submetidas à coloração de Gram para confirmação morfológica.

As culturas puras foram submetidas a testes bioquímicos presuntivos seguindo as chaves de identificação descritas em Janda & Abbou (2010), que incluíram: teste de oxidase, fermentação de glicose, teste de resistência à O/129, teste de Voges-Proskauer, motilidade, produção de gás sulfídrico, produção de indol e teste de esculina.

O DNA foi extraído usando o kit comercial Promega®, de acordo com as recomendações do fabricante. A confirmação das cepas pertencentes ao gênero *Aeromonas* (16S rRNA) e às espécies *A. caviae* (*gyrB*), *A. media* (*gyrB*), *A. hydrophila* (*gyrB*) e *A. veronii* (*rpoB*) (Persson *et al.*, 2015), considerando os *primers* descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - *Primers* usados na identificação do gênero *Aeromonas*.

Gene	Primer	Sequência	Produto (bp)
<i>A. caviae</i> (<i>gyrB</i>)	A-cav F	5'-TGCTGCTGACCATCCGC-3'	70
	A-cav R	5'-GGTGCTGCGGCTCG-3'	
<i>A. media</i> (<i>gyrB</i>)	A-med F	5'-GGCCAAGCGTCTGCGT-3'	99
	A-med R	5'-CGCCCTCGTAGCAGAAGTGA-3'	
<i>A. hydrophila</i> (<i>gyrB</i>)	A-hyd F	5'-AGTCTGCCCGCCAGTGGC-3'	144
	A-hyd R	5'-CRCCCATCGCCTGTTCG-3'	
<i>A. veronii</i> (<i>rpoB</i>)	A-See F	5'-CGTGCCGCTTTGAAGTC-3'	224

<i>Aeromonas</i> <i>Universal (16S rRNA gene)</i>	A-See R	5'-GATCACGTACTTGCCTTCTTCAATA-3'	461
	A-16S F	5'-CGACGATCCCTAGCTGGTCT-3'	
	A-16S R	5'-GCCTTCGCCACCGGTAT-3'	

FONTE: Autoria própria (2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na presente pesquisa, foram isoladas 28 cepas Gram-negativas, com características morfológicas suspeitas de *Aeromonas*, das quais 24 eram de muco e 4 de água. Com base nos resultados bioquímicos, as cepas foram classificadas nas espécies: *Aeromonas veronii* biovar *sobria* (n = 23), *Aeromonas veronii* biovar *veronii* (n = 2) e *A. caviae* (n = 3). Todos esses resultados foram confirmados genotipicamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Perfil fenotípico e identificação de bactérias do gênero *Aeromonas* isoladas do muco do peixe (*Oreochromis niloticus*) e da água do reservatório.

Origem	Código	Teste Bioquímicos							Identificação		
		Ox	FG	O129	VP	Mot	GSul	I	E	Fenotípica	Genotípica
Muco GSP	Muco_01	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_04	+	+	+	+	+	-	-	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_05	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_06	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_08	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_09	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_10	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_11	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_12	+	+	+	-	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_15	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_19	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_20	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_21	+	+	+	-	+	-	+	-	<i>A. caviae</i>	<i>A. caviae</i>
	Muco_23	+	+	+	-	+	-	+	-	<i>A. caviae</i>	<i>A. caviae</i>

	Muco_24	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_26	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_27	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_28	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_29	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_31	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_32	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
Muco - PCA	Muco_38	+	+	+	+	+	-	+	+	<i>A. veronii</i> biovar <i>veronii</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_40	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Muco_41	+	+	+	-	+	-	+	+	<i>A. caviae</i>	<i>A. caviae</i>
	Água_44	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
Reversa tório de Água - PCA	Água_46	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>
	Água_56	+	+	+	+	+	-	+	+	<i>A. veronii</i> biovar <i>veronii</i>	<i>A. veronii</i>
	Água_58	+	+	+	+	+	-	+	-	<i>A. veronii</i> biovar <i>sobria</i>	<i>A. veronii</i>

Ox: Oxidase; FG: fermentação da glicose; O129: resistência à O/129; VP: voges-Proskauer; Mot: motilidade; GSul: produção de gás sulfídrico; I: Indol; E: Esculina.

FONTE: Autoria própria (2025).

A espécie *A. veronii* é encontrada naturalmente em reservatórios de água doce e pode infectar peixes, resultando em perdas para o setor de aquicultura. Além de causar doenças em peixes, ela é capaz de causar doenças em seres humanos, animais domésticos, como cães e gatos, e animais selvagens, como jacarés. Essa espécie é subdividida em *A. veronii* biovar *veronii* e *A. veronii* biovar *sobria*, que podem apresentar diferenças na caracterização fenotípica e nas enzimas relacionadas à virulência (Janda; Abbout, 2010). Os *primers* utilizados não diferenciaram as biovars, exigindo testes bioquímicos.

Um estudo realizado por Wang *et al.* (2021) comprovou que *Lateolabrax maculatus* após 2-3 dias de infecção natural com *A. veronii* começaram a nadar lentamente, alguns apresentaram áreas de ulceração na pele, ascite no abdômen, hemorragia de órgãos

internos e hepática, inflamação intestinal e escurecimento do baço, resultando em alta mortalidade.

Santos *et al.* (2023) confirmaram que, pela primeira vez, *A. veronii* foi o agente causador de um surto de doença em tilápias cultivadas em gaiolas no Brasil, embora *A. hydrofila* e *A. jandaei* já tenham sido descritas como causadoras de mortalidade em peixes. Nesse mesmo estudo, destacam-se a alta patogenicidade da *A. veronii* e a multirresistência a antibióticos, enfatizando a importância de programas de saúde eficientes, auxiliando na tomada de decisões assertivas, utilizando estratégias de vacinação e reduzindo o uso de antimicrobianos.

A espécie *A. veronii* bv *veronii* é presença natural em ambientes aquáticos e frequentemente associada a doenças em humanos e peixes (Havixbeck *et al.*, 2017). Cai *et al.* (2012) confirmaram em sua pesquisa que a espécie *A. veronii* bv *veronii* é altamente patogênica para o bagre chinês e é capaz de causar surtos de síndrome ulcerativa em peixes.

Outra espécie causadora de doenças é a *A. veronii* bv *sobria*, esse patógeno oportunista pode afetar a saúde dos peixes de água doce, causando infecções e até mesmo levando à morte dos animais (Kurzylewskaa *et al.*, 2020). Um surto de doença em bagres de canal no Vietnã, com alta mortalidade, isolou 22 cepas e todas foram classificadas como *A. veronii* bv *sobria*, afirmando o potencial patogênico dessa espécie (Hoai *et al.*, 2019).

Por fim, o *A. caviae* é encontrado em ambientes aquáticos e é um patógeno oportunista associado a doenças em várias espécies de peixes (Sharma *et al.*, 2022). Eles são capazes de produzir vários fatores de virulência, prejudicando mais uma vez a saúde dos peixes cultivados. Xue *et al.* (2022) afirmam que essa espécie de bactéria foi responsável por uma grande mortalidade de *Micropterus salmoides*, na China.

CONCLUSÃO

A. veronii bv *sobria* foi identificada em maior prevalência, neste contexto, exige atenção especial devido à sua alta patogenicidade, bem como reforçar a necessidade de medidas adequadas de monitoramento e controle, a fim de mitigar seus impactos negativos.

REFERÊNCIAS

CAI, S. H.; WU, Z. H.; JIAN, J. C.; LU, Y. S.; TANG, J. F. Characterization of pathogenic *Aeromonas veronii* bv. *veronii* associated with ulcerative syndrome from Chinese longsnout catfish (*Leiocassis longirostris*). **Brazilian Journal of Microbiology**, p. 382-388, 2012.

EL-MAGD, M.A.; EL-SAIDB, K.S.; EL-SEMLAWYB, A.A.; TANEKHYC, M.; AFIFID, M.; MOHAME, T.M. (2019). Association of MHC IIA polymorphisms with disease resistance in *Aeromonas hydrophila*-challenged Nile tilapia. **Developmental & comparative Immunology**, 96, 126-134. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2019.03.002>

HAVIXBECK, J.; RIEGER, A. M.; CHURCHILL, L. J.; BARREDA, D. R. Neutrophils exert protection in early *Aeromonas veronii* infections through the clearance of both bacteria and dying macrophages. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 67, p. 18–30, 2017.

HOAI, T. D.; TRANG, T. T.; TUYEN, N. V.; GIANG, N. T. H.; VAN, K. V. *Aeromonas veronii* caused disease and mortality in channel catfish in Vietnam. **Aquaculture**, v. 513, article 734425, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734425>

JANDA, J. M.; ABBOUTT, S. L. The *Aeromonas* genus: Taxonomy, Pathogenicity, and Infection. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 23, n. 1, p. 35-73, 2010.

KURZYLEWSKAA, M.; DWORACZEKA, K.; PEKALA-SAFIŃSKAB, A.; TURSKA-SZEWCZUK, A. Structure of the O-specific polysaccharide of *Aeromonas veronii* bv. *sobria* strain Pt393 isolated from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), which contains a rarely occurring sugar 4-acetamido-4,6-dideoxy-D-galactose, tomosamine. **Carbohydrate Search**, 493, article 108036., 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carres.2022.108602>

PERSSON, S.; AL-SHUWELI, S.; YAPICI, S.; JENSEN, J. N.; OLSEN, K. E. Identification of clinical *Aeromonas* species by *rpoB* and *gyrB* sequencing and development of a multiplex PCR method for detection of *Aeromonas hydrophila*, *A. caviae*, *A. veronii*, and *A. media*. **J Clin Microbiol**, v. 53, n. 2, p. 653-656, 2015. DOI: 10.1128/JCM.01963-14.

RAHMAN, M. M.; RAHMAN, M. A.; HOSSAIN, M. T.; SIDDIQUE, M. P.; HAQUE, M. E.; KHASRUZZAMAN, A. K. M.; ISLAM, M. A. Efficacy of bi-valent whole cell inactivated bacterial vaccine against Motile Aeromonas Septicemia (MAS) in cultured catfishes (*Heteropneustes fossilis*, *Clarias batrachus* and *Pangasius pangasius*) in Bangladesh. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, n. 5, p. 3881-3889, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.03.012>

SANTOS, S. B.; ALARCON, M. F.; BALLABEN, A. S.; HARAKAVA, R.; GALETTI, R.; GUIMARÃES, M. C.; NATORI, M. M.; TAKAHASHI, L. S.; ILDEFONSO, R.; ROZAS-SERRI M. First report of *Aeromonas veronii* as a new emerging bacterial pathogen of farmed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Brazil. **Pathogens**, v. 12, article 1020, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/pathogens12081020>

SEMWALL, A.; KUMAR, A.; KUMAR, N.A. (2023). review on pathogenicity of *Aeromonas hydrophila* and its mitigation through medicinal herbs in aquaculture. **Heliyon**, 9, 3, article e14088. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14088.

SENTHAMARAI, M.D.; RAJAN, M.R.; BHARATHI, P.V. (2023). Current risks of microbial infections in fish and their prevention methods: A review. **Microbial Pathogenesis**, 185, article 106400. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2023.106400>

WANG, B.; MAO, C.; FENG, J.; LI, J.; HU, J.; JIANG, B.; GU, Q.; SU, Y. A First Report of *Aeromonas veronii* Infection of the Sea Bass, *Lateolabrax maculatus* in China. **Front. Vet. Sci.**, v. 7, article 600587, 2021. DOI: 10.3389/fvets.2020.600587

SHARMA, A.; CHANU, T. I.; NAYAK, S. K.; JAHAGEERDAR, S. Pathogenesis of *Aeromonas caviae* in *Clarias magur*. **Microbial Pathogenesis**, v. 169, article 105662, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105662>

XUE, M.; XIAO, Z.; LI, Y.; JIANG, N.; LIU, W.; MENG, Y.; FAN, Y.; ZENG, L.; ZHOU, Y. Isolation, Identification and Characteristics of *Aeromonas caviae* from Diseased Largemouth Bass (*Micropterus salmoides*). **Fishes**, v. 7, article 7030119, 2022.

YOUNIS, N.A.; ELGENDY, M.Y.; EL-SAMANNOUDY, S.I.; ABDELSALAM, M.; ATTIA, M.M. (2023). *Cyathocotylidae* spp and motile aeromonads co-infections in farmed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) causing mass mortality. **Microbial Pathogenesis**, 174, article 105897. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105897>

**ALTERAÇÕES SOBRE OS PARÂMETROS CINÉTICOS DO SÊMEN DE
CURIMATÃ COMUM (*PROCHILODUS BREVIS*) DURANTE O
RESFRIAMENTO**

**CHANGES IN THE KINETIC PARAMETERS OF THE SEMEN OF THE
COMMON CURIMATÃ (*PROCHILODUS BREVIS*) DURING COOLING**

Kamila Teixeira de Paula^{1*}

Mariana Sobral Guimarães²

Fernanda Vitória Almeida Magalhães³

Yara Silvino Sales⁴

Luiz Túlio Teixeira Mota⁵

Isaac Lima Cavalcante⁶

^{1*} Graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Ceará, campus de Itaperi, Fortaleza-CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-3621-6615>. E-mail: kamila.teixeira@aluno.uece.br

² Graduanda em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Ceará, campus de Itaperi, Fortaleza-CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0007-2828-0197>

³ Graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Ceará, campus de Itaperi-CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-1859-2756>

⁴ Mestre pelo Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias - PPGCV na Universidade Estadual do Ceará, campus Itaperi, Fortaleza-CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-9199>

⁵ Mestre pelo Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias - PPGCV na Universidade Estadual do Ceará, campus Itaperi, Fortaleza-CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-3065-0787>

⁶ Graduando em Medicina Veterinária na Universidade Estadual do Ceará, campus de Itaperi, Fortaleza-CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-9899-0216>

RESUMO

O curimatã-comum (*Prochilodus brevis*) é um peixe reofílico endêmico do nordeste brasileiro, com grande importância ecológica e socioeconômica. Sua preservação tem sido ameaçada pela pesca predatória e degradação ambiental, tornando a reprodução assistida uma estratégia fundamental para a sua conservação. O resfriamento de sêmen é uma técnica utilizada para prolongar a viabilidade espermática, porém pode ser comprometida pela contaminação microbiana. Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência do crescimento bacteriano sobre os parâmetros cinéticos do sêmen de *P. brevis* durante o resfriamento. Foram coletadas amostras de sêmen de quatro machos, armazenadas a 4 °C e analisadas nos tempos de 0, 24, 72 e 120 horas. Os parâmetros cinéticos espermáticos foram

avaliados pelo sistema CASA, e a análise microbiológica revelou o crescimento de enterobactérias, sendo *Cronobacter sakazakii* (71,4%) e *Proteus mirabilis* (28,5%) as espécies predominantes. Os resultados indicaram variações na motilidade e velocidade curvilínea (VCL) entre as amostras, sendo que as contaminadas apresentaram pior desempenho ao longo do tempo. A presença bacteriana comprometeu a funcionalidade espermática devido à degradação de nutrientes e efeitos citotóxicos. Conclui-se que a contaminação microbiana influencia negativamente os parâmetros cinéticos do sêmen durante o resfriamento, reforçando a necessidade de rigorosas medidas higiênicas para minimizar esse impacto.

Palavras-chave: Enterobactéria; Espermático; Peixe.

ABSTRACT

The brazilian bocachico (*Prochilodus brevis*) is a rheophilic fish endemic to northeastern Brazil, with significant ecological and socio-economic importance. Its preservation has been threatened by predatory fishing and environmental degradation, making assisted reproduction a fundamental strategy for its conservation. Sperm cooling is a technique used to extend sperm viability; however, it can be compromised by microbial contamination. In this context, the objective of this study was to evaluate the influence of bacterial growth on the kinetic parameters of *P. brevis* sperm during cooling. Semen samples from four males were collected, stored at 4 °C, and analyzed at 0, 24, 72, and 120 hours. Sperm kinetic parameters were assessed using the CASA system, and microbiological analysis revealed the growth of enterobacteria, with *Cronobacter sakazakii* (71.4%) and *Proteus mirabilis* (28.5%) being the predominant species. The results indicated variations in motility and curvilinear velocity (VCL) among the samples, with contaminated samples showing poorer performance over time. Bacterial presence compromised sperm functionality due to nutrient degradation and cytotoxic effects. It is concluded that microbial contamination negatively influences sperm kinetic parameters during cooling, reinforcing the need for strict hygiene measures to minimize this impact.

Keywords: Enterobacteria; Spermatic; Fish.

INTRODUÇÃO

A *Prochilodus brevis* (Steindachner, 1875), popularmente conhecida como curimatã-comum, é um peixe reofílico endêmico do nordeste brasileiro. Esta espécie possui elevada importância ecológica, devido ao seu hábito alimentar detritívoro, se nutrindo de biomassa de níveis menos especializados da cadeia alimentar (Torres *et al.*, 2022).

Além disso, suas ovas, conhecidas como “caviar do sertão”, bem como sua carne são consideradas uma iguaria culinária regional, conferindo a esta espécie uma grande importância socioeconômica (Chellappa *et al.*, 2009). Devido a isso, a pesca predatória associada à destruição do seu habitat, ameaça a preservação desse peixe, atribuindo a criação em cativeiro uma alternativa para a sua conservação (Viveiros; Godinho, 2009).

Diante desses fatos, a reprodução assistida é considerada uma alternativa para aumentar os índices reprodutivos destes animais. Sob essa ótica, o resfriamento de sêmen é uma técnica utilizada na produção de peixes, que consiste em um método de conservação de gametas através da diminuição do metabolismo celular (Torres *et al.*, 2022).

Embora seja uma técnica amplamente utilizada, a qualidade do sêmen durante o resfriamento pode ser afetada pela contaminação por microrganismos, a exemplo das enterobactérias, que podem comprometer a disponibilidade de nutrientes disponíveis para as células, bem como fatores hormonais e fisiológicos (Isaú, 2006). Para prevenir essa ação, diversos agentes antimicrobianos são empregados durante o armazenamento seminal, contudo, a escolha deve ser preconizada de forma seletiva, para evitar a ocorrência de resistência microbiana (Madeira *et al.*, 2010).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do crescimento bacteriano sobre parâmetros cinéticos do sêmen de curimatã-comum (*Prochilodus brevis*) durante o resfriamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em maio de 2024 e aprovado pelo Comitê de Ética da UECE (protocolo 31032.002012/2024-19). Foram utilizados quatro machos (peso: 140,0 \pm 20,8 g; comprimento: 20,00 \pm 1,01 cm) provenientes do Laboratório de Biotecnologia da Reprodução de Peixes (LBRP), mantidos em um sistema de recirculação contínua de água e alimentados com ração comercial. Os animais foram submetidos à indução hormonal com Ovopel® (18 - 20 μ g de aGnRHm e 8 - 10 mg de metoclopramida), e a coleta de sêmen ocorreu 14 horas após a indução (VIEIRA, 2024).

Para a coleta seminal, os peixes foram previamente sedados em uma solução contendo eugenol, álcool e água, com a região ocular protegida e a papila urogenital higienizada. O sêmen foi obtido por meio de massagem abdominal, armazenado a 4 °C e analisado em quatro tempos experimentais: 0, 24, 72 e 120 horas.

Os parâmetros cinéticos espermáticos foram avaliados por um sistema computadorizado de análise seminal (CASA), utilizando o software Sperm Class Analyser (SCA®; Microptics®, Barcelona, Espanha), sendo analisados aproximadamente 2.000 espermatozoides por captura.

Para a análise microbiológica, as amostras foram semeadas pelo método de esgotamento em placas de Petri contendo ágar sangue (ASA) e ágar MacConkey, conforme descrito por Quinn *et al.* (1994), e incubadas a 37 °C por 24 horas. Após o período de incubação, sete placas apresentaram crescimento de diferentes colônias bacterianas, que foram selecionadas e submetidas à coloração de Gram (Renylab) e testes bioquímicos para identificação das espécies bacterianas por meio do Sistema Bactray (Bactray 1 – Laborclin).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise comparativa da motilidade entre as amostras positivas e negativas para o crescimento bacteriano revelou que a amostra CA1 obteve uma redução após 0 h, enquanto que a amostra CA4 demonstrou valores superiores em relação às demais no intervalo entre 24 h e 72 h. Entretanto, às 120 h, a amostra CA1 manteve valores elevados quando comparada às amostras positivas (Tabela 1). Processo semelhante foi observado em relação à VCL, contudo, a amostra CA4 apresentou valores superiores apenas às 24 h, quando comparada à CA1, que manteve os melhores resultados frente às amostras que exibiram crescimento bacteriano ao longo de todos os tempos de resfriamento.

A partir da análise microbiológica das amostras foi observada uma baixa diversidade na composição da microbiota, com crescimento restrito de bacilos gram-negativos da família *Enterobacteriaceae*. A espécie *Cronobacter sakazakii* foi identificada em cinco amostras (71,4%), constituindo o maior percentual dos isolados bacterianos observados. Além disso, *Proteus mirabilis* foi detectada em duas amostras (28,5%), totalizando o perfil bacteriano encontrado.

De acordo com o presente trabalho, observou-se que dentre as amostras analisadas, apenas duas (CA1 e CA3) mantiveram a motilidade preservada até a última hora de resfriamento. Além disso, a VCL é um parâmetro cinético importante para fertilização

em peixes (VIVEIROS *et al.*, 2010), no entanto, CA2 foi a única amostra que não apresentou valores satisfatórios quanto a VCL às 120 h. Em pesquisas realizadas com *P. lineatus*, que validam os resultados observados nesse estudo, indicaram que a taxa de motilidade do sêmen fresco permaneceu acima de 30% até o quarto dia de resfriamento (VIVEIROS *et al.*, 2014).

A qualidade dos parâmetros cinéticos pode ter sido comprometida por fatores relacionados à regulação hormonal, estágio de maturação ou produção de ATP (CIERESZKO, 2007; MARIA *et al.*, 2010), uma vez que os animais utilizados se encontravam no final do período reprodutivo da espécie.

Tabela 1 – Variação da Motilidade (%) e Velocidade Curvilinear (VCL - µm/s) do sêmen de *P. brevis* em função do crescimento bacteriano e do tempo de resfriamento (H)

Tempo de resfriamento (H)	Identificação das amostras			
	CA1	CA2	CA3	CA4
Taxa de motilidade (%)				
0	96.7	*79.6	79.1	86.2
24	91.6	*81.9	84.1	94.8
72	89	*79.8	86.6	*92.9
120	77.6	*26.5	*69.3	*59.4
VCL (µm/s)				
0	90.9	*79.9	71.3	44.3
24	72.6	*52.4	64.6	83
72	74.6	*48	54.9	*67.1
120	54.8	*22.1	*53.5	*43

Valores seguidos por asteriscos (*) sobrescritos indicam amostras que apresentaram crescimento bacteriano em cada tempo de resfriamento.

Fonte: Autoria própria (2025).

A presença de enterobactérias corrobora com espécies que predominam em ambientes nos quais a manipulação influencia o nível de contaminação. Assim, o método de coleta por massagem abdominal pode ter favorecido a contaminação das amostras em razão do contato direto do sêmen com o muco presente na pele dos animais (Cavalcante *et al.*, 2024).

A funcionalidade espermática pode ser comprometida pela ação citotóxica e proteolítica presente em bactérias gram-negativas que, ao acionarem esse mecanismo, consomem nutrientes e utilizam os produtos gerados pela ação enzimática como substrato (Jenkins; Tiersch, 1997) prolongando a atividade, favorecendo o metabolismo dos microrganismos e intensificando os efeitos deletérios sobre os parâmetros espermáticos (Rurangwa *et al.*, 2004).

CONCLUSÃO

Assim, pode-se observar que houveram variações quanto ao padrão de resposta nos diferentes tempos de resfriamento das amostras, tanto em relação ao VCL como a motilidade. Isso pode ter ocorrido sob a influência da proliferação microbiológica, enfatiza-se, portanto, a adoção de práticas de higiene que previnam essa contaminação, bem como a realização de mais estudos relacionados a características reprodutivas e fisiológicas da espécie.

REFERÊNCIAS

BUCAK MN, KESKIN N, TASPINAR M, ÇOYAN K, BAŞPINAR N, CENARIU MC, BILGILI A, ÖZTÜRK C, KURŞUNLU AN. Raffinose and hypotaurine improve the post-thawed Merino ram sperm parameters. **Cryobiology**. v.67, n.1, p.34-9, 2013. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.cryobiol.2013.04.007> > Acesso em: 09 de fev. 2025.

CAVALCANTE, I. L.; MOTA, L. T. T.; DE PAULA, K. T.; SILVA, I. N. G.; SALMITO-VANDERLEY, C. S. B. Comparativo do perfil microbiológico de bactérias aeróbias da pele de *Prochilodus brevis*. In: XXVII SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA - PECNORDESTE, 27., 2024, Fortaleza. Mostra de Trabalhos Científicos [...] Fortaleza.

CHELLAPPA S; BUENO R. M. X; CHELLAPPA T; CHELLAPPA N. T; ALMEIDA; VAL VMF. Reproductive seasonality of the fish fauna and limnoecology of semi-arid Brazilian reservoirs. **Limnologia** v.39, n.4, p.:325–329, 2009.

CIERESZKO, A. Chemical composition of seminal plasma and its physiological relationship with sperm motility, fertilizing capacity and cryopreservation success in fish.

In: ALAVI, S. M. H.; COSSON, J.; COWARD, K.; RAFIEE, G. (ed.). **Fish Spermatology**. Oxford: Alpha Science International Ltd, p. 484, 2007.

ISAÚ, Z.A. Sucesso do resfriamento e congelamento de semen de pirapitinga *Brycon nattereri*. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 59, p. 1509-1515, 2007.

JENKINS, J. A.; TIERSCH, T. R. A preliminary bacteriological study of refrigerated channel catfish sperm. **Journal World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 28, n. 3, p. 282-288, 1997.

MADEIRA, E. M.; GOULARTE, K. L.; GASTAL, G. A. D.; FERNANDES, C. P. H.; BIANCHI, I. O antibiótico utilizado no diluente para criopreservação de sêmen ovino pode afetar a qualidade espermática? XII ENPOS, II Mostra Científica, 2010

MARIA, A.N. **Diluidores e crioprotetores no resfriamento e congelamento do sêmen de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*)**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2005.

RURANGWA, E.; KIME, D.E.; OLLEVIER, F.; NASH, J.P. The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. **Aquaculture**, v. 234, p. 1-28, 2004.

TORRES, T; ALMEIDA-MONTEIRO, P; NASCIMENTO, R. CÂNDIDO-SOBRINHO, S.A. SOUSA, C.T.N. FERREIRA, Y.M. PAULA, K.T. SALMITO-VANDERLEY, C.S.B. Effects of taurine, cysteine and melatonin as antioxidant supplements to the freezing medium of *Prochilodus brevis* sperm. **Cryobiology**, v. 114, p. 104858, 2024. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011224024000130>>. Acesso em: 09 fev. 2025.

TORRES, T; ALMEIDA-MONTEIRO, P; NASCIMENTO, R. PEREIRA, V.A. FERREIRA Y.M. LOBATO, JS. Sperm cryopreservation of *Prochilodus brevis* using different concentrations of non-permeable cryoprotectants. **Animal Reproduction**, v. 19, p. e20210083, 2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ar/a/pB7CgmnqJSkL6GgdBBbt6vQ/>>. Acesso em: 09 fev. 2025.

VIEIRA, C. T. N. S.; SALES, Y. S.; LOBATO, J. S.; APOLIANO, M. L. S.; FERREIRA, Y. M.; CÂNDIDO-SOBRINHO, S. A.; PEREIRA, V. A.; SALMITO-VANDERLEY, C. S.

B. Evaluation of different hormone inducers on the reproduction of *Prochilodus brevis* males. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 55, 2024.

VIVEIROS A. T. M, GODINHO H. P. Sperm quality and cryopreservation of Brazilian freshwater fish species: a review. **Fish Physiol Biochem**. v.35, n.1, p. 137-50. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10695-008-9240-3>> Acesso em: 09 fev. 2025.

VIVEIROS, A. T. M.; TAFFAREL, T. R.; LEAL, MARCELO C. L. Osmolality and composition of the extender during the cold storage of *Prochilodus lineatus* (Characiformes: Prochilodontidae) sperm. **Neotropical Ichthyology**, v. 12, n. 3, p. 643-648, 2014.

ASPECTOS DA RESPOSTA IMUNE-INFLAMATÓRIA DO HOSPEDEIRO AO NEMATÓIDE *ANISAKIS* SPP.

ASPECTS OF THE HOST IMMUNE-INFLAMMATORY RESPONSE TO THE NEMATODE *ANISAKIS* SPP.

Isabela Ferreira Sampaio^{1*}
Lara Cordeiro Belchior²
Guilherme Silva Ribeiro³
João Victor Santos Frota⁴
Diana Célia Sousa Nunes-Pinheiro⁵

¹ Bolsista de Iniciação Científica, Universidade Estadual do Ceará. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0001-9059-2139>. E-mail: isabela.sampaio@aluno.uece.br.

² Bolsista de Iniciação Científica, Universidade Estadual do Ceará. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-0812-4235>

³ Bolsista de Iniciação Científica, Universidade Estadual do Ceará. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0007-7317-5695>

⁴ Bolsista de Iniciação Científica, Universidade Estadual do Ceará. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-3960-1140>

⁵ Professora de Imunologia Veterinária, Universidade Estadual do Ceará. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-4505-9941>

RESUMO

A anisakiase é uma zoonose emergente associada ao consumo de pescado contaminado pelo nematóide *Anisakis* spp., impactando tanto a saúde pública quanto a sanidade marinha. A infecção pode causar sintomas gastrointestinais e reações alérgicas graves, incluindo anafilaxia. O diagnóstico é desafiador devido à inespecificidade dos sintomas, tornando essencial a adoção de medidas preventivas, como inspeção rigorosa e congelamento dos pescados. A revisão apresentou os estudos mais relevantes sobre a resposta inflamatória ao parasita, reforçando a necessidade de pesquisas para aprimorar diagnósticos e estratégias de controle, garantindo maior segurança alimentar e minimizando riscos à saúde humana e animal. Conclui-se que o nematoide *Anisakis* desperta preocupação para o aprimoramento da sua detecção e do estabelecimento de medidas preventivas que garantam segurança alimentar dos consumidores e, assim, evitar a ocorrência de distúrbios patológicos.

Palavras chaves: Anisakis, Alérgenos, Hipersensibilidade, Saúde Única, Zoonoses.

ABSTRACT

Anisakiasis is an emerging zoonosis associated with the consumption of seafood contaminated by the nematode *Anisakis*, impacting both public health and marine animal health. The infection can cause gastrointestinal symptoms and severe allergic reactions, including anaphylaxis. Diagnosis is challenging due to the nonspecific nature of symptoms, making it essential to adopt preventive measures such as rigorous inspection and freezing of seafood. The review analyzed the most relevant studies on the inflammatory response to the parasite, reinforcing the need for further research to improve diagnostics and control strategies, ensuring greater food safety and minimizing risks to human and animal health. It is concluded that the nematode *Anisakis* raises concerns regarding the improvement of its detection and the establishment of preventive measures to ensure food safety for consumers, thereby preventing the occurrence of pathological disorders.

Keywords: *Anisakis spp.*, Allergens, Hypersensitivity, One Health, Zoonosis.

INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que aproximadamente 56 milhões de infecções parasitárias estejam associadas ao consumo de produtos de pescado. Dentre estes, destacam-se os nematóides do gênero *Anisakis*, que infectam diversos hospedeiros aquáticos, com predileção pelo trato gastrointestinal de mamíferos marinhos, como cetáceos (Mattiucci *et al.*, 2018).

Os seres humanos podem ser considerados hospedeiros acidentais, sendo infectados pela ingestão de peixes e cefalópodes parasitados que não passaram por cozimento ou tratamento adequado (Nieuwenhuizen; Lopata, 2013). Esta infecção pode provocar desde sintomas gastrointestinais leves ou desencadear lesões gastrointestinais e reações alérgicas sistêmicas, podendo variar com quadros até de anafilaxia (Seade *et al.*, 2025)

Com a popularização do consumo de peixe cru ao redor do mundo, a incidência da anisakiase tem aumentado significativamente. Segundo um estudo epidemiológico conduzido por Guardone *et al.* (2018), a incidência global da doença é estimada em 0,32 casos por 100.000 habitantes. Diante desse cenário, torna-se essencial a adoção de práticas sanitárias rigorosas na inspeção de pescados, a fim de reduzir a disseminação dessa zoonose e mitigar seus impactos na saúde pública.

Considerando a relevância desse tema e o crescente número de estudos científicos voltados para essa infecção, objetivou-se apresentar os principais aspectos relacionados à resposta imune-inflamatória do hospedeiro ao nematóide do gênero *Anisakis*. Espera-se contribuir com informações relacionadas aos sinais e sintomas clínicos associados às diferentes apresentações da anisiquiase e os principais métodos de diagnóstico utilizados para sua identificação tanto no ser humano quanto nos hospedeiros marinhos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foram utilizadas as seguintes plataformas de pesquisa científicas: ScienceDirect, PubMed, SciELO e Google Acadêmico. Inicialmente, a busca pelo descritor “*Anisakis*” resultou em 28.865 artigos. Para refinar os resultados, foram aplicados critérios de inclusão, selecionando artigos publicados entre 2005 e 2025, preferencialmente redigidos em inglês, que continham os descritores “*Anisakis*”, “immune system”, “zoonosis” e “allergies”, combinados com o operador booleano AND. Foram excluídos da pesquisa bibliográfica capítulos de livros, editoriais, cartas ao editor e revisões de literatura. Após a aplicação desses filtros, restaram 565 artigos, dos quais 50 foram selecionados para análise inicial. Destes, 16 artigos foram considerados os mais relevantes para discutir a resposta imune-inflamatória do hospedeiro ao *Anisakis*, constituindo o foco desta revisão de literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A anisiquiase é uma doença zoonótica, subdiagnosticada e emergente, com incidência global, especialmente no norte da Ásia e na Europa Ocidental. Os seres humanos são considerados hospedeiros acidentais do *Anisakis* spp. e podem ser infectados pela ingestão de peixes e cefalópodes parasitados que não passaram por cozimento ou tratamento adequado (Yang *et al.*, 2020). Pois as larvas deste nematóide são comumente encontradas nos músculos e tecidos conjuntivos desses animais. Baseado nessa informação pode-se explicar a elevada incidência da infecção em países como o Japão, onde o consumo de peixe cru é tradicional, bem como na Itália e em outras regiões da Europa, onde peixes marinados ou crus fazem parte da culinária local (Fornell-Pérez *et al.*, 2022). Além disso, na América do Sul, a contaminação pode ocorrer por meio de preparações tradicionais, como o *ceviche*

(Eiras *et al.*, 2017). Com a globalização, esses hábitos alimentares se disseminaram mundialmente, resultando no aumento significativo da transmissão da zoonose.

A infecção em humanos pode desencadear manifestações gastrointestinais e imunológicas, sendo classificadas em quatro formas principais: gástrica aguda, intestinal crônica, ectópica e alérgica (Bucci *et al.*, 2013). A anisakiase gástrica aguda ocorre quando as larvas do parasita penetram na mucosa gástrica, provocando inflamação local intensa. Endoscopicamente, é possível observar edema proeminente ao redor da área de penetração, podendo haver formação de granulomas eosinofílicos (Aibinu *et al.*, 2019). Os sintomas mais comuns incluem dor epigástrica intensa, diarreia e vômitos, que surgem poucas horas após a ingestão do alimento contaminado (Adroher-Auroux & Benítez-Rodríguez, 2020). A forma intestinal crônica da doença é caracterizada pela persistência dos sintomas gastrointestinais por meses, podendo resultar em perda de peso e cólicas leves. Em alguns casos, as larvas podem migrar da parede gastrointestinal para a cavidade peritoneal, órgãos sólidos ou ocos, levando ao desenvolvimento da anisakiase ectópica, na qual os sintomas variam conforme o local da infecção (Bucci *et al.*, 2013). No entanto, devido à semelhança sintomatológica com outras doenças intestinais, a anisakiase intestinal é frequentemente subdiagnosticada, resultando em baixa notificação dos casos (Miura, 2010).

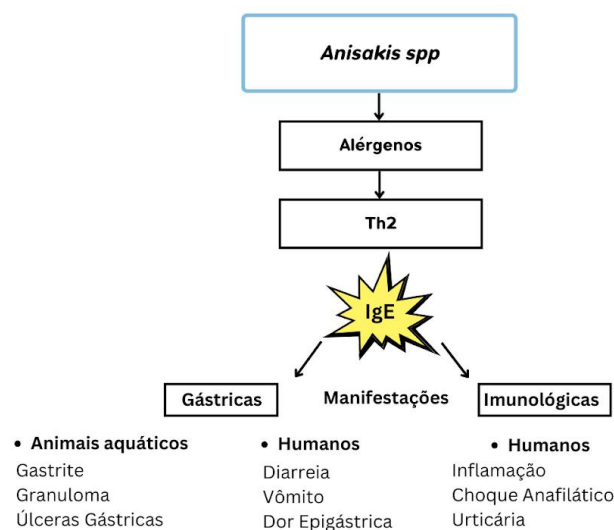
Além das manifestações gastrointestinais, a infecção por *Anisakis* pode desencadear reações alérgicas em indivíduos sensibilizados previamente (Guardone *et al.*, 2018). Os sintomas incluem urticária, angioedema, sintomas gastrointestinais e respiratórios, podendo evoluir para reações de hipersensibilidade grave, como choque anafilático e parada respiratória (Aibinu *et al.*, 2019). A sensibilização pode ocorrer não apenas pela infecção ativa, mas também pela exposição a proteínas alergênicas presentes em peixes contaminados, mesmo após a morte do parasita. Além disso, há relatos de alergia ocupacional em pescadores, trabalhadores da indústria pesqueira e cozinheiros, devido à inalação ou contato com alérgenos (Nieuwenizen; Lopata, 2013).

Pacientes que foram previamente expostos ao parasita e se sensibilizaram ao alérgeno apresentam resposta imune mediada por Th2 na produção de anticorpos IgE específicos, para a expulsão do parasita do organismo. Condição que desencadeará liberação de mediadores inflamatórios, no recrutamento de mastócitos, eosinófilos e basófilos no local da invasão parasitária além do aumento na liberação de muco por eosinófilos (González-Fernández *et al.*, 2024). A presença elevada de IgA e IgE e Ig4 à urticária crônica em indivíduos sensibilizados ao parasita, sugere uma relação entre exposição ao *Anisakis* e respostas imunológicas exacerbadas, como reações alérgicas e inflamação sistêmica (González-

Fernández *et al.*, 2024). Por outro lado, a proteção das mucosas contra o esse helminto a principal imunoglobulina envolvida é a IgA, pois sua secreção no trato gastrointestinal ajuda a neutralizar antígenos e impedir a adesão do nematoide. (Fadlallah *et al.*, 2018). Além do mais, aqueles que já tiveram contato prévio com o parasita, seja de forma aguda ou crônica, tendem a apresentar níveis mais elevados de TGF- β , fator de crescimento transformador beta, que tem como função manter a tolerância por meio da regulação da proliferação, diferenciação e sobrevivência de linfócitos, em comparação àqueles que nunca foram infectados (Daschner *et al.*, 2013). Por outro lado, os níveis de IL-17, uma citocina responsável pelo recrutamento de neutrófilos para áreas de infecção, são mais altos em pacientes com infecção aguda do que naqueles com infecção crônica (Daschner *et al.*, 2011).

O *Anisakis simplex* foi reconhecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como o parasita com o maior número de alérgenos identificados até o momento. No entanto, ainda são necessários estudos adicionais para caracterizar novos alérgenos e compreender melhor seus mecanismos imunológicos (Baird *et al.*, 2014). Dentro dos principais alérgenos, o Anis 1 foi reconhecido em 67-85% dos pacientes com anisaquíase. Além disso, este apresenta a característica de ser termoestável, podendo causar reações alérgicas mesmo após o cozimento do fruto do mar. O Anis 7 é uma glicoproteína reconhecida em todos os pacientes alérgicos a *Anisakis* (Baird *et al.*, 2014).

Figura 1- Resposta imunológica ao *Anisakis spp.* e suas manifestações clínicas



Fonte: Autoria própria (2025).

Como os sinais clínicos e os sintomas costumam se apresentar de maneira inespecífica, pode-se recorrer a variados exames de imagem para se estabelecer a anisakiase como diagnóstico diferencial. Em humanos, sinais e sintomas manifestam-se como dor abdominal intensa, vômitos e diarreia. Por isso, há relatos de diagnóstico de anisakiase após suspeita de apendicite e diverticulite, cujos sintomas são semelhantes (Fornell-Perez *et al.*, 2022). Seus exames de imagem detectam alterações induzidas pelo parasita predominantemente em estômago e íleo distal (Fornell-Perez *et al.*, 2022).

Na investigação diagnóstica, a endoscopia, a ressonância magnética, a tomografia contrastada, e a radiografia e a ultrassonografia convencionais são relatadas como ferramentas que direcionam o diagnóstico. Dentre os achados de imagem, na radiografia, constata-se dilatação focal de alças intestinais (Fornell-Perez *et al.*, 2022); na ultrassonografia pode-se constatar espessamento da parede intestinal e presença de líquido ascítico circundante; na tomografia contrastada, foram detectados edema subcutâneo e espessamento de parede no intestino e no estômago, com congestão de vasos intestinais e visualização de estratificação na parede gástrica. (Fornell-Perez *et al.*, 2023).

Comparativamente, em cetáceos da costa nordeste brasileira foram identificados os nematódeos na parede gástrica e livres no lúmen (Motta *et al.*, 2008; Iñiguez *et al.*, 2011). Enquanto em peixes *Clupea harengus*, foram detectados larvas do helminto por ressonância magnética, distribuídas ao longo da musculatura e das vísceras (Bao *et al.*, 2017). A ressonância magnética em peixes da espécie *Clupea harengus* para investigação de *Anisakis* spp. em inspeção alimentar é utilizada pela primeira vez no trabalho de Bao *et al.* (2017), sendo possível a detecção de larvas de terceiro estágio distribuídas nas vísceras e na musculatura do peixe. Neste estudo, os autores demonstraram a possibilidade de diagnóstico in vivo e não invasivo da anisakíase em peixes, garantindo a qualidade do produto alimentício; além de se apresentar como um potencial método para investigar o comportamento migratório das larvas ao longo do organismo.

Em cetáceos, a literatura menciona que os achados necroscópicos e histopatológicos podem demonstrar úlceras gástricas, apresentando-se edemaciadas e hemorrágicas, gastrite linfoplasmocitária, e granulomas eosinofílicos e áreas de necrose e fibrose ao redor dos parasitas (Motta *et al.*, 2008).

Para o controle e manejo da anisakiase, diversas estratégias têm sido propostas e implementadas, tanto na indústria pesqueira quanto na saúde pública. A inspeção visual e a evisceração imediata dos peixes após a captura são medidas eficazes para reduzir a migração

das larvas de *Anisakis* do trato gastrointestinal para a musculatura do peixe, diminuindo significativamente o risco de contaminação (Cipriani et al., 2025).

O congelamento dos peixes a -20°C por pelo menos 24 horas é uma técnica amplamente adotada em diversos países, incluindo os membros da União Europeia, como medida preventiva para inativar as larvas do parasita (Bao *et al.*, 2017). Além disso, o cozimento do peixe a uma temperatura interna mínima de 60°C por alguns minutos é altamente eficaz na eliminação do verme, sendo uma das melhores opções para ambientes domésticos (Shamsi *et al.*, 2019). Processos de salga e cura também podem inativar as larvas, desde que realizados corretamente. No entanto, sua eficácia depende de fatores como a concentração de sal e o tempo de exposição, tornando essencial a padronização desses métodos (Guardone *et al.*, 2018).

Por fim, a implementação de regulamentações sanitárias tem sido fundamental no controle da anisakiase. As Diretrizes estabelecidas pela União Europeia e pela Organização Mundial da Saúde (OMS) definem padrões rigorosos para o processamento e comercialização de pescados, garantindo maior segurança alimentar e reduzindo os riscos de infecção.

CONCLUSÃO

Considerando-se que a anisakiase é uma doença emergente e zoonótica, é imprescindível que os médicos estejam mais atentos à possibilidade dessa patologia como diagnóstico diferencial. Além disso, cabe aos profissionais e às instituições responsáveis pela fiscalização de alimentos o estabelecimento de métodos de controle e detecção do *Anisakis* nos animais marinhos destinados ao consumo humano. Baseado nas informações apresentadas nesta revisão, conclui-se que o nematoide *Anisakis* desperta preocupação para o aprimoramento da sua detecção e do estabelecimento de medidas preventivas que garantam segurança alimentar dos consumidores e, assim, evitar a ocorrência de distúrbios patológicos.

REFERÊNCIAS

ADROHER-AUROUX, F. J.; BENÍTEZ-RODRÍGUEZ, R. Anisakiasis and *Anisakis*: An underdiagnosed emerging disease and its main etiological agents. **Research in Veterinary Science**, v.132, p.535–545, out. 2020.

AIBINU, I. E.; SMOOKER, P. M.; LOPATA, A. L. Anisakis Nematodes in Fish and Shellfish- from Infection to Allergies. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, v.9, p.384–393, ago. 2019.

BAIRD, F. J. *et al.* Foodborne anisakiasis and allergy. **Molecular and Cellular Probes**, v.28, n.4, p.167–174, ago. 2014.

BAO, M. *et al.* Employing visual inspection and Magnetic Resonance Imaging to investigate *Anisakis simplex* s.l. infection in herring viscera. **Food Control**, v.75, p.40–47, maio. 2017.

BAO, M. *et al.* Human health, legislative and socioeconomic issues caused by the fish-borne zoonotic parasite *Anisakis*: Challenges in risk assessment. **Trends in Food Science & Technology**, v.86, p.298–310, abr. 2019.

BUCCI, C. *et al.* *Anisakis*, just think about it in an emergency! **International Journal of Infectious Diseases**, v.17, n.11, p.e1071–e1072, nov. 2013.

CIPRIANI, P. *et al.* *Anisakis* parasites (Nematoda: Anisakidae) in European hake (*Merluccius merluccius*) from Norwegian waters: considerations on food safety and host population ecology. **Food Control**, v.171, p.111097–111097, Mai. 2025.

DASCHNER, A. *et al.* Different serum cytokine levels in chronic vs. acute *Anisakis simplex* sensitization-associated urticaria. **Parasite Immunology**, v.33, n.6, p.357–362, maio. 2011.

DASCHNER, A. *et al.* Different Fish-Eating Habits and Cytokine Production in Chronic Urticaria with and without Sensitization against the Fish-Parasite *Anisakis simplex*. **Allergology International**, v.62, n.2, p.191–201, jun. 2013.

EIRAS, J. C. *et al.* Fish-borne nematodiasis in South America: neglected emerging diseases. **Journal of Helminthology**, v.92, n.6, p.649–654, out. 2017.

FORNELL-PEREZ, R. *et al.* Evaluation of imaging findings in gastrointestinal anisakiasis in emergency CT and ultrasound. **Insights into imaging**, v.14, n.1, p.1–11, nov. 2023.

FORNELL PÉREZ, R.; URIZAR GOROSARRI, M.; PÉREZ BEA, M. Anisakiasis: Imaging findings. **Radiología (English Edition)**, v.64, n.3, p.245–255, maio. 2022.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, J. et al. Serum IgA contributes to the comprehension of *Anisakis simplex* associated chronic urticaria. **International Immunopharmacology**, v.129, p.111602–111602, fev. 2024.

GUARDONE, L. et al. Human anisakiasis in Italy: a retrospective epidemiological study over two decades. **Parasite**, v.25, p.41, jul. 2018.

MARTÍN-CARRILLO, N. et al. Morphological and Molecular Identification of *Anisakis* spp. (Nematoda: Anisakidae) in Commercial Fish from the Canary Islands Coast (Spain): **Epidemiological Data**, v.12, n.19, p.2634–2634, set. 2022.

MATTIUCCI, S. et al. Molecular Epidemiology of *Anisakis* and Anisakiasis: An Ecological and Evolutionary Road Map. **Advances in Parasitology**, v.99, p.93-263, p. 93–263, mês. 2018.

MOTTA, M. R. A. et al. Gastric lesions associated with the presence of *Anisakis* spp. Dujardin, 1845 (Nematoda: Anisakidae) in Cetaceans stranded on the coast of Ceará, Brazil. **Biota Neotropica**, v.8, n.2, p.91–95, jun. 2008.

MIURA, T. Intestinal anisakiasis can cause intussusception in adults: An extremely rare condition. **World Journal of Gastroenterology**, v.16, n.14, p.1804, abr. 2010.

NIEUWENHUIZEN, N. E.; LOPATA, A. L. *Anisakis* – A food-borne parasite that triggers allergic host defences. **International Journal for Parasitology**, v.43, n.12-13, p.1047–1057, nov. 2013.

SEADE, G. C. C. et al. Gastric lesions associated with the infection of Anisakidae nematodes in a dwarf sperm whale *Kogia sima* (Owen, 1866) stranded in the north coast of Brazil. **International Journal for Parasitology Parasites and Wildlife**, v.26, p.101028–101028, abr. 2025.

YANG, S. et al. Epidemical study of third stage larvae of *Anisakis* spp. infection in marine fishes in China from 2016 to 2017. **Food Control**, v.107, p.106769–106769, jul. 2019.

**CARACTERIZAÇÃO HISTOLÓGICA DO BAÇO DE TARTARUGA-VERDE
(*CHELONIA MYDAS*)**

**HISTOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE SPLEEN OF A GREEN
TURTLE (*CHELONIA MYDAS*)**

Isadora Raquell Soares de Queiroz^{1*}
Euziele Oliveira de Santana²
Moacir Franco de Oliveira³
Fernanda Löffler Niemeyer Attademo⁴
Erick Platiní Ferreira de Souto⁵
Radan Elvis Matias de Oliveira⁶

^{1*}Graduanda em Medicina Veterinária na Universidade Federal Rural do Semi-árido, campus Mossoró/RN, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-4285-1989>. E-mail: isadora.r.s.qz@gmail.com

²Graduanda em Medicina Veterinária na Universidade Federal Rural do Semi-árido, campus Mossoró/RN, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0000-8731-5352>

³Professor e Pesquisador do Laboratório de Morfofisiologia Animal Aplicada (LABMORFA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-6269-0823>

⁴Pesquisador do Laboratório de Morfofisiologia Animal Aplicada (LABMORFA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-2640-6714>

⁵Pesquisador do Laboratório de Morfofisiologia Animal Aplicada (LABMORFA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0401-5272>

⁶Pesquisador do Laboratório de Morfofisiologia Animal Aplicada (LABMORFA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0370-4447>

RESUMO

A tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) é uma das cinco espécies de tartarugas marinhas presentes no litoral brasileiro e encontra-se criticamente ameaçada de extinção devido a diversos fatores antrópicos. O baço, um órgão linfóide essencial para a imunidade, possui funções fisiológicas muito importantes, porém com particularidades ainda pouco estudadas nessa espécie. Este estudo teve como objetivo descrever a microscopia do baço de *C. mydas*, contribuindo para a compreensão de sua estrutura e função. Foram analisadas amostras de baço de cinco exemplares juvenis, processadas histologicamente e coradas com Hematoxilina e Eosina. A análise microscópica revelou que o órgão é revestido por uma cápsula de tecido conjuntivo denso, com trabéculas irregulares. O parênquima esplênico era

composto por polpa branca e polpa vermelha, sendo a primeira caracterizada por nódulos linfáticos descontínuos e a segunda por sinusoides venosos e cordões esplênicos contendo células reticulares e macrófagos. As diferenças morfológicas observadas no baço da tartaruga-verde, quando comparadas a outros répteis e mamíferos, sugerem adaptações imunológicas ao ambiente marinho. Estudos adicionais são recomendados para aprofundar o entendimento das funções imunológicas desse órgão e suas implicações para a conservação da espécie.

Palavras-chave: Morfologia, quelônios, tecido linfóide, conservação.

ABSTRACT

The green turtle (*Chelonia mydas*) is one of the five species of sea turtles found along the Brazilian coast and is critically endangered due to various anthropogenic factors. The spleen, a lymphoid organ essential for immunity, has important physiological functions; however, its specific characteristics in this species remain poorly studied. This study aimed to describe the microscopic structure of the *C. mydas* spleen, contributing to a better understanding of its morphology and function. Spleen samples from five juvenile specimens were analyzed, histologically processed, and stained with Hematoxylin and Eosin. Microscopic analysis revealed that the organ is covered by a dense connective tissue capsule with irregular trabeculae. The splenic parenchyma consisted of white pulp and red pulp, with the former characterized by discontinuous lymphoid nodules and the latter composed of venous sinusoids and splenic cords containing reticular cells and macrophages. The morphological differences observed in the green turtle's spleen, compared to other reptiles and mammals, suggest immunological adaptations to the marine environment. Further studies are recommended to deepen the understanding of the immunological functions of this organ and their implications for species conservation.

Keywords: Morphology, chelonians, lymphoid tissue, conservation.

INTRODUÇÃO

No mundo, há sete espécies de tartarugas marinhas reconhecidas, sendo elas *Dermochelys coriacea*, *Chelonia mydas*, *Caretta caretta*, *Eretmochelys imbricata*,

Lepidochelys olivacea, *Lepidochelys kempii*, *Depressus natator*. Entre elas, a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) está entre as cinco espécies de tartarugas marinhas que tem ocorrência no litoral brasileiro (Meylan; Meylan, 1999). Esta espécie está criticamente ameaçada de extinção, devido a várias ameaças antrópicas, como atividades pesqueiras, dispersão de resíduos no ambiente marinho, degradação do habitat, consumo e comercialização da carne e incidentes com barcos motorizados (Sales *et al.*, 2008; Moore, 2008; Gregory, 2009).

O baço em répteis é um órgão linfoide com funções fisiológicas semelhantes às dos mamíferos (Kroese, 1983; Kroese *et al.*, 1985; Rooney *et al.*, 2003). Sua estrutura é composta por uma região de polpa branca, com função linfática, e uma região de polpa vermelha, de função vascular (Santos *et al.*, 2013). A polpa vermelha é geralmente multifuncional, desempenhando papéis essenciais, como a formação de células sanguíneas, metabolismo da hemoglobina e do ferro, destruição de hemácias, filtração sanguínea, armazenamento de sangue, fagocitose e resposta imunológica. Dada sua importância e a frequência de traumas que a afetam, estudos sobre sua morfologia são fundamentais para uma compreensão mais aprofundada de suas funções (Wu *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2014).

Assim, informações detalhadas sobre a morfologia do baço em *C. mydas* ainda são escassas. Considerando a importância desse órgão para o sistema imunológico das tartarugas marinhas e a limitada disponibilidade de dados sobre a morfologia dos órgãos linfóides nesta espécie, este estudo teve como objetivo descrever a microscopia do baço de *C. mydas*, contribuindo para um melhor entendimento de sua estrutura e função.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de baço de cinco exemplares de *C. mydas* juvenis foram cedidas pelo Projeto Cetáceos da Costa Branca da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). As amostras foram fixadas em solução de paraformaldeído 4% tamponado com tampão fosfato de sódio 0,1M e pH 7,4. Após fixadas, passaram por processamento histológico no Laboratório de Morfofisiologia Animal Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa. Para isso, seguiu-se a metodologia descrita por Tolosa *et al.* (2003). Cortes de cerca de 5 µm foram obtidos utilizando um micrótomo LEICA RM 2125 RT®, aderidos a lâminas de vidro e mantidos em estufa a 60 °C por 3 horas. As lâminas foram coradas com Hematoxilina e Eosina para avaliação histológica. As lâminas foram

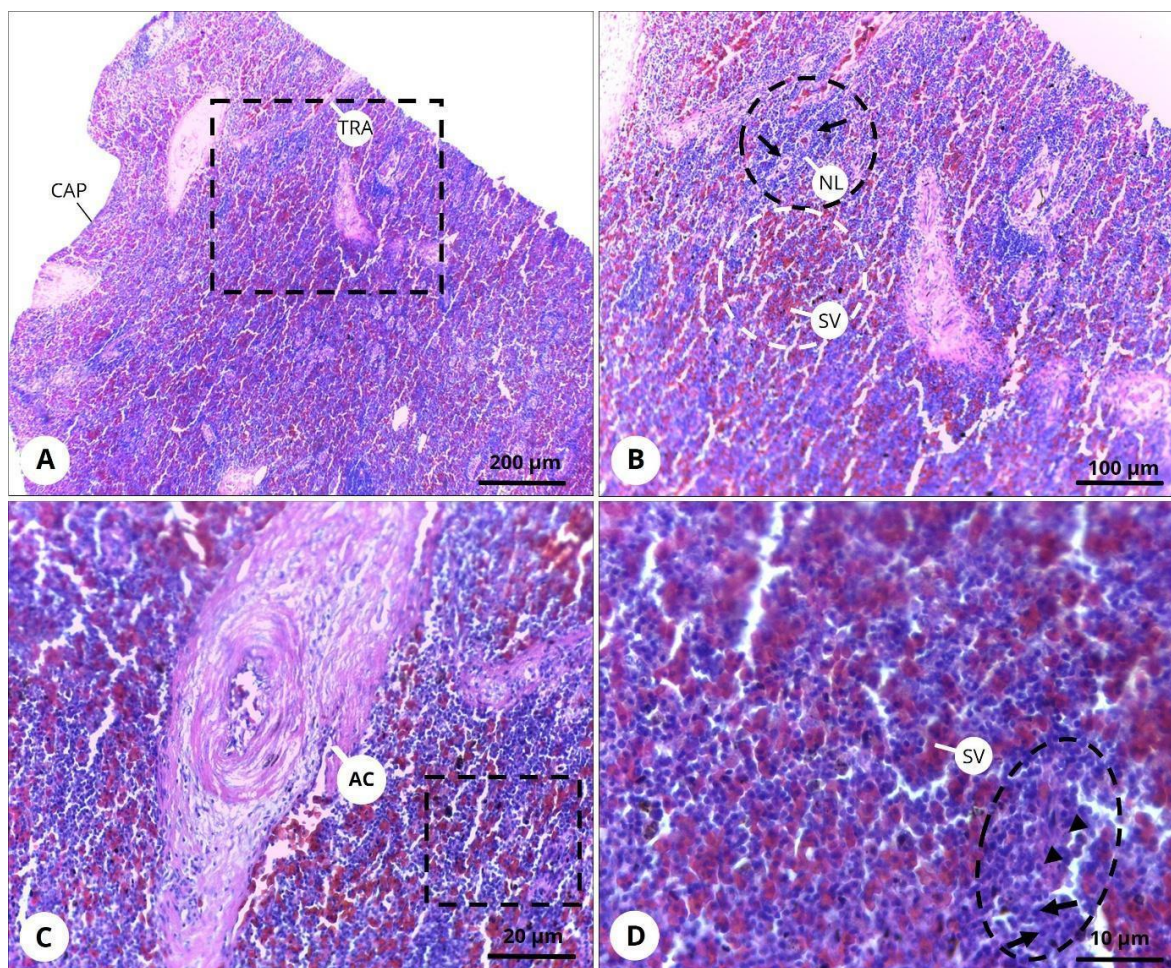
então analisadas em microscópio óptico LEICA DM 500 HD com câmera acoplada LEICA ICC50W, e imagens foram obtidas utilizando o software LAS EZ Ink.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Histologicamente, o baço da tartaruga-verde é um órgão linfóide parenquimatoso, revestido por uma cápsula, formada por uma fina camada de mesotélio, um tecido conjuntivo denso que emitiu trabéculas irregulares e multidirecionais para o parênquima (Figura 1A). Diferentemente do observado na tartaruga-verde, a cápsula esplênica da tartaruga-de-orelha-vermelha (*Trachemys scripta elegans*), uma espécie de água doce, é composta por uma fina camada fibromuscular. Além disso, as trabéculas se estendem de maneira uniforme pelo parênquima do órgão (Kroeze; Rooijen, 1982).

Figura 1: Microscopia de luz do baço de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*). **(A)** observa-se o parênquima do baço, revestido pela cápsula, formada por uma fina camada de mesotélio, um tecido conjuntivo denso (CAP) que emite trabéculas irregulares e multidirecionais (TRA) para o parênquima. Barra: 200µm. **(B)** Detalhamento da figura 1A, onde verifica-se o parênquima, constituído pela polpa branca (círculo tracejado preto), constituída por numerosos e descontínuos nódulos linfáticos (NL) circundando arteríolas (setas), além da polpa vermelha (círculo tracejado branco), composta por diversos sinusoides venosos (SV). Barra: 100µm. **(C)** Observa-se a artéria central (AC) entre a polpa branca e a polpa vermelha. Barra: 20µm. **(D)** Detalhamento da figura 1C, onde observa-se vasos sinusoides com hemácias nucleadas (SV) e cordões esplênicos (Círculo tracejado) composto de células reticulares (setas) associadas a macrófagos (cabeça de seta). Barra: 10 µm.

Coloração: Hematoxilina e Eosina (A, B, C, D).



Fonte: Autoria própria (2025).

O parênquima esplênico, também chamado de polpa esplênica, é composto por duas regiões distintas: a polpa branca e a polpa vermelha. A polpa branca apresentava células basofílicas agrupadas, formando numerosos nódulos linfáticos descontínuos. Já a polpa vermelha, caracterizada por uma maior eosinofilia, era constituída por numerosos sinusoides venosos organizados junto a cordões esplênicos, os quais eram compostos por células reticulares associadas a macrófagos. Além disso, a polpa vermelha encontrava-se distribuída de maneira entremeada à polpa branca, sendo proporcionalmente menor e mais discreta, o que representa uma das principais diferenças observadas entre esses animais e a conformação histológica típica do baço de mamíferos (Figuras 1B, 1D).

A polpa branca, rica em linfócitos T, é conhecida como zona marginal e desempenha um papel fundamental na captura de antígenos, atuando na ativação da resposta imunológica do animal (Borysenko, 1976; 1972); Kanakambika *et al.*, 1972). A observação com objetiva de 40x permitiu visualizar com maior precisão a presença de arteríolas, responsáveis pela irrigação de diversas regiões da medula esplênica, as quais estavam preenchidas por grandes

hemácias nucleadas, uma característica típica dos répteis (Stacy; Kendal, 2020) (Figuras 1C e 1D).

CONCLUSÃO

Conclui-se que o baço das tartarugas marinhas apresenta diferenças morfológicas peculiares em relação a outros répteis e, especialmente, aos mamíferos. Essas variações sugerem adaptações imunológicas em ambientes marinhos. Recomenda-se a realização de mais pesquisas para compreender melhor as implicações funcionais dessas adaptações.

REFERÊNCIAS

BORYSENKO, M.; COOPER, E. L. Lymphoid tissue in the snapping turtle, *Chelydra serpentina*. **Journal of morphology**, v. 138, n. 4, p. 487-497, 1972.

BORYSENKO, Myrin. Changes in spleen histology in response to antigenic stimulation in the snapping turtle, *Chelydra serpentina*. **Journal of morphology**, v. 149, n. 2, p. 223-241, 1976.

GREGORY, Murray R. Environmental implications of plastic debris in marine settings — entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical transactions of the royal society B: Biological Sciences*, v. 364, n. 1526, p. 2013-2025, 2009.

KANAKAMBIKA, P.; MUTHUKKARUPPAN, VR A resposta imune a eritrócitos de ovelha no lagarto *Calotes versicolor*. **Journal of Immunology**, v. 109, n. 3, p. 415-419, 1972.

KROESE, F. G. M. Antigen trapping in the spleen of the red-eared turtle. **Developmental and comparative immunology**, v. 7, n. 4, p. 711-712, 1983.

KROESE FGM, Leceta J, Dopp EA, Herraes MP, Nieuwenhuis P, Zapata AG. 1985. Dendritic immune complex trapping cells in the spleen of the snake, *Python reticulatus*. **Dev Comp Immunol** 9:641– 652.

KROESE, F. G. M.; VAN ROOIJEN, N. The architecture of the spleen of the red-eared slider, *Chrysemys scripta elegans* (reptilia, testudines). **Journal of Morphology**, v. 173, n. 3, p. 279-284, 1982.

MEYLAN A. B; MEYLAN P. A. Introduction to the evolution, life history, and biology of sea turtles. In: ECKERT K. L. (org.). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. 4. ed. Pennsylvania: **Consolidated Graphic Communications**. p. 3-5, 1999.

MOORE, Charles James. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. **Environmental research**, v. 108, n. 2, p. 131-139, 2008.

ROONEY, Andrew A.; BERMUDEZ, Dieldrich S.; GUILLETTE JR, Louis J. Altered histology of the thymus and spleen in contaminant-exposed juvenile American alligators. **Journal of Morphology**, v. 256, n. 3, p. 349-359, 2003.

SALES, G., B. Giffoni, e P.C.R. Barata. 2008. Incidental catch of sea turtles by the Brazilian pelagic longline fishery. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** 88:853–864.

SANTOS, A. C.; OLIVEIRA, D. M.; BERTASSOLI, B. M.; VIANA, D. C.; VASCONCELOS, B. G.; ASSIS NETO, A. C. Morphologic features from mdx mice spleens, used for duchenne muscular dystrophy studies. **Journal of Morphological Science**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 21-27, 2013.

STACY, Nicole I.; HARR, Kendal E. Hematologia de répteis com foco em células inflamatórias circulantes. Doenças infecciosas e patologia de répteis, p. 267-330, 2020.

TOLOSA, E. M. C. et al. **Manual de técnicas para histologia: normal e patológica**. São Paulo: Manole, 2003.

WU, Z.; ZHOU, J.; PANKAJ, P.; PENG, B. Comparative treatment and literature review for laparoscopic splenectomy alone versus preoperative splenic artery embolization splenectomy. **Surgical endoscopy**, **New York**, v. 26, n. 10, p. 2758-2766, 2012.

WANG, X.; WANG, M.; ZHANG, H.; PENG, B. Laparoscopic partial splenectomy is safe and effective in patients with focal benign splenic lesion. **Surgical endoscopy**, New York, v. 28, n. 12, p. 3273-3278, 2014.

**CARACTERIZAÇÃO HISTOLÓGICA DO TIMO DE FILHOTES DE
TARTARUGAS-DE-PENTE (*ERETMOCHELYS IMBRICATA*)**

**HISTOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE THYMUS IN HAWKSBILL
SEA TURTLE (*ERETMOCHELYS IMBRICATA*) HATCHLINGS**

Euziele Oliveira de Santana^{1*}
Isadora Raquell Soares de Queiroz²
Flávio José de Lima Silva³
Erick Platiní Ferreira de Souto⁴
Radan Elvis Matias de Oliveira⁵
Moacir Franco de Oliveira⁶

^{1*}Graduanda em Medicina Veterinária na Universidade Federal Rural do Semi-árido, campus Mossoró/RN, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-4285-1989>. E-mail: euzieleoliveira@gmail.com.

²Graduanda em Medicina Veterinária na Universidade Federal Rural do Semi-árido, campus Mossoró/RN, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0000-8731-5352>

³Projeto Cetáceos da Costa Branca, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró/RN, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-6521-9367>

⁴Professor do Laboratório de doenças infecciosas dos animais domésticos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0401-5272>

⁵Pesquisador do Laboratório de Morfofisiologia Animal Aplicada (LABMORFA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0370-4447>

⁶Professor pesquisador do Laboratório de Morfofisiologia Animal Aplicada (LABMORFA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-6269-0823>

RESUMO

A conservação de espécies marinhas ameaçadas, como *Eretmochelys imbricata*, classificada como "Criticamente em Perigo" pela IUCN desde 2008, representa um grande desafio. Embora existam estudos morfológicos sobre seu sistema digestório e reprodutivo, as informações sobre os órgãos linfóides ainda são escassas. O estudo teve como objetivo descrever a histologia do timo de filhotes dessa espécie, visando compreender sua estrutura e função. Foram analisadas amostras de timo de cinco indivíduos, submetidas a processamento histológico convencional e coloração com Hematoxilina e Eosina. Observou-se um órgão parenquimatoso encapsulado por tecido conjuntivo frouxo, com trabéculas ricas em capilares sanguíneos que delimitavam lóbulos. Cada lóbulo apresentava uma região cortical, com predomínio de timócitos, e uma medular, contendo linfócitos maduros, células

epiteliaes reticulares e macrófagos. Corpúsculos de Hassall foram identificados ocasionalmente na medula. Os achados indicam uma organização histológica semelhante à de outras espécies de quelônios, sugerindo que a morfologia tímica mantém padrões conservados entre répteis. Esses resultados contribuem para o conhecimento da biologia imune de *E. imbricata*, auxiliando futuras estratégias de conservação.

Palavras-chave: Conservação, Histologia, Imunidade, Tartaruga marinha.

ABSTRACT

The conservation of threatened marine species, such as *Eretmochelys imbricata*, classified as "Critically Endangered" by the IUCN since 2008, represents a major challenge. Although morphological studies on its digestive and reproductive systems exist, information on its lymphoid organs remains scarce. This study aimed to describe the histology of the thymus in hatchlings of this species, seeking to understand its structure and function. Thymus samples from five individuals were analyzed, processed using conventional histological techniques, and stained with Hematoxylin and Eosin. A parenchymatous organ encapsulated by loose connective tissue was observed, with trabeculae rich in blood capillaries delimiting lobules. Each lobule presented a cortical region, predominantly composed of thymocytes, and a medullary region, containing mature lymphocytes, reticular epithelial cells, and macrophages. Hassall's corpuscles were occasionally identified in the medulla. The findings indicate a histological organization similar to that of other chelonian species, suggesting that thymic morphology follows conserved patterns among reptiles. These results contribute to the understanding of the immune biology of *E. imbricata*, aiding future conservation strategies.

Keywords: Conservation, Histology, Immunity, Sea turtle.

INTRODUÇÃO

A conservação de uma espécie marinha é um grande desafio, principalmente quando essa já se classifica como ameaçada de extinção (Valdivia *et al*, 2019; Wallmo *et al*, 2011), como é o caso da espécie (*Eretmochelys imbricata*) que desde 2008 está configurada em perigo crítico pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) e Lista

Vermelha de Espécies Ameaçadas do ICMBio (Mortimer & Donnelly, 2008; ICMbio, 2018). Com vista a manutenção da espécie, muitos pesquisadores já buscaram descrever sua morfologia, já sendo acessível informações a respeito do sistema digestório (Oliveira *et al.*, 2022a; Oliveira *et al.*, 2022b) e reprodutivos (Rocha *et al.*, 2024; Bermúdez *et al.*, 2012; Rocha *et al.*, 2024), além de estudos comparativos com outras espécies de tartarugas quanto às características morfológicas das cavidades nasais (Kitayama *et al.*, 2021).

Contudo, dados sobre os aspectos morfológicos dos órgãos que constituem o sistema linfóide de tartaruga-de-pente ainda são escassos na literatura científica. Esse sistema é constituído por órgãos primários, onde ocorre a maturação dos linfócitos, e por órgãos linfóides secundários, que se desenvolvem no final da vida fetal e permanecem ativos durante a vida adulta. Nesse contexto o timo é classificado como um órgão linfóide primário e em recém-nascidos, desempenha um papel importante na produção da maior parte dos linfócitos circulantes, essenciais para a resposta imunológica celular (Tizard, 2014). Assim, este estudo teve como objetivo descrever a histologia do timo nessa espécie, visando a uma melhor compreensão de sua estrutura e função.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de timo de cinco exemplares de filhotes de tartarugas-de-pente foram cedidas pelo Projeto Cetáceos da Costa Branca da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). As amostras foram fixadas em solução de paraformaldeído 4% tamponado com tampão fosfato de sódio 0,1M e pH 7,4. Após fixadas, passaram por processamento histológico no Laboratório de Morfofisiologia Animal Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Para isso, seguiu-se a metodologia descrita por Tolosa *et al.* (2003). Cortes de cerca de 5 µm foram obtidos utilizando um micrótomo LEICA RM 2125 RT®, aderidos a lâminas de vidro e mantidos em estufa a 60 °C por 3 horas. As lâminas foram coradas com Hematoxilina e Eosina para avaliação histológica. As lâminas foram então analisadas em microscópio óptico LEICA DM 500 HD com câmera acoplada LEICA ICC50W, e imagens foram obtidas utilizando o software LAS EZ Ink.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Histologicamente, o timo do filhote de tartaruga-de-pente é um órgão parenquimatoso, completamente revestido com uma fina cápsula de tecido conjuntivo frouxo, que emitia delgadas trabéculas em direção centrípeta (Figura 1A). As trabéculas apresentavam numerosos capilares sanguíneos e dividiam o órgão em lóbulos bem delimitados e justapostos (Figura 1B). Os lóbulos apresentam duas regiões bem definidas: uma cortical, mais escura; e uma medular, centralizada e mais clara (Figura 1CA). Essas características também foram descritas em tartarugas do Cáspio (*Mauremys caspica*) e em tartaruga-mordedora (*Chelydra serpentina*) (Laceta *et al*, 1984; Borysenko; Cooper, 1972).

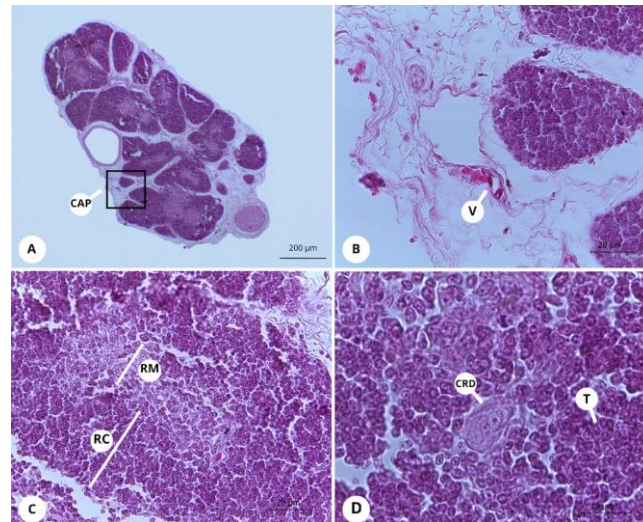
Na região cortical, verificou-se o predomínio de linfócitos pequenos (timócitos) e raras células epiteliais reticulares (Figura 1C). No córtex esses linfócitos T sofrem a maturação necessária e só então migram para a medula tímica, assim como também relatado em jacarés (Rooney *et al*, 2003). Na região medular, verificaram-se linfócitos maiores (maduros) e células epiteliais reticulares e macrófagos (Figura 1D). Esses macrófagos foram observados tanto no córtex quanto na medula de tartarugas do Cáspio, assim como já descrito anteriormente (Laceta *et al*, 1989). Ocasionalmente, observam-se células epiteliais reticulares degeneradas, com queratinização concêntrica e compacta e, morfológicamente compatíveis com corpúsculos de Hassall (Figura 1D). No entanto, há relatos de equívoco entre os corpúsculos de Hassall em algumas espécies de tartaruga-mordedora e células mióides, que são típicas de animais ectotérmicos (Borysenko; Cooper, 1972), células essas que não foram observadas nas lâminas de timo de *Eretmochelys imbricata*. Apesar disso, os corpúsculos de Hassall no timo foram observados em tartaruga-da-caixa (*Terrapene carolina*), destacando sua característica unicelular e dispersão aleatória, principalmente na medula (Jordan; Looper, 1928). Quanto à característica nas células epiteliais do córtex, essas exibiram modificações degenerativas durante a primavera na espécie tartaruga do Cáspio (Laceta *et al*, 1989).

Figura 1: Microscopia de luz do timo de filhotes de tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*).

(A) Timo parenquimatoso, completamente revestido com uma fina cápsula de tecido conjuntivo frouxo (Cap). Barra: 200 µm. (B) Detalhamento da figura 1A, onde observa-se a cápsula (CAP), vasos sanguíneos (V), septos emitidos da cápsula que dividem o órgão em lóbulos bem delimitados e justapostos. Barra: 20 µm. (C) Região cortical (RC) e região

medular (RM) do lóbulo. Barra: 20 μ m. (D) Linfócitos (T) e células epiteliais reticulares degeneradas, com queratinização concêntrica e compacta, morfologicamente compatíveis com corpúsculos de Hassall (CRD). Barra: 10 μ m.

Coloração: Hematoxilina e Eosina (A, B, C, D).



Fonte: autoria própria (2025).

CONCLUSÃO

A descrição detalhada da organização histológica do timo do filhote de tartaruga-de-pente revelou características similares às observadas em espécies de tartarugas terrestres, aquáticas e semi-aquáticas. Isso indica que a morfologia tímica desempenha um papel fundamental na resposta imune desses répteis, independentemente de seu habitat, refletindo uma adaptação eficiente que se manteve estável ao longo do tempo evolutivo.

REFERÊNCIAS

BORYSENKO, M.; COOPER, E. L. Lymphoid tissue in the snapping turtle, *Chelydra serpentina*. **Journal of Morphology**, Hoboken, v. 138, n. 4, p. 487–497, 1972. DOI: 10.1002/jmor.1051380408.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume IV - Répteis**. Brasília: ICMBio, 2018. 252 p.

JORDAN, H. E.; LOOPER, J. B. The histology of the thymus gland of the box-turtle, *Terrapene carolina*, with special reference to the concentric corpuscles of Hassall and the eosinophilic granulocytes. **The Anatomical Record**, Hoboken, v. 40, n. 3, p. 309-336, 1928.

KITAYAMA, C. et al. Morphological features of the nasal cavities of hawksbill, olive ridley, and black sea turtles: Comparative studies with green, loggerhead and leatherback sea turtles. **PLoS One**, São Francisco, v. 16, n. 4, p. e0250873, 29 abr. 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0250873.

LECETA, J. et al. Células interdigitantes no timo da tartaruga *Mauremys caspica*. **Pesquisa de Células e Tecidos**, Berlim, v. 238, n. 2, 1984. DOI: 10.1007/bf00217311.

MORTIMER, J. A.; DONNELLY, M. (*IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group*). *Eretmochelys imbricata*. **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2008: e.T8005A12881238, 2008.

OLIVEIRA, R. E. M. et al. Morphological characterization of the digestive tube of hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*) hatchlings. **Microscopy and Microanalysis**, Cambridge, p. 1-12, 2022a. DOI: 10.1017/S143192762201234X.

OLIVEIRA, R. E. M. et al. Oropharyngeal cavity floor morphology in *Eretmochelys imbricata* (Testudines: Cheloniidae) hatchlings and evolutionary implications. **Anatomical Record - Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology**, Hoboken, v. 306, p. 343-353, 2022b.

PÉREZ-BERMÚDEZ, E. et al. Ovarian follicular development in the hawksbill turtle (Cheloniidae: *Eretmochelys imbricata* L.). **Journal of Morphology**, Hoboken, v. 273, n. 12, p. 1338-1352, 2012. DOI: 10.1002/jmor.20062.

ROCHA, E. L. B. et al. Gonadal morphology of stillborn hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*) hatchlings. **Microscopy and Microanalysis**, Cambridge, v. 30, n. 1, p. 169-177, 2024. DOI: 10.1093/micmic/ozae002.

ROONEY, A. A.; BERMUDEZ, D. S.; GUILLETTE, L. J. Altered histology of the thymus and spleen in contaminant-exposed juvenile American alligators. **Journal of Morphology**, Hoboken, v. 256, n. 3, p. 349–359, 2003. DOI: 10.1002/jmor.10090.

TIZARD, I. R. *Imunologia Veterinária*. 9. ed. Tradução de Luciana Medina e Mateus D. Luchese. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2014.

TOLOSA, E. M. C. et al. *Manual de técnicas para histologia: normal e patológica*. São Paulo: Manole, 2003.

Valdivia A, Wolf S, Suckling K (2019) Marine mammals and sea turtles listed under the US Endangered Species Act are recovering. **PLoS ONE** 14(1): e0210164. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210164>

Wallmo, K., & Lew, D. K. (2011). Valuing improvements to threatened and endangered marine species: An application of stated preference choice experiments. **Journal of Environmental Management**, 92(7), 1793–1801. doi:10.1016/j.jenvman.2011.02.012

**EFEITO DO ESTRESSE DA EXPOSIÇÃO AO AR NA RESPOSTA
FISIOLÓGICA DA LAGOSTA *PANULIRUS LAEVICAUDA* (LATREILLE, 1817)
EM CATIVEIRO**

***EFFECT OF AIR EXPOSURE STRESS ON THE PHYSIOLOGICAL RESPONSE OF
THE LOBSTER *PANULIRUS LAEVICAUDA* (LATREILLE, 1817) IN CAPTIVITY***

Jéssica Lucinda Saldanha da Silva¹
Marina Teresa Torres Rodriguez²
Rafael Santos Rocha³
Oscarina Viana de Sousa⁴
Fátima Cristiane Teles de Carvalho⁵
Raul Cruz Izquierdo⁶

¹Doutora em Engenharia de Pesca, UFC e Pesquisadora da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-5449-0816> E-mail: jessicalucinda89@gmail.com.

²Doutora em Ciências Marinhas Tropicais-Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), UFC e Pesquisadora FUNCAP, Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-6627-3296>

³Doutor em Engenharia de Pesca, UFC e Técnico do Centro de Diagnóstico de Doenças de Organismos Aquáticos do Labomar, UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9265-6311>

⁴Doutora em Ciências (Microbiologia), pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Professora do Instituto de Ciências do mar, Labomar (UFC). Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-3907-7964>

⁵Doutora em Ciências Marinhas Tropicais, Labomar, UFC. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9114-1180>

⁶Doutor em Ciências Biológicas pelo Centro de investigaciones Marinas-Universidad de la Habana, Cuba e Pesquisador FUNCAP, Ceará. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9909-9941>

RESUMO

A lagosta verde, *P. laevicauda*, é uma das espécies de maior valor comercial para o Nordeste, sendo comercializadas vivas e destinadas para exportação. Elas são condicionadas a vários estressores durante a cadeia produtiva, podendo citar a exposição ao ar atmosférico (emersão), como um dos principais. O estresse ocasiona distúrbios nos padrões fisiológicos dos animais, sendo possível determinar esses efeitos analisando alguns parâmetros ligados a hemolinfa. Assim, a presente pesquisa tem como objetivo fazer uma análise do efeito da exposição ao ar por 2h de *P. laevicauda* mantidas em indústria de processamento sobre alguns parâmetros bioquímicos, hematológicos e microbiológicos da hemolinfa da lagosta.

Após o período experimental, fazia-se a retirada de hemolinfa com o auxílio de seringa para posterior realização das análises. Como resultado, pode-se obter que a exposição ao ar por 2h, teve um efeito adverso e significativo no sistema fisiológico das lagostas verdes, e, portanto, podem implicar no estado da saúde e qualidade dos animais.

ABSTRACT

The green lobster, *P. laevis*, is one of the species with the highest commercial value in the Northeast, and is sold live and destined for export. They are subjected to several stressors during the production chain, with exposure to atmospheric air (emersion) being one of the main ones. Stress causes disturbances in the physiological patterns of the animals, and these effects can be determined by analyzing some parameters related to the hemolymph. Thus, the present research aims to analyze the effect of 2h exposure to air of *P. laevis* kept in a processing industry on some biochemical, hematological and microbiological parameters of the lobster hemolymph. After the experimental period, the hemolymph was removed with the aid of a syringe for later analysis. As a result, it can be concluded that exposure to air for 2h had a significant and adverse effect on the physiological system of green lobsters, and, therefore, may affect the health status and quality of the animals.

Palavras-chave: lagosta espinhosa, emersão, hemolinfa, cativo, lagosta viva

Keywords: spiny lobster, emergence, hemolymph, captivity, live lobster

1. INTRODUÇÃO

As lagostas espinhosas, *Panulirus argus* e *P. laevis*, são as espécies de maior valor comercial para o Nordeste, sendo comercializadas vivas e destinadas, principalmente, para exportação (CRUZ et al., 2020). As lagostas estão condicionadas a vários estressores durante a cadeia produtiva, que engloba desde a captura, transporte até o destino final. Dentre esses estressores, pode-se citar a exposição ao ar atmosférico (emersão), que impacta diretamente a homeostase dos animais, interferindo em vários sistemas desde a respiração até as respostas imunológicas (FOTEDAR, 2011).

Diversos parâmetros hematológicos e imunológicos têm sido considerados como potenciais marcadores de saúde ou doença em lagostas e pode ser usado para avaliar as respostas de estresse durante a comercialização desses animais vivos como: contagens totais de hemócitos (CTH), tempo de coagulação, medição do pH da hemolinfa, bacteremia,

atividade antibacteriana e da fenoloxidase, quantificação de lactato, e outros componentes, por exemplo (COPPOLA et al., 2019; FOTEDAR, 2011).

Tendo em vista a importância econômica que a lagosta verde viva, saudável e em perfeito estado, representa para a economia do Nordeste, e visto a escassez de informações sobre os efeitos da exposição ao ar atmosférico nas lagostas verdes, a presente pesquisa tem como objetivo fazer uma análise do efeito da exposição ao ar por 2h de *P. laevicauda* mantidas em indústria de processamento sobre os parâmetros bioquímicos (pH e tempo de coagulação), hematológicos e microbiológicos da hemolinfa de lagostas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de exposição ao ar atmosférico das lagostas verdes foi realizado em uma indústria de processamento de pescado, localizada em Fortaleza, Ceará. Um total de 30 lagostas verdes foram expostas ao ar por intervalos de tempo de 0 (Controle- sem exposição ao ar) e 2h (Tratamento). Após o período de emersão, amostras de hemolinfa eram retiradas das lagostas, na base do quinto par de pereiópodes, com o auxílio de seringa estéril de volume de 3mL com agulha 22-G. Utilizou-se como anticoagulante, a solução gelada de Alsever Modificada (MAS) (PERDOMO-MORALES *et al.*, 2020), exceto para as amostras que foram direcionadas para bacteremia e teste do tempo de coagulação.

Para a Contagem Total de Hemócitos (CTH), 10µL da hemolinfa fixada foi inserida no campo de contagem da câmara de Neubauer em microscópio ótico com objetiva de 40x, seguindo Day et al. (2022) com adaptações. Os valores de pH da hemolinfa dos animais foram medidos com um pHmetro de bancada, de acordo com Evans (1999). Já para análise do tempo de coagulação, foi adicionado 25µL de hemolinfa sobre uma lâmina de vidro e acionado o cronômetro. Após movimentos verticais da lâmina, foi contabilizado o tempo em que a gota de hemolinfa parou de se movimentar, indicando a coagulação (JUSSILA et al., 1999, com adaptações). Amostras que não coagularam em 120 s não foram anotadas.

A análise da presença de bactérias na hemolinfa das lagostas (bacteremia), foi realizada utilizando alíquota de 100µL de hemolinfa, a qual foi adicionada em placa de ágar (Ágar de Tiosulfato, Citrato, BÍlis e Sacarose- TCBS e Ágar Luria Bertani-LB modificado), em duplicata. Posteriormente, fez-se o espalhamento com alça de *Drigalski* até a completa secagem da amostra. Cuidadosamente a placa foi invertida e incubada em estufa bacteriológica a 35°C por 24h, para as placas de TCBS, e 48h, para a quantificação de

Bactérias heterotróficas totais (BHC). Posteriormente, fez-se a contagem do número de unidades formadoras de colônias (UFC).

Os resultados de contagem total de hemócitos, tempo de coagulação e pH da hemolinfa das lagostas vermelhas e verdes foram analisados estatisticamente para saber se havia diferença significativa em relação ao tempo de exposição empregado nos diferentes tratamentos. Para isso, foi empregada a análise de variância (ANOVA). Quando houve diferença significativa ($p < 0.05$), as suas médias foram comparadas duas a duas, utilizando teste de Tukey. O nível de significância adotado foi de 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos softwares *BioStat* (5.0) e Excel 2010 (Microsoft Corp.®).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no ensaio de exposição das lagostas verdes ao ar atmosférico por 1h são apresentados na tabela 1, juntamente com os valores basais dos animais que não foram expostos ao ar.

Pode-se observar um incremento da CTH das lagostas que foram expostas ao ar por 2h, em comparação aos animais do controle, mas sem significância estatística. A quantificação total de hemócitos pode indicar diferença de nível de estresse e status da saúde de lagostas durante pós-captura (JUSSILA et al., 1999).

Tabela 1-Parâmetros da hemolinfa da lagosta verde (*P. laevicauda*) quando expostas ao ar atmosférico por 2h, mantidas na indústria de processamento do Ceará (n=30).

Parâmetros	<i>P. laevicauda</i>		P valor
	Controle	Tratamento	
CTH ($\times 10^6$ células/mL)	$24,7 \times 10^6 \pm 10,2$ a	$30,2 \times 10^6 \pm 15,1$ a	$>0,05$
pH da hemolinfa	$6,50 \pm 0,13$ a	$6,42 \pm 0,10$ b	$<0,05$
Tempo de coagulação (s)	$65,42 \pm 19,2$ a	$99,1 \pm 20,1$ b	$<0,05$
Bacteremia	Presença	Presença	-
BHC			
(UFC/mL)	Presença	Presença	-
Víbrio			

Letras diferentes nas linhas indicam diferença significativa ($p < 0,05$); Linhas sem letras indicam ausência de diferença significativa ($p > 0,05$); - Não foi aplicado teste estatístico; BHC-Bactérias Heterotróficas Cultiváveis.

O valor médio do pH da hemolinfa das lagostas verdes, no grupo controle e no tratamento, foi 6,50 e 6,42, respectivamente, apresentando diferença significativa. Já foi constatado para outras espécies de lagostas espinhosas a redução do pH da hemolinfa, quando essas são submetidas a exposição ao ar (VEEMER, 1987; TAYLOR et al., 1997).

Isso ocorre por conta do acúmulo de substâncias ácidas como o lactato, gerado durante o metabolismo anaeróbio.

Mudanças no tempo de coagulação da hemolinfa podem ser um indicador precoce de estresse ou distúrbios em lagostas (JUSSILA et al. 2001). No presente estudo, os animais do controle tiveram tempo de coagulação de 65,42s, aumentando para 99,1s, após a emersão de 2h. Fotedar & Evans (2011) sugerem elevação de TC em crustáceos quando esses são submetidos a estressores, como manuseio, exposição ao ar, por exemplo. O que corrobora com o encontrado na presente pesquisa para a espécie de lagosta verde.

Foi possível obter dados qualitativos em relação a bacteremia utilizando dois meios de cultura para a identificação da presença ou ausência de bactérias heterotróficas cultiváveis (BHC) e de *Vibrios* na hemolinfa das lagostas verdes, tanto no controle como no tratamento. De acordo com Evans (1999), lagostas saudáveis e não estressadas não devem apresentar bactérias em sua hemolinfa. Os níveis de bacteremia pode fornecer uma avaliação indireta da capacidade antibacteriana, e em combinação com o hemograma pode ser útil na avaliação do estado de saúde das lagostas (FOTEDAR et al., 2003), quando essas são submetidas a estressores.

Os resultados dos valores basais dos parâmetros da hemolinfa das lagostas verdes, mantidas na indústria de processamento do Ceará, obtidas na pesquisa, darão subsídios para estudos posteriores de estressores enfrentados por lagostas no ambiente de cativeiro. Além disso, pode-se destacar a relevância da presente pesquisa, uma vez que não se tinham informações da resposta fisiológica das lagostas verdes quando submetidas ao estresse da exposição ao ar em cativeiro. Sendo necessárias novas pesquisas, a fim incluir a determinação de outros testes fisiológicos, que possam ser utilizados como marcadores de estresse. Somente assim, poderemos entender e minimizar os impactos desfavoráveis que possam acarretar perdas econômicas na cadeia produtiva desse recurso.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na presente pesquisa, ainda que preliminares, demonstram que a exposição ao ar atmosférico por 2h tem um efeito adverso e significativo no sistema fisiológico das lagostas verdes, e portanto podem implicar no estado da saúde e qualidade dos animais.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FUNCAP pela Bolsa de Inovação Tecnológica concedida. E ao Laboratório de Microbiologia Ambiental e do Pescado (LAMAP), do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da UFC, que disponibilizou a estrutura para a realização das análises.

REFERÊNCIAS

- COPPOLA, C.; TIRLONI, E.; VASCONI, M.; ANASTASIO, A.; STELLA, S.; BERNARDI, C. The effects of claw ligatures in American lobster (*Homarus americanus*) storage: a preliminary study of haemolymph parameters. **ACTA VETERINÁRIA BRNO**, v. 88, p. 329-335, 2019.
- CRUZ, R.; SANTANA, J. V.M; BARRETO, C.G.; BORDA, C.A.; TORRES, M.T.; GAETA, J.C.; SILVA, J.L.S.; SARAIVA, S.Z.R.; SALAZAR, I.S.O.; CINTRA, I.H.A. Towards the rebuilding of spiny lobster stocks in Brazil: a Review. **Crustaceana**, n.93, v.8, p. 957-983, 2020.
- DAY, R.D.; FITZGIBBON, Q. P.; GARDNER, C. Impacts of sub-optimal water quality on the haemolymph biochemistry, immune status and condition of post-harvest Southern Rock Lobsters (*Jasus edwardsii*). **Aquaculture, Fish and Fisheries**, v.2, p.321–333, 2022.
- EVANS LH. Lobster health and disease: basic concepts (Foreword). In: Evans LH, Jones JB (eds) Proceedings of the international symposium on lobster health management, 19–21 September 1999, Adelaide. Curtin University of Technology, **Aquatic Science Research Unit**, Adelaide, p 3–8, 1999.
- FOTEDAR, S.; EVANS, L. Health management during handling and live transport of crustaceans: A review. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 106, p. 143–152, 2011.
- JUSSILA, J.; PAGANINI, M.; MANSFIELD, S.; EVANS, L.H. On physiological responses, hemolymph glucose, total hemocyte count and dehydration of marron (*Cherax tenuimanus*) to handling and transportation under simulated conditions. **Freshw. Crayfish**, v. 12, p. 154–166, 1999.
- JUSSILA, J.; MCBRIDE, S.; JAGO.; EVANS, J. L.H. Hemolymph clotting time as a indicator of stress in western rock lobster *Panulirus cygnus* George. **Aquaculture**, p.185–193, 2001.
- PERDOMO-MORALES, R.; MONTERO-ALEJO, V.; RODRÍGUEZ-VIERA, L.; PERERA, E. Evaluation of anticoagulants and hemocyte-maintaining solutions for the study

of hemolymph components in the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Decapoda: Achelata: Palinuridae). **Journal of Crustacean Biology**, p. 1–5, 2020.

TAYLOR, H. H.; WALDRON, F. M. Respiratory responses to air-exposure in the southern rock lobster, *Jasus edwardsii* (Hutton) (Decapoda:Palinuridae). **Marine and Freshwater Research**, v.48, p. 89–897, 1997.

VERMEERL, G. K. Effects of air exposure on desiccation rate, hemolymph chemistry, and escape behavior of the spiny lobster, *panulirus argus*. **Fishery Bulletin**, v. 85, n.1, 1987.

**FRATURA TRANSVERSA E COMPLETA EM DIÁFISE MEDIAL DE
METATARSO DIREITO EM CARÃO (*ARAMUS GUARAUNA*): RELATO DE
CASO**

***TRANSVERSE AND COMPLETE FRACTURE OF THE MEDIAL
DIAPHYSIS OF THE RIGHT METATARSAL IN LIMPKIN (*ARAMUS
GUARAUNA*): CASE REPORT***

Lídia Silva Ribeiro^{1*}

Carlos Diego de Sousa Ribeiro²

Karlla Gabriella Barbosa de Castro Lustosa³

Bruno Pessoa Lima⁴

Camila Carvalho Fontão⁵

William Cardoso Maciel⁶

^{1*}Graduanda em medicina veterinária pela Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza/CE.
Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0006-7925-2797>. E-mail: lid.ribeiro@aluno.uece.br

²Graduando em medicina veterinária pela Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza/CE.
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-2906-4895>

³Graduanda em medicina veterinária pela Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza/CE.
Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-3281-851X>

⁴Doutor em ciências veterinárias pela Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza/CE,
Instituto Pró-Silvestre. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-6805-0344>

⁵Residente em ornitopatologia pelo Programa de Residência em Área Profissional da
Saúde/Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza/CE. Orcid ID:
<https://orcid.org/0000-0001-7861-1686>

⁶Professor Pesquisador pela Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza/CE. Orcid ID:
<https://orcid.org/0000-0002-6093-7933>

RESUMO

Um exemplar de Carão (*Aramus guarauna*) adulto, de idade e sexo indeterminado, pesando 651g, foi admitido ao Laboratório de Estudos Ornitológicos (LABEO) através do Instituto Pró-Silvestre (IPS) no dia 24/10/2023. O tratamento incluiu o uso de tramadol para analgesia, enrofloxacin para controle de infecções e dipirona como antipirético. Somado a isso, houve imobilização da fratura e o controle de ectoparasitas com Talfon. Foram realizadas também alimentação forçada 2 vezes ao dia e exames radiográficos mas, apesar das intervenções, o prognóstico era reservado e o animal faleceu antes da conclusão do tratamento. Esse caso destaca a vulnerabilidade das aves silvestres feridas e a necessidade de aprimorar protocolos de resgate e reabilitação. A prevenção de traumas, como colisões com estruturas artificiais, e o desenvolvimento

de terapias mais eficazes são fundamentais para melhorar as taxas de sobrevivência e reintrodução desses animais.

ABSTRACT

An adult limpkin (*Aramus guarauna*), of undetermined age and sex, weighing 651g, was admitted to the Laboratory of Ornithological Studies (LABEO) through the Instituto Pró-Silvestre (IPS) on 10/24/2023. Treatment included the use of tramadol for analgesia, enrofloxacin for infection control and dipyrone as an antipyretic. Added to this, there was immobilization of the fracture and control of ectoparasites with Talfon. Forced feeding twice a day and radiographic examinations were also carried out but, despite the interventions, the prognosis was poor and the animal died before completing the treatment. This case highlights the vulnerability of injured wild birds and the need to improve rescue and rehabilitation protocols. Preventing trauma, such as collisions with artificial structures, and developing more effective therapies are key to improving the survival and reintroduction rates of these animals.

Palavras-chave: Gruiforme, ortopedia, silvestres, aquático.

Keywords: Gruiforme, orthopedics, wild, aquatic.

1. INTRODUÇÃO

O Carão (*Aramus guarauna*) é uma ave da família Gruiforme, e é a única espécie da família Aramididae (WINKLER et al, 2020). Essa ave se distribui pelo continente americano, da região sudeste dos Estados Unidos, até o norte da Argentina e Uruguai (CLEMENTS et al, 2024), ocupando ambientes aquáticos e semiaquáticos como pântanos de água doce, campos alagados e lagoas rasas (BRYAN, 2020).

A ave é pernalta, de bico longo e curvo, cuja função é apreender moluscos de água doce e extraí-los de sua concha (SICK, 1997). Dessa forma, o Carão, bem como outras aves de dieta similar, participa do controle biológico de espécies nativas e invasoras de caramujos (ESTELA & NARANJO, 2005).

Devido a perda de habitat em ambiente urbano, o Carão, assim como outros animais, vem sendo ameaçado pelo risco de acidentes com obstáculos impostos pelo homem, como os fios, cercas, telas, e outras barreiras físicas (BOLSON & SCHLOSSER, 2005). Aves de vida livre estão sujeitas a fraturas no crânio, asas e

membros pélvicos, sendo as fraturas de membro pélvico as mais comuns em aves terrestres (BOLSON & SCHLOSSER, 2005).

Dessa forma, esse trabalho possui como objetivo relatar um caso de fratura em um espécime de Carão (*Aramus guarauna*) resgatado e socorrido pelo Laboratório de Estudos Ornitológicos (LABEO) através do Instituto Pró-Silvestre (IPS) no dia 24/10/2023.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Um exemplar de Carão (*Aramus guarauna*) adulto, de idade e sexo indeterminado, pesando 651g, foi admitido ao Laboratório de Estudos Ornitológicos (LABEO) através do Instituto Pró-Silvestre (IPS) no dia 24/10/2023. No exame clínico, a ave apresentava uma fratura consolidada no membro esquerdo e fratura completa e exposta em tarsometatarso direito, com edema nos tecidos ao redor da fratura. Também foi constatado que o animal apresentava infestação por piolhos, estava apático e caquético, com escore corporal avaliado em 1,5.

A área da fratura exposta foi imobilizada, e, diante desse quadro clínico, o seguinte protocolo medicamentoso foi adotado: tramadol na dose de 10mg/kg, enrofloxacin 10mg/kg e dipirona 25mg/kg via intramuscular, soro com Bionew por via subcutânea, e, para uso tópico, foi aplicado o inseticida em pó Talfon no momento do atendimento. Por via oral, foi prescrita alimentação forçada de 65g de sururu (*Mytella strigata*), duas vezes ao dia, até que a ave conseguisse alimentar-se com independência.

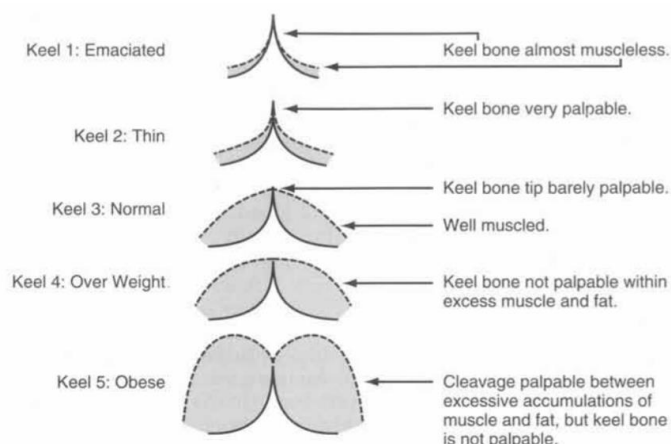
Também foi realizado exame radiográfico no Setor de Radiografia do Hospital Veterinário Professor Sylvio Barbosa Cardoso da Universidade Estadual do Ceará (UECE), por incidências crânio caudal e mediolateral (direito e esquerdo) do tibiotarso esquerdo e tarsometatarso direito. Apesar do início das medicações, o animal não resistiu e veio à óbito antes da conclusão do tratamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A admissão de um exemplar de *Aramus guarauna* com múltiplas fraturas e condição clínica debilitada evidencia a gravidade dos traumas que aves silvestres podem sofrer, muitas vezes decorrentes de colisões, predação ou atividades humanas (RODRIGUES et al., 2023). O escore corporal baixo (1,5) (FIGURA 1) e a apatia reforçam o estado crítico do animal, indicando um possível comprometimento

sistêmico decorrente da debilidade nutricional e do estresse associado às lesões (SILVA et al., 2021).

Figura 1: O sistema de avaliação de escore corporal avalia a condição da ave de 1 a 5. O escore 1, onde a quilha da ave pode ser sentida nitidamente, significa caquexia.



Fonte: ROMAGNANO, 1999

O protocolo terapêutico instituído seguiu princípios fundamentais da medicina veterinária de animais silvestres, com o manejo da dor e controle de infecções. O uso de tramadol (10mg/kg) como analgésico é adequado para o controle da dor moderada a severa em aves (MACHIN, 2005). Já a enrofloxacina (10mg/kg), uma fluoroquinolona de amplo espectro, é amplamente utilizada no tratamento de infecções bacterianas em aves, sendo eficaz contra microrganismos Gram-negativos e algumas espécies Gram-positivas (Forbes, 2008). A administração de dipirona (25mg/kg) também foi relevante como antipirético e analgésico adicional, apesar de seu uso em aves ainda carecer de mais estudos para estabelecimento de doses e eficácia específicas (LUMEIJ, 1997).

A imobilização da fratura exposta no tarsometatarso foi uma medida essencial para minimizar dor e prevenir agravamento do quadro inflamatório local. A presença de edema nos tecidos ao redor da fratura sugere um intenso processo inflamatório, que poderia evoluir para infecção sistêmica (DONELEY, 2016). O uso do inseticida em pó Talfon para controle de ectoparasitas foi uma abordagem necessária diante da infestação por piolhos, condição que pode agravar o quadro clínico ao aumentar o desconforto e potencialmente favorecer anemia (PEREIRA et al., 2019).

A realização de nutrição forçada com 65g de sururu (*Mytella strigata*) duas vezes ao dia foi uma escolha nutricional pertinente, visto que moluscos são uma parte

relevante da dieta natural de *A. guarauna* (BIRDS OF THE WORLD, 2024). Contudo, a necessidade de suporte nutricional forçado demonstra que o animal não possuía condições de alimentação autônoma, reforçando a gravidade de seu estado clínico (FOWLER & MILLER, 2014).

O exame radiográfico realizado no Setor de Radiografia do Hospital Veterinário Professor Sylvio Barbosa Cardoso foi essencial para a avaliação precisa das lesões ósseas, permitindo a identificação das fraturas e facilitando o planejamento terapêutico (FIGURA 2). A escolha das incidências craniocaudal e mediolateral para avaliação do tibiotarso esquerdo e tarsometatarso direito está alinhada com as recomendações para diagnóstico ortopédico em aves (THRALL, 2018).

Apesar da rápida instituição da terapia, o prognóstico reservado do animal era evidente, considerando o conjunto de lesões, estado clínico debilitado e estresse associado ao manejo. A morte antes da conclusão do tratamento ressalta a vulnerabilidade de aves silvestres gravemente feridas e a necessidade de aprimoramento constante dos protocolos de resgate, estabilização e reabilitação desses animais (SANTOS et al., 2020).

FIGURA 2: Fratura completa em diáfise medial de tarsometatarso direito e fratura em processo de consolidação em tibiotarso esquerdo



Fonte: Arquivo pessoal.

4. CONCLUSÃO

O presente relato de caso evidencia os desafios enfrentados na reabilitação de aves silvestres gravemente feridas, destacando a importância da medicina veterinária

na tentativa de estabilização e tratamento desses animais. O protocolo terapêutico adotado seguiu princípios estabelecidos na clínica de aves, com manejo da dor, controle de infecções e suporte nutricional. No entanto, o desfecho fatal ressalta a gravidade das lesões e a necessidade de estratégias mais eficazes para a prevenção de traumas em aves silvestres, incluindo medida de mitigação de colisões e aprimoramento das técnicas de reabilitação. Dessa forma, reforça-se a relevância da pesquisa e do desenvolvimento de abordagens terapêuticas mais avançadas para melhorar as taxas de sobrevivência e reintrodução desses animais à natureza.

REFERÊNCIAS

- BIRDS OF THE WORLD. **Limpkin (Aramus guarauna)**, version 2024. Disponível em: <https://birdsoftheworld.org/bow/species/limpki/cur/introduction>. Acesso em: 27 fev. 2025.
- BOLSON, J.; SCHOSSLER, J.E. W. Osteossíntese em Aves - Revisão da Literatura. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia (UNIPAR)**, Umuarama, v.11, n.1, p55-62, 2008.
- BRYAN, D.C. (2020) Limpkin (Aramus guarauna). In Birds of the World (A. F. Poole and F. B. Gill, Editors). **Cornell Lab of Ornithology**. Disponível em: <<https://doi.org/10.2173/bow.limpki.01>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2025.
- CLEMENTS, J. F.; RASMUSSEN, P. C.; SCHULENBERG, T. S.; ILLIF, M. J.; FREDERICKS, T. A; GERBRACHT, J. A; LEPAGE, D; SPENCER, A; BILLERMAN, S. M.; SULLIVAN, B. L.; SMITH, M; WOOD, C. L. 2024. **The eBird/Clements checklist of Birds of the World: v 2024**. Downloaded from <https://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>
- DONELEY, B. Avian Medicine and Surgery in Practice: Companion and Aviary Birds. 2. ed. **Boca Raton: CRC Press**, 2016.
- ESTELA, Felipe A.; NARANJO, Luis Germán. Segregation in sizes of snails depredated by Snail Kites (*Rostrhamus sociabilis*) and Limpkins (*Aramus guarauna*) in southwestern Colombia. **Ornitología Colombiana**, Bogota, v. 3, n. 3, p. 36-41, set. 2005.

FORBES, N. A. Veterinary aspects of captive bird of prey management. **The Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 11, n. 3, p. 423-435, 2008.

FOWLER, M. E.; MILLER, R. E. **Zoo and Wild Animal Medicine**. 8. ed. St. Louis: Elsevier, 2014.

LUMEIJ, J. T. Avian clinical biochemistry. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Eds.). **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5. ed. San Diego: Academic Press, 1997. p. 857-883.

MACHIN, K. L. Pain management in birds. In: FOWLER, M. E.; MILLER, R. E. **Zoo and Wild Animal Medicine**. 5. ed. St. Louis: Elsevier, 2005. p. 608-614.

PEREIRA, R. A.; SILVA, M. X.; CASTRO, B. G. L. Ectoparasitos em aves silvestres: impacto na saúde e biodiversidade. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 27, n. 3, p. 169-179, 2019.

ROMAGNANO, April. Examination and Preventive Medicine Protocols in Psittacines. *Veterinary Clinics Of North America: Exotic Animal Practice*, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 333-355, maio 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1094-9194\(17\)30127-5](http://dx.doi.org/10.1016/s1094-9194(17)30127-5).

SANTOS, R. A.; LIMA, A. P.; OLIVEIRA, C. T. Reabilitação de aves silvestres vítimas de atropelamento: um estudo de caso. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 42, n. 2, p. 120-126, 2020.

SICK, Helmut. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

SILVA, J. R.; COSTA, A. L.; MENDONÇA, R. S. Impactos de colisões em aves silvestres: aspectos clínicos e reabilitação. *Journal of Wildlife Research*, v. 10, n. 1, p. 55-67, 2021.

THRALL, D. E. *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. 7. ed. St. Louis: Elsevier, 2018.

WINKLER, D.W., S.M. Billerman & I.J. Lovette (2020) Limpkin (Aramidae). Disponível em: <<https://doi.org/10.2173/bow.aramid1.01>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2020

NÍVEIS TÓXICOS DE NITRITO E AMÔNIA EM UM AQUÁRIO DE *CARASSIUS AURATUS* (LINNAEUS, 1758): RELATO DE CASO

TOXIC LEVELS OF NITRITE AND AMMONIA IN A *CARASSIUS AURATUS* (LINNAEUS, 1758) AQUARIUM - CASE REPORT

Desiree Solano Mendes Carvalho^{1*}

Isabele Amorim de Moura²

Cibelle Mara Pereira de Freitas³

Ívina Leal de Santos⁴

Giovanna Mazzini Terra⁵

Renan Carlos de Souza Lima⁶.

^{1*}Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0008-0998-628X> E-mail: desiree.solano2@gmail.com.

²Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0001-1780-3403>

³Professora de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-4379-474X>

⁴Graduada em Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0005-7459-4555>

⁵Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, campus do Itaperi - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0009-6956-7762>

⁶Pós-graduado em Clínica Cirúrgica de Animais, Instituto ATES/UNIFP – PB, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0005-7160-5458>

RESUMO

A prática de aquarismo ornamental tem crescido globalmente, com o Brasil ocupando posição de destaque nesse mercado. O *Carassius auratus* (peixe-dourado) é uma das espécies mais populares devido à sua aparência e adaptabilidade. Contudo, a má gestão dos parâmetros da água pode levar à intoxicação por nitrito e amônia, causando alterações nos tecidos, comprometendo órgãos como rins e fígado, dificultando a respiração e gerando estresse. Este relato descreve um caso de intoxicação por nitrito e amônia em um aquário de *Carassius auratus*, destacando os sinais clínicos, método de diagnóstico utilizado e o protocolo terapêutico adotado. O diagnóstico foi realizado por meio de testes colorimétricos, que confirmaram níveis tóxicos de nitrito (0,50 ppm) e amônia (2,8 ppm). O tratamento incluiu o uso de sal marinho, azul de metileno e trocas parciais de água, resultando na recuperação dos peixes. O estudo reforça a importância do monitoramento

contínuo da qualidade da água e da orientação adequada aos aquaristas para garantir o bem-estar dos peixes ornamentais.

ABSTRACT

The practice of ornamental aquarism has grown globally, with Brazil playing a significant role in this market. *Carassius auratus* (goldfish) is one of the most popular species due to its appearance and adaptability. However, poor water management can lead to nitrite and ammonia intoxication, causing tissue alterations, impairing organs such as kidneys and liver, hindering respiration, and inducing stress. This report describes a case of nitrite and ammonia intoxication in a *Carassius auratus* aquarium, highlighting clinical signs, method of diagnostic used and the therapeutic protocol adopted. Diagnosis was performed using colorimetric tests, confirming toxic levels of nitrite (0.50 ppm) and ammonia (2.8 ppm). Treatment included the use of sea salt, methylene blue, and partial water changes, resulting in the recovery of the fish. The study emphasizes the importance of continuous water quality monitoring and proper guidance for aquarists to ensure the welfare of ornamental fish.

Palavras-chave: Aquarismo, Intoxicação, Peixe-dourado

Keywords: Aquarism, Intoxication, Golden-fish

1. INTRODUÇÃO

A indústria de peixes ornamentais de água doce é uma porção significativa do mercado de animais de companhia, e a comercialização de peixes ornamentais vem crescendo exponencialmente no Brasil (FERRAZ *et al.*, 2010). Assim, o peixe-dourado ornamental (*Carassius auratus*), conhecido popularmente como Kinguio no Brasil, é muito popular entre os aquaristas do país. Os peixes dourados estão entre os peixes mais comuns criados por aquaristas e são uma escolha notória devido à sua aparência e facilidade de manuseio (WILDGOOSE, 2001).

No entanto, o manejo inadequado por piscicultores pode criar uma série de alterações no ambiente do animal, incluindo a modificação de parâmetros ideais da água, podendo levar ao estresse e a presença de patologias nestes animais (ESSA *et al.*, 2009). A negligência de um manejo adequado pode resultar no acúmulo de substâncias nocivas, como amônia e nitrito, os quais afetam o metabolismo, o crescimento e a sobrevivência dos peixes-dourados (FERNANDES E MORON, 2020)

A amônia é o produto final do catabolismo protéico da maioria dos organismos aquáticos (KINNE, 1976). No ambiente aquático, a amônia se encontra na forma ionizada (NH_4^+) e não ionizada (NH_3), as quais em conjunto constituem a amônia total. Entre as duas formas, a toxicidade do NH_3 para os peixes é maior pois eles possuem menor capacidade de excretar o NH_3 através da difusão branquial. Além disso, estando as concentrações ambientais de NH_3 elevadas, tanto NH_3 quanto NH_4^+ se acumulam nos tecidos dos peixes e causam efeitos tóxicos (CHONG, 2021). Ademais, o nitrito (NO_2^-), é o composto intermediário proveniente da nitrificação bacteriana da amônia a nitrato, também sendo tóxico para peixes (TSAI & CHEN 2002).

Diante desse contexto, é crucial detectar precocemente mudanças na qualidade da água para prevenir e tratar intoxicações causadas por compostos nitrogenados. Procedimentos de diagnóstico como os testes colorimétricos comerciais são comumente empregados na aquicultura para identificar níveis elevados de amônia e nitrito e possibilitar uma intervenção eficiente (BOYD & TUCKER 2014). A utilização do sal marinho é uma ótima estratégia para reversão de quadros de intoxicação, pois além de fornecer cloretos essenciais, também auxilia na manutenção do equilíbrio osmótico dos peixes, reduzindo o estresse e melhorando a resposta fisiológica ao ambiente alterado (FURRER *Et al.*, 2019). Para reduzir os efeitos da intoxicação também é recomendado a troca parcial da água regularmente para eliminar substâncias tóxicas e restaurar o equilíbrio químico do ambiente aquático (ARAÚJO *et al.*, 2021). Além disso, o azul de metileno pode ser empregado como medicamento para tratar a metahemoglobinemia provocada pelo nitrito, pois é eficaz na conversão dessa proteína para hemoglobina (BARBUIO, 2024)

Dessa forma, o presente trabalho possui como objetivo relatar e discutir um caso de níveis tóxicos de amônia e nitrito em um aquário de *Carassius auratus*, ressaltando as consequências dessa toxicidade e a sua relação com os sinais clínicos apresentados, método de diagnóstico e o protocolo terapêutico adotado e também a influência que outros parâmetros, como temperatura, pH e salinidade têm sobre esse contexto. Além disso, o estudo destaca a importância da prática responsável da aquariofilia enfatizando a gestão adequada da qualidade da água para garantir a saúde e o bem-estar dos peixes ornamentais.

2. RELATO DE CASO

Foi atendido em domicílio um aquário contendo 7 kinguios (*Carassius auratus*) divididos nas variações de telescópio, cometa cálico e pérola sob a queixa de escamas eriçadas.

O proprietário relatou que há cerca de uma semana o aquário anterior onde os peixes viviam estava com problemas de vazamento, sendo feita então a transferência dos peixes para um aquário com capacidade de 72 litros. A água utilizada era encanada e foi tratada inicialmente com condicionador anticloro, em relação às trocas, 20% do líquido era trocado a cada 1 ou 2 semanas e a higienização era realizada com uso de esponja, filtro do tipo Hang-on e mídia biológica de esponjas.

A aferição dos níveis de amônia, nitrito, pH, temperatura e oxigenação não eram aferidos no aquário. Os peixes eram alimentados 2 vezes ao dia com ração extrusada própria para kinguios.

No exame físico os animais apresentavam batimentos operculares aumentados, hipersecreção de muco, presença de eritema na região ventral e hiperatividade. Foi feita a avaliação de alguns parâmetros da água com testes colorimétricos como triagem durante o atendimento. Foi mensurado os níveis de pH, amônia e nitrito, os quais os dois últimos apresentaram alterações.

Foi orientado o uso de 3 g de sal marinho para cada litro de água do aquário pelo método de imersão prolongada por 15 dias consecutivos e administração de 2 mg de azul de metileno por litro, também por imersão prolongada por 48 horas. Além disso, orientou-se a fazer a troca parcial de 40% da água a cada 48 horas e aferição constante dos parâmetros de amônia e nitrito na água em cada troca até que seus níveis fossem zerados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de amônia, nitrito e pH registraram os valores de 0,50 ppm; 2,8 ppm; e 6,8; respectivamente. O nível de amônia não deve exceder 0,20 ppm (Roberts, 2012), enquanto os níveis de nitrito não devem ultrapassar de 0,50 ppm (MORO, 2013), em relação ao pH, o nível era considerado normal de acordo com os valores ideais para a espécie na escala, sendo de 6,0 a 8,0 (FROESE E PAULY, 2025). As alterações nos valores de amônia e nitrito confirmaram a suspeita de intoxicação por esses compostos, principalmente por nitrito. Compostos nitrogenados como o amônia e nitrito são substâncias presentes no ambiente aquático devido às excretas liberadas por animais que vivem nesse ambiente que, conforme se acumulam, podem tornar o ambiente tóxico e gerar alterações histológicas e bioquímicas, prejudicar a capacidade de transporte de oxigênio no sangue e afetar o desempenho do animal no meio em que vive (ARAÚJO *et al.*, 2021).

O transporte de oxigênio é prejudicado pois o nitrito oxida a hemoglobina em metahemoglobina, molécula que não se associa de forma eficaz ao oxigênio e, consequentemente, prejudica o transporte do elemento para os tecidos, causando hipóxia, letargia, dispneia e aproximação à superfície da água, além de alterar a coloração do sangue para vermelho-acastanhado (NOGA, 2010). Já a amônia, especialmente em sua forma não ionizada (NH_3), é altamente tóxica, podendo atravessar membranas celulares e causar danos aos tecidos, como brânquias e fígado (RANDALL & TSUI, 2002).

A liberação de amônia na água ocorre não apenas por meio das excretas dos peixes, mas também por restos de alimento, animais e plantas dentro do recinto. Esse composto químico no ambiente pode sofrer oxidação de bactérias oxidantes de amônia (AOB) presentes na água e assim ser convertido em nitrito, podendo se acumular no ambiente caso a filtração microbiológica do aquário exceda a sua capacidade de filtração, gerando intoxicação, estresse e susceptibilidade a doenças infecciosas (NOGA, 2010; LIMA, *et al.*, 2008). Além de tornar propício o aparecimento de doenças de caráter infeccioso, o excesso de amônia e nitrito pode causar alterações em diversos órgãos como brânquias, fígado, rim e cérebro, segundo Silva, (2013) em estudos feitos com tilápias (*Oreochromis niloticus*). De forma isolada, o nitrito pode causar níveis elevados de stress que conduzem a hiperventilação, frequência cardíaca elevada e aumento da pressão sanguínea nos peixes (THANGAM, 2014).

Sob essa perspectiva, é possível inferir que o aumento dos batimentos operculares e hiperatividade apresentados pelos peixes, são sinais clínicos que revelam a dificuldade respiratória e estresse, que podem ser relacionados à intoxicação por amônia e nitrito, conforme mencionado. Em relação a hipersecreção de muco, o muco faz parte da imunidade inata dos peixes, onde existem diversos componentes antimicrobianos, como lisozimas, proteases e lectinas e células de defesas que são responsáveis por proteger o peixe contra patógenos (DASH, 2018).

Entretanto, além de ser tóxica, como descrito anteriormente, a amônia presente de forma crônica no aquário pode promover infecções bacterianas (CHONG, 2021). Sabendo das características desse composto, é possível supor que a hipersecreção de muco estivesse relacionada a uma proliferação de bactérias ocasionada pela presença de amônia de forma crônica no recinto, entretanto, uma pesquisa mais minuciosa confirmaria a suposição. A respeito dos eritemas ventrais, De acordo com Grynevych et al. (2018), a toxicidade do nitrito pode causar hemorragias na superfície corporal e cavidade oral, o que pode incluir sinais de eritema em áreas ventrais.

Para diagnóstico desse distúrbio, fez-se o uso de kits colorimétricos comerciais para mensurar os níveis de pH, amônia, nitrito conforme descrito e preconizado por Boyd & Tucker, 2014. Em relação ao tratamento aplicou-se o uso do azul de metileno pois, além de ajudar no tratamento de metahemoglobinemia, é capaz auxiliar no tratamento de lesões cutâneas devido às suas propriedades antissépticas, segundo Andrade *et al.*, 2013. O uso do sal marinho teve o intuito de melhorar a osmorregulação, pois ele ajuda o peixe a conservar sais dentro do sangue enquanto o corpo expulsa o excesso de água e os íons de cloreto possuem a capacidade de reduzir a toxicidade do nitrito ao se associarem com os receptores do composto presentes nas células branquiais, impedindo que ele seja absorvido (KUBITZA, 2007). Por fim, trocas parciais da água agem de forma complementar no tratamento de intoxicação por amônia e nitrito pois influencia na redução dos níveis dessas substâncias na água (NOGA, 2010).

Existem fatores que em conjunto com o excesso de amônia e nitrito agravam as alterações, como a temperatura, que em graus elevados potencializa a vacuolização e a congestão de brânquias, assim como a degeneração gordurosa, congestão de veias centrais e necrose multifocal no fígado em peixes de água doce (AJANI, 2011) justificando então a importância do uso de termômetro para monitorar a temperatura do aquário. Apesar de não estar fora da normalidade para a espécie, é válido ressaltar que alterações na alcalinidade ou acidez do pH podem prejudicar o equilíbrio iônico, atividade enzimática, processos metabólicos e a eficiência respiratória, enquanto a salinidade afeta a dinâmica iônica, a osmorregulação e também tem influência nos níveis de oxigênio dissolvido (MARIU, 2023). De forma isolada, a exposição a pH em níveis muito alcalinos aumenta a presença de amônia no plasma e no cérebro e diminui a concentração de sódio e cloreto no plasma (THOMPSON *et al.*, 2016).

De modo geral, é correto afirmar que a manutenção dos parâmetros da água de um aquário é importante para manter a saúde respiratória e metabólica dos peixes que ali vivem, uma vez que, considerando que os peixes são animais fortemente sensíveis às alterações ambientais, valores de temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido são fundamentais para moldar a fisiologia, o crescimento, o comportamento, o desempenho geral e a sobrevivência desses seres (MARIU, 2023).

A manutenção de um Sistema de Suporte à Vida (SSV) eficiente é fundamental para evitar esses problemas. O SSV inclui sistemas de filtragem mecânica, química e biológica, além de controle térmico e oxigenação, garantindo a qualidade da água e a saúde dos organismos aquáticos (TERRAMARE, 2019). No caso relatado, a ausência de um período

de ciclagem adequado no aquário comprometeu o equilíbrio do ciclo do nitrogênio, resultando no acúmulo de compostos tóxicos. O ciclo do nitrogênio é essencial para a conversão de amônia em nitrito e, posteriormente, em nitrato, um composto menos tóxico. Esse processo é realizado por bactérias nitrificantes, como *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, que colonizam as mídias biológicas do aquário (BOYD & TUCKER, 2014).

As mídias biológicas, como cerâmicas e esponjas, fornecem uma grande área de superfície para a fixação dessas bactérias, sendo indispensáveis para o equilíbrio do ecossistema aquático (SABINA, 2024). No entanto, no caso relatado, os peixes foram introduzidos antes da conclusão do ciclo do nitrogênio, o que resultou em níveis tóxicos de amônia e nitrito. Isso causou sintomas como batimentos operculares aumentados, hipersecreção de muco e eritema, evidenciando os efeitos prejudiciais da má gestão da qualidade da água.

Portanto, a preparação adequada do aquário, incluindo o estabelecimento do ciclo do nitrogênio e o uso de um SSV eficiente, é essencial para evitar intoxicações e garantir o bem-estar dos peixes ornamentais. A negligência nesse processo compromete a saúde dos animais e pode levar a quadros de intoxicação severa, como observado neste caso.

4. CONCLUSÕES

O presente relato a importância do contínuo monitoramento da qualidade da água em aquários para garantir o bem-estar dos peixes residentes. Quando os animais são introduzidos sem um período de ciclagem adequado, ocorre um acúmulo de substâncias nitrogenadas que afetam o equilíbrio fisiológico dos kinguios e resultam no surgimento de sintomas típicos de intoxicação.

Detectar precocemente as mudanças nos parâmetros físico-químicos da água usando testes colorimétricos comerciais, mostrou-se crucial para diagnosticar e estabelecer um tratamento eficiente. Ajustar os níveis de nitrito e amônia gradualmente ao renovar a água e usar produtos químicos corretamente enfatiza a importância de práticas adequadas para manutenção do equilíbrio no ambiente aquático.

Assim sendo, esse exemplo destaca a importância de monitorar regularmente os parâmetros da água e orientar adequadamente os cuidadores sobre como gerenciar corretamente o ciclo do aquário e o sistema de filtragem biológica. Seguir as melhores práticas na aquariofilia é essencial para evitar distúrbios ambientais, assegurando o conforto dos animais e promovendo uma criação responsável dos peixes ornamentais.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal pela oportunidade dos autores deste trabalho de contribuir com a comunidade científica, à Universidade Estadual do Ceará, ao simpósio para onde este trabalho foi designado e ao Médico Veterinário responsável por este relato.

REFERÊNCIAS

AJANI, F.; EMIKPE, B. O.; ADEYEMO, O. K. Histopathological and Enzyme Changes in *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) Exposed to Nitrite at Different Water Temperatures. **Nature and Science**, v. 9, n. 5, p. 119-124, 2011.

ANDRADE, R. B.; FERNANDES, M. P.; REZENDE, M. T. N. P.; ALVES, T. R. O. de.; RODRIGUES, L. Uso do azul de metileno e permanganato de potássio em lesão cutânea de *Phractocephalus hemioliopus*. **Pubvet**, v. 17, n. 04, p. 1-6, 2023.

ARAÚJO, T. P.; BRIGHENTI, L. S.; SANTOS, H. B.; CASTRO, A. H. F.; THOMÉ, R. G. Toxicidade de compostos nitrogenados em peixes influenciada por parâmetros físico-químicos da água: uma revisão narrativa. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, 2021.

BARBUIO, K. M. Azul de Metileno na ração de tilápia-do-Nilo: tratamento inovador para metahemoglobinemia por nitrito. **Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo**, Piracicaba, 2024.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. Handbook for aquaculture water quality. Auburn: **Auburn University Press**, 2014.

CHEN, H. Ammonia toxicosis. **Elsevier eBooks**, v. 1, p. 705–711, 2022.

DASH, S.; DAS, S. K.; SAMAL, J.; THATOI, H. N. Epidermal mucus, a major determinant in fish health: a review. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v. 19, n. 2, p. 72–81, 2018.

FERRAZ, J. D.; CASIMIRO, A. C. R.; PEREIRA, A.; GARCIA, D. A. Z. Aquarismo “Jumbo”: representa um potencial para a introdução de espécies no Brasil? **Oecologia Australis**, v. 23, n. 3, p. 519-535, 2019.

FROESE, R.; PAULY, D. (Eds.). *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758). **FishBase**, 2025. Disponível em: <https://www.fishbase.se/summary/Carassius-auratus.html>. Acesso em: 27 fev. 2025.

FURRER, S. D.; RON, B.; BONGA, S. E. W. The use of salt in aquaculture. In: BONGA, S. E. W.; LOCK, R. A. C. (Eds.). *Fish Osmoregulation*. **Boca Raton: CRC Press**, p. 447-459, 2019.

GRYNEVYCH, N.; SLIUSARENKO, A.; DYMAN, T.; et al. Etiology and histopathological alterations in some body organs of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* at nitrite poisoning. **Ukrainian Journal of Ecology**, v. 8, n. 1, p. 402-408, 2018.

KINNE, O. *Marine. Ecology*. Ed. **John Wiley & Sons**, NY, USA, Vol III, part 1, 577, 1976.

KUBITZA, F. A versatilidade do sal na piscicultura. **Panorama da Aquicultura**, v. 17, n. 103, p. 14-23, 2007.

LIMA, L. C.; HOLANDA, E. D.; RIBEIRO, L. P. Doença do sangue marrom em tilápias (*Oreochromis sp*) produzidas em recirculação. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 2, n.1, p. 35-42, 2008.

MARIU, A.; CHATHA, M. M. A.; NAZ, S.; SAFDAR, W.; ASHRAF, I. Effect of Temperature, pH, Salinity and Dissolved Oxygen on Fishes. **Journal of Zoology and Systematics**, v. 1, n. 2, p. 1-12, 2023.

MORO, G. V.; TORATI, L. S.; LUIZ, D. de B.; MATOS, F. T. de. Monitoramento e manejo da qualidade da água em pisciculturas. In: *Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos*. Brasília, DF: **Embrapa**, 2013.

NOGA, E. J. Part II - Problem List. In: **Fish Disease - Diagnosis and Treatment**. 2^a ed. **Ames: Wiley-Blackwell**, p. 83-105, 2010.

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

ROBERTS, R. J.; ELLIS, A. E. *The Anatomy and Physiology of Teleosts*. In: **Fish Pathology**. 4^a ed. Tailândia: Wiley-Blackwell, p. 17-61, 2012.

SABINA. **Sistema de Suporte à Vida. Sabina**, 2024. Disponível em: <https://sabina.com.br/atividades/Suporte/>. Acesso em Fev, 21, 2025.

TERRAMARE. **Sistema de Suporte à Vida. Terramare**, 2019. Disponível em: <https://terramare.com.br/suporte-a-vida/>. Acesso em Fev, 21, 2025.

THANGAM, Y. Effect of nitrite toxicity on histological parameters to freshwater fish *Cirrhinus Mrigala*. **Journal of Engineering**, v. 4, n. 6, p. 16-21, 2014.

THOMPSON, W. A.; RODELA, M. T.; RICHARDS, G. J. Hardness does not affect the physiological responses of wild and domestic strains of diploid and triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to short-term exposure to pH 9.5. **Journal of Fish Biology**, v. 89, n. 2, p. 1345-1358, 2016.

THOMPSON, W. A.; RODELA, M. T.; RICHARDS, G. J. Effects of pH and ammonia on fish plasma and brain chemistry. **Journal of Fish Biology**, v. 89, n. 2, p. 1345-1358, 2016.

TSAI, S. J.; CHEN, J. C. Acute toxicity of nitrate on (*Penaeus monodon*) juveniles at different salinity levels. **Aquaculture**, v. 89, p. 127-137, 2002.

WILDGOOSE, W. H. Manual BSAVA de peixes ornamentais. 2^a ed. Gloucester: **Associação Veterinária Britânica de Pequenos Animais**, 2001.

TÉCNICAS DE ABATE E INSENSIBILIZAÇÃO EM PESCADO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

SLAUGHTER AND STUNNING TECHNIQUES IN FISH: A LITERATURE REVIEW

Maria Eduarda Araujo Machado^{1*}
Adriana Rodrigues Machado²
Carmen Luce Duarte³
Wilson Pereira da Silva⁴
Jadna Maria Machado Araújo⁵
Maria Inês Rodrigues Machado⁶

^{1*}Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Cariri.UFCA, CE, Brasil Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-1092-9556> E-mail: mmariaeduarda361@gmail.com

²Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos, FURG, Professora Colaboradora Universidade Federal do Cariri.UFCA,CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-2641-256X>

³Tecnóloga em Agroindústria (UFPEL); Pesquisadora colaboradora da Universidade Federal do Cariri.UFCA,CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0001-0866-101X>

⁴ Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Cariri.UFCA, CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-7184-0328>

⁵ Bacharel em Ciências Biológicas Universidade Regional do Cariri, URCA, CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0004-5571-194X>

⁶Professora adjunta CCAB Universidade Federal do Cariri.UFCA,CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-8016-6999>

RESUMO

Os peixes são animais sencientes, ou seja, possuem a capacidade de sentir dor. Por essa razão, o manejo e o abate devem ser conduzidos de maneira a minimizar o sofrimento, tanto por questões éticas quanto para atender às regulamentações legais. No entanto, a falta de normativas específicas para o abate de pescado no Brasil ainda representa um desafio. Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica que analisa os métodos de abate e insensibilização de peixes, buscando compreender sua aplicação, importância e impacto na qualidade do pescado. O estresse pré-abate é um fator crítico que pode comprometer a qualidade do pescado, reduzindo seu tempo de prateleira e afetando características organolépticas essenciais, como textura, sabor e aparência. Dessa forma, a adoção de métodos humanitários de abate torna-se uma necessidade crescente na piscicultura, visando alinhar o bem-estar animal com a produção de pescado de alta qualidade. Entre os métodos analisados, a termonarcose se destacou como a técnica mais eficaz, garantindo a insensibilização dos peixes sem comprometer a qualidade do pescado. A aplicação desse

método, especialmente em temperaturas entre 0°C e 3°C, demonstrou ser uma alternativa viável para aprimorar o abate humanitário e preservar as propriedades de pescado. Diante desse cenário, o debate sobre o abate humanitário na piscicultura se torna essencial para acompanhar o desenvolvimento do setor, garantindo práticas mais sustentáveis e produtos de melhor qualidade ao consumidor.

ABSTRACT

Fish are sentient animals, that is, they have the ability to feel pain. For this reason, handling and slaughter must be prolonged in order to minimize suffering, both for ethical reasons and to comply with legal regulations. However, the lack of specific standards for reducing fishing in Brazil still represents a challenge. This work consists of a literature review that analyzes fish slaughter and stunning methods, seeking to understand their application, importance and impact on fish quality. Pre-slaughter stress is a critical factor that can compromise the quality of fish, reducing its infrastructure time and affecting essential organoleptic characteristics, such as texture, flavor and appearance. Therefore, the adoption of humane reduction methods becomes a growing need in fish farming, aligning animal welfare with the production of high quality fish. Among the methods studied, thermonarcosis stood out as the most effective technique, guaranteeing stunning of the fish without compromising the quality of the fish. The application of this method, especially at temperatures between 0°C and 3°C, is demonstrated as a viable alternative to improve or reduce humanitarian and preserve fishing properties. Given this scenario, the debate on the humanitarian decline in fish farming becomes essential to monitor the development of the sector, guaranteeing more sustainable practices and better quality products for the consumer.

Palavras-chave: Métodos; Peixe; Regulamentação; Termonarcose.

Key-words: Methods; Fish; Regulation; Ter

1. INTRODUÇÃO

A produção aquícola tem apresentado crescimento contínuo ao longo dos anos. No Brasil, por exemplo, a produção e comercialização de peixes aumentou 6,2% em 2023 em relação a 2022, gerando uma receita de 10,2 bilhões de reais (MAPA, 2024). Esse crescimento ocorre devido a diversos fatores, como a busca por alternativas de produção

mais sustentáveis, o retorno financeiro atrativo e a elevada demanda pelo pescado, impulsionada por suas propriedades nutricionais benéficas à saúde humana (FAO, 2020). O peixe é uma importante fonte alimentar devido ao seu alto valor nutritivo e à presença de componentes essenciais ao metabolismo humano, o que o torna um produto de grande procura (SCHULTER & VIEIRA FILHO, 2017; SOUZA et al., 2004).

Tradicionalmente, os estabelecimentos de “pesque e pague” eram uma das principais fontes de peixe fresco e vivo para os consumidores. No entanto, a realidade do mercado tem mudado, com uma preocupação crescente da população em relação ao bem-estar animal e à qualidade do produto final. Apesar dessa mudança de comportamento, a implementação de práticas mais humanitárias no abate de peixes ainda é pouco abordada em políticas públicas e, muitas vezes, possui custos elevados para pequenos produtores (KUBITZA, 1999; RODRIGUES, 2013).

Os peixes são considerados animais sencientes, ou seja, possuem a capacidade de sentir dor. Desta forma, é fundamental que o seu manejo e o abate sejam realizados de maneira a minimizar o sofrimento, tanto por questões éticas quanto para atender às regulamentações legais. A insensibilização prévia ao abate é uma prática necessária para garantir um processo humanitário (RODRIGUES, 2013; BARCELLOS et al., 2023). Além disso, o estresse antes do abate pode comprometer a qualidade do pescado, reduzindo seu tempo de prateleira e alterando características organolépticas indesejáveis aos consumidores (RODRIGUES, 2013).

Diante desse contexto, este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica que busca reunir e analisar pesquisas sobre os métodos de abate e insensibilização de peixes. O objetivo é compreender como essas técnicas são aplicadas, sua importância no processo e como influenciam a qualidade do pescado final.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nas bases de dados Google Scholar, Scopus, Web of Science, PubMed e SciELO, utilizando artigos publicados entre os anos de 2010 e 2024." Como também, foram utilizadas palavras-chave como ‘abate humanitário de peixes’, ‘insensibilização no pescado’, ‘qualidade do pescado’ e ‘estresse pré-abate

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por muito tempo, o bem-estar animal e a alta produtividade foram considerados aspectos opostos. No entanto, estudos recentes demonstram que o estresse e o sofrimento dos animais impactam diretamente tanto a produtividade quanto a qualidade do produto final, evidenciando a importância de práticas que minimizem esses fatores (DE MORAES et al., 2024).

Os métodos de abate constituem importante fator para a qualidade do pescado, neste sentido, a discussão acerca do abate humanitário de peixes se configura como uma demanda eminente, que deve acompanhar o ritmo de desenvolvimento da piscicultura, para que cada vez mais a atividade se expanda com qualidade (DE FREITAS et al., 2024).

A exposição ao ar é um dos estressores que está ligado diretamente ao manejo pré-abate em peixes, situação que ocorre com grande frequência em peixes de cultivo durante a retirada do tanque, a captura, e depois ao serem acondicionados de volta. O declínio do oxigênio durante o processo de transporte favorece o aumento do metabolismo anaeróbico que induz a conversão do glicogênio em ácido lático que se acumula no músculo causando um rápido declínio no pH do músculo (DOS SANTOS et al., 2023).

Conforme a literatura, destaca -se que no Brasil ainda não há uma regulamentação sobre abate de pescado, como também é enfatizado a importância de sua necessidade de desenvolver um protocolo adequado de abate, assim assegura maior qualidade da carne que chega ao consumidor final (FERREIRA et al., 2018)

Coelho et al. (2022), realizou um levantamento de empresas registradas na Receita Federal que atuam como frigoríficos ou trabalham com pescado. Um questionário foi enviado às empresas que aceitaram participar do estudo e, posteriormente, os resultados foram analisados estatisticamente. Ao todo, foram identificadas 39 empresas que realizaram o abate de pescados, atendendo aos critérios estabelecidos pela pesquisa. Os resultados evidenciaram a falta de regulamentação específica para o abate e processamento de peixes destinados ao consumo humano, destacando a necessidade de desenvolver normativas para essa prática. Além disso, os autores concluíram que a maioria das empresas brasileiras ainda não adota métodos humanitários de abate de peixes.

Em pesquisa, realizada por De Freitas et al., 2024 obteve valores sobre as porcentagens de abate, em que os produtores referem-se à relação do abate com a qualidade do pescado, e observa-se que 56% dos entrevistados reconheceram que a forma como os peixes são abatidos interfere diretamente na qualidade, podendo diminuir a vida de prateleira

do produto comercializado. Porém 25% praticam a técnica de abate através de choque térmico, visando melhorias no controle de qualidade do produto final, enquanto 75% dos entrevistados deixam os peixes passarem pelo processo de morte natural. Existe carência de informações sobre o tema como um limitador do avanço de práticas mais humanitárias, por sua vez, apontado como um dos principais desafios da aquicultura limitando o avanço da produção com qualidade.

Um estudo na Itália analisou métodos de abate e insensibilização em 67 instalações de 14 regiões. O choque térmico foi o mais usado (95%), enquanto métodos como choque elétrico, percussão e asfixia foram menos comuns. A avaliação de inconsciência ou óbito ocorreu em 72% dos estabelecimentos, com metade utilizando mais de um indicador, como respiração e movimentos coordenados. O estudo destacou que muitos locais não adaptam o método de abate à espécie, o que pode comprometer a eficácia do processo e a qualidade do produto (CLEMENTE et al., 2023).

Um experimento comparou os métodos de abate por hipotermia e eugenol em tilápias, analisando o índice de rendimento muscular (IRM) e o tempo até o rigor mortis. O eugenol proporcionou maior frescor e retardou o rigor mortis, devido aos seus efeitos anestésicos e antissépticos. Completadas 77 horas, todos os peixes apresentaram rigor similar, mas aqueles abatidos com eugenol tiveram um índice de rigor mais alto. Além disso, peixes não alimentados antes do abate atingiram o rigor mais rapidamente. O estudo concluiu que o eugenol reduz o estresse e melhora a conservação do pescado (FONTENELE et al., 2013).

Algumas indústrias no Brasil estão adotando o método de insensibilização elétrica antes da sangria para um abate mais humanitário. Esse processo melhora a qualidade do produto e preserva o bem-estar animal, pois a descarga elétrica induz inconsciência imediata e sem dor. Para evitar danos na carne dos peixes, a combinação de corrente alternada e contínua, com frequência acima de 50 Hz, é recomendada (COELHO et al., 2022).

O estudo sobre abate de peixe avaliou a termonarcose para insensibilizar tilápias-do-nilo de forma humanitária, analisando 90 peixes em diferentes faixas de temperatura com água e gelo. A insensibilização foi mais rápida entre 0-3°C, sem impacto no pH ou nas bases nitrogenadas voláteis, atendendo aos padrões brasileiros. Concluiu-se que o método é eficaz e não afeta a qualidade do filé congelado (DUARTE & DE LOS SANTOS, 2024). Estudos que busquem melhores métodos de atordoamento e abate, além de contribuírem para o desenvolvimento do setor produtivo, podem servir de subsídios para a elaboração de uma

legislação mais adequada e que garanta a humanização do abate de pescado, assim como ocorre com os outros animais de produção (FERREIRA et al.,2018).

O estresse, antecedendo o abate, faz com que o pescado entre em rigor mortis mais rápido e assim seu tempo de prateleira é reduzido (DE LA ROSA et al.,2021; VIEGAS,2012). É necessário obter conhecimento sobre os métodos de abate e sua consequência na carcaça, seja em cor, textura, sabor ou rendimento. É fato que o estresse causa aspectos negativos na carne. O estresse agudo produz pescados de textura menos firme, já um estresse mais demorado faz com que a carne fique menos flácida e também faz com que ocorra uma diminuição da retenção da água, ou seja, o estresse faz com que diminua a qualidade do pescado (DE LA ROSA et al., 2021).

Após a morte, modificações são induzidas por dois fenômenos, que são a autólise celular e a atividade bacteriana. A autólise vem logo em seguida ao óbito já a atividade bacteriana vem um pouco mais tarde. Após a morte, o oxigênio não chega às células, por isso elas tentam sobreviver à custa de energia imediatamente disponível (ATP) e da glicólise anaeróbia, que produz ácido lático (FREIRE & GONÇALVES, 2013).

O estresse pré-abate pode comprometer a qualidade do pescado devido ao consumo de glicogênio pelo animal, impactando características como textura e aparência. Entre os métodos analisados, a termonarcose destacou-se como a técnica que proporcionou melhor qualidade ao pescado (FREIRE & GONÇALVES, 2013). Como a água é um dos principais componentes da carne de peixe, sua retenção influencia diretamente a suculência, suavidade e rendimento final do produto, além de afetar sua aparência antes e durante o cozimento (DOS SANTOS et al., 2023). Constatou-se que a termonarcose, quando aplicada em temperaturas entre 0°C e 3°C, é um método eficaz de insensibilização, preservando a qualidade do filé congelado de tilápia-do-nilo (DUARTE & DE LOS SANTOS, 2024).

Mercogliano et al., (2024), correlacionou métodos de abate de pescado com estresse pré-abate, destacando seu impacto nas alterações pós-morte e na qualidade do produto final. Diferentes espécies exigem métodos específicos para preservar a carne. O estresse antes e durante o abate influencia o rigor mortis, afetando a textura e a qualidade do pescado. O estudo reforça a importância de protocolos adequados para garantir um produto de melhor qualidade ao consumidor.

4. CONCLUSÕES

A crescente demanda por pescado e o avanço da aquicultura no Brasil evidenciam a necessidade de melhorias nas práticas de abate, garantindo não apenas a qualidade do produto final, mas também o bem-estar dos animais. Apesar do aumento da produção, a ausência de regulamentações específicas para o abate e processamento de pescado ainda é um desafio a ser superado.

Estudos recentes mostram que o estresse e o sofrimento dos animais impactam diretamente a produtividade e a qualidade da carne, reforçando a importância de métodos de insensibilização que tornem o processo mais humanitário e eficiente.

A termonarcose, especialmente entre 0°C e 3°C, mostrou-se um método eficaz de insensibilização sem prejudicar a qualidade do pescado. Além disso, a retenção de água na carne de peixe influencia diretamente sua suculência, suavidade e percepção sensorial durante o cozimento.

No entanto, a maioria das empresas brasileiras adotam essa prática devido sua facilidade de realização, mas o método não consiste em um abate humanitário, segundo alguns órgãos governamentais, o que ressalta a urgência da criação e implementação de normativas adequadas, principalmente para a elaboração de normas e métodos que sejam humanitários.

Diante desse cenário, faz-se necessário o desenvolvimento de políticas públicas que incentivem a adoção de técnicas humanitárias no abate de pescado, além de capacitação e suporte aos produtores, especialmente aos de pequeno porte. Apenas com a regulamentação e a conscientização do setor será possível garantir um produto de melhor qualidade ao consumidor, conciliando alta produtividade com o respeito ao bem-estar animal.

REFERÊNCIAS

- BARCELLOS, L. J. G. PEDRAZZANI, A.S. MAIA, C. M. RUCIQUE, D. S. O abate de peixes pode (e deve) ser humanitário. **Panorama da Aquicultura**, 2023.
- BARCELLOS, L. J. G. **Manual de boas práticas na criação de peixes de cultivo**. pág 26. 2022.
- CLEMENTE G.A.;TOLINI C.;BOSCARINO A.; LORENZI V.; DAL LAGO T.L.;BENEDITI D.; BELLUCCI F.; MANFRIN A.; TROCINO A.; ROTA N. S.; Farmed

fish welfare during slaughter in Italy: survey on stunning and killing methods and indicators of unconsciousness. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 10, p. 1253151, 2023.

COELHO, M. E. G., PEDRAZZANI, A. S., QUINTILIANO, M. H., BOLFE, F., & MOLENTO, C. F. M. (2022). Fish slaughter practices in Brazilian aquaculture and their consequences for animal welfare. **Animal Welfare**, 31(2), 187-192.

DE MORAES, F. J.; CHAVES, M. A.; CAMPAGNOLO, M. A.; CAMARGO, S. C., & FERRARI, C. T. D. R. R. (2024). Bem-estar nos manejos pré-abate e abate humanitário e as características de qualidade da carne bovina: uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, 7(2), e70051-e70051.

DE FREITAS, H. L. C.; LINS, P. M. de O.; BISPO, L. R. de S.; SOUZA, J. de S.; MONTEIRO, P. A. P.; & SOUZA, J. de S. (2024). Panorama da produção familiar e a prática de abate humanitário de peixes cultivados em Goianésia, município da Amazônia Oriental brasileira. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, 17(3), e 5743. <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.3-116>

DE LA ROSA I, CASTRO P.L, GINÉS R. Twenty Years of Research in Seabass and Seabream Welfare during Slaughter. **Animals** (Basel). 2021 Jul 22;11(8):2164. doi:10.3390/ani11082164. PMID: 34438621; PMCID: PMC8388502 DOS SANTOS, S. P.; VENÂNCIO, A. C.; DA SILVA, C. A. H. Densidades de estocagem no descanso pré-abate afetam o esforço respiratório e muscular e qualidade do filé de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**-ISSN 2675-6218, v. 4, n. 9, p. e493862-e493862, 2023.

DUARTE, R. S.; DE LOS SANTOS, J. R. G. Insensibilização de tilápia-do-nilo por termonarcore e seu efeito no filé congelado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 59, n. AB, p. 03565, 2024.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The state of world fisheries and aquaculture. **Sustainability in action**. Roma, 2020. 244p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>. Acesso em: 26/02/2025 FERREIRA N.; VENÂNCIO de A. R.; COSTA C.E. Boas práticas no pré-abate e abate de pescado. Pubvet [Internet]. 17º de julho de 2018 [citado 26º de fevereiro de 2025];12(07). Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/1074>

FONTENELE, R. M. M.; SANTOS, E. S.; MOTA, F. S. B. Índice de rigor mortis de tilápias do Nilo abatidas de diferentes formas após cultivo em esgoto doméstico tratado. 2013.

FREIRE, C. E. C.; GONÇALVES, A. A. Diferentes métodos de abate do pescado produzido em aquicultura, qualidade da carne e bem estar do animal. **Holos**, v. 6, p. 33-41, 2013.

MAPA - INTRODUÇÃO ÀS RECOMENDAÇÕES PARA BEM-ESTAR ANIMAL
Capítulo 7.1 do Código Terrestre de Saúde Animal 2017 – OIE

MAPA- Ministério da pesca e aquicultura- 2024 <Produção aquícola aumenta 6,2% no Brasil e gera R\$ 10,2 bilhões em 2023 — Ministério da Pesca e Aquicultura> Consultado em 17 de fevereiro de 2025.

MERCOGLIANO, R., AVOLIO, A., CASTIELLO, F.; FERRANTE, M. C. Development of Welfare Protocols at Slaughter in Farmed Fish. **Animals**, v. 14, n. 18, p. 2730, 2024.

RODRIGUES, A. P. O. **Piscicultura De água Doce: Multiplicando Conhecimentos**. 2013.

VIEGAS, E.M.M. **et al.** Métodos de abate e qualidade da carne de peixe. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, n. 237, p. 41-50, 2012.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. 2017.

SOUZA, M. L. R. **et al.** Defumação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p.

KUBITZA, F. Off-flavor, nutrição, manejo alimentar e manuseio pré-abate afetam a qualidade do peixe destinado à mesa. **Panorama da Aqüicultura**, v. 9, n. 54, p. 39-49, 1999.

**ACHADOS DE NECROPSIA EM AVES LIMÍCOLAS COLIDIDAS EM LINHAS
DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA EM ICAPUÍ/CE**

***NECROPSY FINDINGS IN SHOREBIRDS COLLIDED WITH POWER
TRANSMISSION LINES IN ICAPUÍ/CE***

Dayse Queiroz Rodrigues^{1*}
João Victor Santos Frota²
Gabriela Lima Araújo³
José Onofre Nascimento Monteiro⁴
Marco Aurélio Crozariol⁵
Paulo Ricardo de Oliveira Bersano⁶

^{1*}Graduanda em Medicina Veterinária - FAVET/UECE, Fortaleza -CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0001-4991-6277> Email: dayse.rodrigues@aluno.uece.br

²Graduando em Medicina Veterinária - FAVET/UECE, Fortaleza -CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-3960-1140>

³Graduanda em Medicina Veterinária - FAVET/UECE, Fortaleza -CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-7057-4929>

⁴Coordenador Projeto Aves Migratórias do Nordeste - AQUASIS, Caucaia-CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0005-4886-7812>

⁵Biólogo e pesquisador do Museu de História Natural do Ceará, Pacoti-CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-1643-0772>

⁶Professor FAVET/UECE, Fortaleza - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-3646-3205>

RESUMO

A Região Nordeste do Brasil recebe periodicamente aves limícolas migratórias que utilizam áreas costeiras para alimentação e descanso. Algumas dessas espécies estão na Lista Oficial de Espécies Ameaçadas de Extinção, sendo impactadas por interferências antrópicas, como a colisão com linhas de transmissão de energia. O projeto tem como objetivo descrever os achados necroscópicos das aves limícolas que sofreram colisão com linhas de transmissão na região de Icapuí, no estado do Ceará, buscando levantar a problemática acerca do impacto da interferência humana no habitat desses animais. As necropsias foram realizadas no Laboratório de Patologia e Medicina Veterinária Legal da UECE, avaliando danos e condições dos cadáveres. Lesões traumáticas, hemorragias internas e presença de ectoparasitas foram observadas. Os resultados reforçam a necessidade de medidas de conservação para reduzir o impacto humano sobre essas espécies migratórias.

ABSTRACT

The Northeast region of Brazil periodically receives migratory shorebirds that use coastal areas for feeding and resting. Some of these species are listed on the Official List of Endangered Species and are impacted by anthropogenic interferences, such as collisions with power transmission lines. This project aims to describe the necropsy findings of shorebirds that collided with transmission lines in the Icapuí region, in the state of Ceará, highlighting the issue of human interference in the habitat of these animals. The necropsies were conducted at the Laboratory of Pathology and Veterinary Forensic Medicine of UECE, assessing the damage and conditions of the carcasses. Traumatic injuries, internal hemorrhages, and the presence of ectoparasites were observed. The results reinforce the need for conservation measures to mitigate human impact on these migratory species.

Palavras Chaves: Conservação, Aves Migratórias, Colisão

Keywords: Conservation, Migratory birds, Endangered species

1. INTRODUÇÃO

A Região Nordeste do Brasil é visitada periodicamente por milhares de aves migratórias que se deslocam, com a proximidade do inverno do Ártico, para a América do Sul. As espécies que migram para o Nordeste ocupam áreas úmidas naturais do litoral, como praias, estuários e manguezais (ANTAS, 1989). As aves limícolas são exemplos de espécies que realizam migrações longas e em grupo e se alimentam de pequenos invertebrados que vivem no *limus* (do latim, lodo), por isso recebem essa denominação (ICMBIO, 2013). Elas chegam no litoral do Ceará em meados de agosto/setembro, e uma grande parte das populações permanece na região até o mês de abril (FEDRIZZI et al., 2016; MOBLEY et al., 2019). Batuíras, da família Charadriidae, e maçaricos, da família Scolopacidae, são exemplos de espécies que se aglomeram todos os anos nessas áreas devido à riqueza e à disponibilidade de recursos. Elas também recuperam as energias gastas na migração, realizam a muda de penas e acumulam reservas para seu regresso às áreas de reprodução na América do Norte (PESSOA, 1998).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 05 espécies limícolas estão na Lista Oficial de Espécies Ameaçadas de Extinção: o maçarico-de-papo-vermelho (*Calidris canutus rufa*), o maçarico-rasteirinho (*Calidris pusilla*), o maçarico-

acanelado (*Calidris subruficollis*), o maçarico-de-costas-brancas (*Limnodromus griseus*) e a batuíra-bicuda (*Charadrius wilsonia*) (MMA, 2022). Segundo o Sumário Executivo sobre o Estado das Aves no Mundo, elaborado pela BirdLife (2022), é dito que as aves migratórias sofreram um declínio acentuado desde 1970 nas Américas, devido aos impactos das ações humanas nos habitats naturais. Entre as principais ameaças sofridas pelas aves, destacam-se a fragmentação e perda de habitat, a caça, invasão por espécies exóticas, mudanças climáticas, a drenagem de ambientes aquáticos e a especulação imobiliária (LEES et al., 2022). Além disso, a colisão de aves com linhas de transmissão de energia, por exemplo, representa um grande desafio para a conservação dessas espécies (BERNARDINO et al., 2018). Dado exposto, este trabalho tem como objetivo descrever os achados necroscópicos das aves limícolas que sofreram colisão com linhas de transmissão na região de Icapuí, no estado do Ceará, buscando levantar a problemática acerca do impacto da interferência humana no habitat desses animais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do trabalho, fez-se a avaliação dos danos provocados pelas colisões com as linhas de transmissão ocorrendo a partir da necropsia das aves, que foi realizada na Sala de Necropsia localizada nas dependências do Laboratório de Patologia e Medicina Veterinária Legal (LPMVL) no Hospital Veterinário Sylvio Barbosa Cardoso da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará. Foram utilizadas 05 carcaças de aves à ordem dos Charadriiformes, que foram recolhidas durante o monitoramento realizado pelo Projeto Aves Migratórias do Nordeste (PAMN), da Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (AQUASIS).

Para a análise sistemática dos dados, foram formados códigos para cada animal contendo informações como data de coleta, data da necropsia, data da taxidermia, identificação da espécie, peso, envergadura, comprimento total e outras observações, sendo recolhidos 5 indivíduos de espécies diferentes. Os dados de achados necroscópicos foram tabulados e organizados por animal; o registro fotográfico dos principais achados também foi feito. O protocolo experimental do trabalho foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual do Ceará (UECE), sob número nº 05068829/2023 e sob nº de protocolo SISBIO 78429-1.

Tabela 1- Dados de achados necroscópicas formados códigos para cada animal contendo informações como data de coleta, data da necropsia, data da taxidermia, identificação da espécie, peso, envergadura, comprimento total e outras observações relatadas ao serem encontradas, sendo recolhidos 5 indivíduos de espécies diferentes.

Código	693	694	695	696	699
Data de Coleta	13/XI/2024	29/XI/2023	16/XI/23	-	16/IX/2024
Data da Necropsia	13/XI/2024	24/III/2024	24/III/24	24/III/2024	25/III/2024
Data da Taxidermia	-	24/III/2024	24/III/24	24/III/2024	-
Identificação da espécie	<i>Limmnodromus griseus</i>	<i>Pluvialis squatariola</i>	<i>Charadrius semipalmatus</i>	<i>Limmnodromus griseus</i>	<i>Calidris pusilla</i>
Peso	-	162g	36,5g	92g	-
Envergadura	450mm	576mm	363mm	461mm	355mm
Comprimento Total	200mm	292mm	178mm	265mm	136mm
Observação	Traumatismo.	Traumatismo (colisão com fiação)	Traumatismo (colisão com fiação)	Traumatismo (colisão com fiação)	Sem cabeça; Colisão por fiação; Horário coletado: 09:05

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise necroscópica, observou-se que todos os animais apresentaram condições de cadáveres conservados (cod 2-3), além de apresentarem em pelo menos um órgão, alguma alteração. As lesões encontradas consistiram em lacerações em região cervical, cavidade auricular e lesão traumática em cabeça e rádio-ulnar. Com relação aos sistemas dos órgãos a maioria foram amplamente identificados, porém apresentaram hemorragias internas e intensa embebição por hemoglobina no sistema cardiovascular. Após a análise macroscópica, observou-se que em 3 animais apresentaram a presença de ectoparasitas nas penas. Infestação parasitária, por outro lado, é um achado comum em aves de ambientes aquáticos e em animais silvestres de forma geral. Algumas espécies de endo e ectoparasitos

são identificadas em aves em seus ambientes naturais, não estando necessariamente relacionados a uma manifestação clínica patológica, mas a infestação pode se agravar em animais debilitados. (SERAFINI; LUGARINI, 2014). Porém, se faz importante entender que alguns parasitos podem servir de vetores mecânicos, mesmo sendo improvável serem métodos de transmissão. (THOMAS; HUNTER; ATKINSON, 2007).

As lesões encontradas consistiram em achados de colisão por fiação por meio das características marcantes dos achados que indicam fraturas nas asas, membros e cabeça, epistaxes, hematomas e lesões internas que reforçam a confirmação da morte dos animais estudados. Com relação ao trato gastrointestinal apresentaram conteúdo repleto de alimento, isso é devido a característica comportamental marcante dessa espécie, por conta da migração, as aves limícolas aumentam significativamente sua ingestão de alimento para acumular reservas energéticas para realizarem esse percurso longo (ICMBIO, 2013).

CONCLUSÕES

Diante do exposto, conclui-se que os principais achados necroscópicos destacam a gravidade dos danos causados pelas colisões, reforçando a necessidade de continuidade no monitoramento e na implementação de medidas de proteção às aves migratórias essenciais para preservar a biodiversidade e minimizar os impactos das infraestruturas humanas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Aquasis pela parceria juntamente com a equipe do projeto aves migratórias e ao Museu de História Natural do Ceará.

REFERÊNCIAS

ANTAS, P. T. Z. Aves limícolas do Brasil. In: **SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE MAÇARICOS E AMBIENTES AQUÁTICOS NAS AMÉRICAS**. 1989, Recife. Anais. Recife: IBAMA, 1989. p.181-187.

BERNARDINO, J.; BEVANGER, K.; BARRIENTOS, R.; DWYER, J.F.; MARQUES, A.T.; MARTINS, R.C.; SHAW, J.M.; SILVA, J.P.; MOREIRA, F.. Bird collisions with power lines: state of the art and priority areas for research. **Biological Conservation**, [S.L.], v. 222, p. 1-13, jun. 2018.

BIRDLIFE. Executive Summary: State of the World's Birds, 2022. [S.l.]: [s.n.], 2022. p. 16. Disponível em: <https://indd.adobe.com/view/99770028-86c9-4557-9601->

[29d63742f7a5](#). Acesso em: 27 jun. 2024.

FEDRIZZI, C. E.; CARLOS, C. J.; CAMPOS, A. A. (2016). Annual patterns of abundance of Nearctic shorebirds and their prey at two estuarine sites in Ceara, NE Brazil, 2008–2009. **Wader Study**, 123,122–135.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Sumário Executivo do Plano de Ação Nacional para Conservação das Aves Limícolas Migratórias**. Brasília: ICMBio, 2013.

LEES, A. C.; HASKELL, L.; ALLINSON, T.; BEZENG, S. B.; BURFIELD, I. J.; RENJIFO, L. M.; ROSENBERG, K. V.; VISWANATHAN, A.; BUTCHART, S. H. M. State of the World's Birds. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 47, p. 1-30, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112420-014642>

MMA. **Diário Oficial da União, Portaria Ministério do Meio Ambiente no 148**, de 7 de junho de 2022. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>.

SERAFINI, P. P.; LUGARINI, C.. Procellariiformes e outras Aves de Ambientes Marinhos (Albatroz, Petrel, Fragata, Atobá, Biguá e Gaivota). In: CUBAS, Zalmir Silvino; SILVA, Jean Carlos Ramos; CATÃO-DIAS, José Luiz (org.). **Tratado de Animais Selvagens**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2014. Cap. 23. p. 470-494.

THOMAS, Nancy J.; HUNTER, D. Bruce; ATKINSON, Carter T. *Infectious Diseases of Wild Birds*. Ames, IA: Blackwell Publishing, 2007.

**PRESENÇA DE MATERIAL SUGESTIVO DE ÓLEO BRUTO EM TARTARUGA
MARINHA (*ERETMOCHELYS IMBRICATA*) ENCALHADA NA COSTA
CEARENSE: RELATO DE CASO**

***PRESENCE OF SUGGESTIVE MATERIAL OF CRUDE OIL IN SEA TURTLE
(ERETMOCHELYS IMBRICATA) IN CEARÁ'S COAST: CASE REPORT***

Karlla Gabriella Barbosa de Castro Lustosa^{1*}
Camila Carvalho Fontão²
Alice Frota Feitosa³
Raya Maria Teixeira Ramo⁴
Carminda Sandra Brito Salmito Vanderley⁵
Paulo Ricardo de Oliveira Bersano⁶

^{1*}Graduanda em Medicina Veterinária UECE/ FAVET, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0003-3281-851X> E-mail: karlla.castro@aluno.uece.br

²Residente em Ornitopatologia pelo Programa de Residência em área Profissional da Saúde/Medicina Veterinária, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-7861-1686>

³Mestre em Ciências Marinhas, UFC/LABOMAR. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-3030-0720>

⁴Médica Veterinária, Pet Ceará Móvel, Fortaleza - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0006-3768-0961>

⁵Professora Pesquisadora UECE/ FAVET, Fortaleza - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-2011-2021>

⁶Professor Pesquisador UECE/ FAVET, Fortaleza - CE, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-3646-3205>

RESUMO

As tartarugas marinhas são animais pertencentes à fauna brasileira e dentre elas, a espécie *Eretmochelys imbricata* está criticamente ameaçada de extinção. Os animais marinhos são afetados diretamente pela poluição marinha. No ano de 2019, houve um derramamento de óleo bruto na costa brasileira, afetando várias espécies. O presente trabalho tem como objetivo apresentar e relatar os achados necroscópicos de uma tartaruga marinha juvenil da espécie *E. imbricata* encalhada na costa cearense. A necropsia foi realizada com análise de todos os órgãos macroscopicamente. O animal foi encontrado coberto por um material escuro e pegajoso, sugestivo de óleo bruto, alcançando as vias nasais e o esôfago do animal, indicando respectivamente a inalação e a ingestão do material. Portanto é importante o registro deste fato para estimular o desenvolvimento de estratégias que visem a preservação ambiental.

ABSTRACT

Sea turtles are animals belonging to the Brazilian fauna and among them, an *Eretmochelys imbricata* species is critically endangered. Marine animals are directly affected by marine pollution and in 2019, there was a spill of crude oil off the Brazilian coast, affecting several species. The present work aims to present and relate the necroscopic findings of a juvenile sea turtle of the species *Eretmochelys imbricata* stranded on the coast of Ceará. An necropsy was performed with an analysis of all organs macroscopically. The animal was found covered with a dark and sticky material, suggestive of crude oil, that reached as nasal passages and its esophagus, indicating respectively by inhalation and ingestion of these material. Therefore, it is important to record this fact to encourage the development of strategies aimed at preserving the environment.

Palavras- chave: Tartaruga-de-pente; necropsia; derramamento de óleo.

Key words: Hawksbill sea turtle; necropsy; oil spill.

1. INTRODUÇÃO

As tartarugas marinhas são uma parte importante dos ecossistemas marinhos. Elas distribuem-se entre as bacias oceânicas, concentrando-se em grande quantidade em regiões tropicais e subtropicais (MÁRQUEZ, 1990). Existem sete espécies de tartarugas marinhas no mundo, sendo observadas reproduzindo-se no litoral brasileiro cinco delas: tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*); tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*); tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) tartaruga-verde (*Chelonia mydas*); tartaruga-de-pente (*E. imbricata*); (Santos *et al.*, 2011). Segundo a IUCN (2025) das espécies citadas estão vulneráveis as espécies *Caretta caretta*, *Dermochelys coriacea*, *Lepidochelys olivacea*; e ameaçadas de extinção as espécies *Chelonia mydas* e *E. imbricata*, dentre elas, o do indivíduo desse relato está categorizada como criticamente ameaçada.

Oficialmente em 30 de agosto de 2019 teve início a um derramamento de petróleo ou óleo bruto, que atingiu a costa brasileira e alcançou a faixa litorânea de 4.334 km em 11 estados do Nordeste e alguns do Sudeste, 120 municípios e 724 localidades até 22 de novembro de 2019 (IBAMA, 2019). Neste período foram registrados 87 encalhes de tartarugas marinhas na costa cearense, sendo 19 indivíduos necropsiados contaminados com o material, sendo sugestivo de estar relacionado com a *causa mortis*

(VERDELUZ, 2019).

Os ecossistemas aquáticos são muito sensíveis à poluição gerada pela presença do óleo, pois frequentemente possuem mais níveis tróficos, e por isso existe uma alta persistência destes elementos no ambiente, além da toxicidade que estes provocam nos organismos aquáticos (FORSTNER & WITTMANN, 1979).

Os efeitos que atingem os organismos presentes no ambiente aquático podem ser letais, aqueles sofridos no momento do acidente, causados pela toxicidade ou pelos efeitos físicos do produto, tais como sufocação pela cobertura da superfície corporal, ingestão, absorção e inalação de hidrocarbonetos voláteis do petróleo. Também podem ser classificados como sub-letais, quando os efeitos biológicos crônicos acometem o comportamento, crescimento, reprodução, colonização e distribuição das espécies. (MONTEIRO, 2003; MARCANO *et al.*, 2006).

Considerando a problemática citada e a importância das tartarugas marinhas na costa brasileira, o presente trabalho tem como objetivo apresentar e relatar os achados necroscópicos de uma tartaruga marinha juvenil da espécie *E. imbricata* encalhada na costa cearense.

2 . MATERIAL E MÉTODOS

No dia 1 de setembro de 2019 foi reportado aos voluntários do Instituto Verdeluz sobre um encalhe de uma tartaruga marinha na Praia da Sabiaguaba, com as coordenadas de latitude sendo -3,787, e a longitude sendo -38,425. No dia 2 de setembro do mesmo ano o animal foi recolhido por uma das voluntárias e foi transportado pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace) e destinado para o estudo *post-mortem*, a fim de identificar a *causa mortis*.

Ao chegar no Laboratório de Anatomia Veterinária localizado na Universidade Estadual do Ceará (UECE), a necropsia iniciou às 16:00 horas e teve o término às 19:30. O procedimento foi de acordo com os protocolos estabelecidos por Flint (2009) e com o auxílio do guia elaborado por Wyneken (2001). Para tal atividade, o grupo possuía a licença sob o número – Licença SISBIO nº 53083-7.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A necropsia se iniciou com a identificação do animal, como sendo um indivíduo da espécie *E. imbricata*, conhecida popularmente como Tartaruga-de-pente, juvenil, pesando 21,85 kg, possuindo 58 cm de Comprimento Curvilíneo de Carapaça (CCC) e 57 cm de Largura Curvilínea de Carapaça (LCC). Externamente o animal apresentava material escuro e pegajoso, sugestivo de óleo bruto, nas regiões da cabeça, nas placas marginais da carapaça e plastrão e nadadeiras anteriores e posteriores (Figuras 1 e 2).

Figuras 1 e 2 - Observar material distribuído difusamente no corpo do animal.

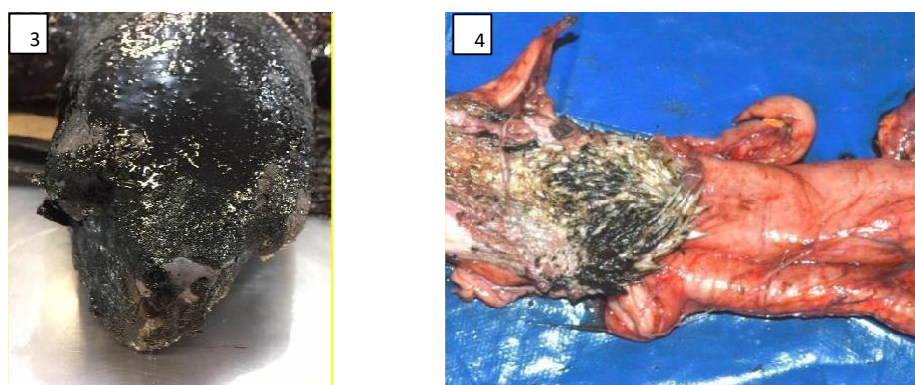


Fonte: Instituto VerdeLuz, 2019

Na continuidade da avaliação externa, foi observado que o mesmo material recobria os olhos e as vias aéreas superiores, além de se estender para dentro da cavidade bucal até o esôfago. (Figuras 3 e 4).

Figura 3- À esquerda, observar obliteração das vias nasais pelo material.

Figura 4- À direita, observar presença de material nas papilas esofágicas, indicando a ingestão.



Fonte: Instituto VerdeLuz, 2019

Os órgãos estavam moderadamente preservados. Na abertura da cavidade celomática, os pulmões estavam inflados, com áreas congestionadas difusas. O trato gastrointestinal estava com a coloração alterada para verde-musgo na serosa do segmento de intestino grosso, sendo sugestivo de *livor mortis*. O lobo maior do fígado

apresentava-se hiperêmico, mas o lobo menor com coloração verde-musgo, com ductos hepáticos congestos. O coração apresentou coágulos nos átrios direito e esquerdo. Os rins se apresentavam hiperêmicos e o tecido muscular e adiposo estavam com coloração e textura dentro da normalidade, indicando um bom escore corpóreo.

A presença de substâncias encontradas imersas no corpo do animal afeta funções vitais como a respiração, mobilidade e alimentação do animal, resultando em asfixia e intoxicação podendo levar ao quadro de óbito, como pode-se sugerir os resultados encontrados no animal examinado.

Animais como esse podem ser afetados de diversas outras formas pelo derramamento de óleo como mudanças físicas e químicas de habitats essenciais para a sua sobrevivência, principalmente os locais de desova, pois seus ovos que podem ser danificados pelo óleo e as tartarugas recém-nascidas terão de enfrentar uma praia oleosa diminuindo sua chance de sobrevivência (Santos 2012).

O registro de encalhe dessa espécie, bem como encalhes de outras espécies marinhas como *C. mydas* e *L. olivácea* também foram registradas no litoral cearense pelo Instituto VerdeLuz (Oliveira et al., 2021). Diante disto, torna-se fundamental incentivar o desenvolvimento de estratégias e projetos voltadas à preservação ambiental da costa brasileira. Também é importante para ressaltar a atuação de Organizações não governamentais (ONGs) vigentes no estado, como o Instituto VerdeLuz, no resgate, reabilitação e conservação dessas e de outras espécies marinhas criticamente ameaçadas.

4 . CONCLUSÕES

O desastre ambiental ocorrido foi considerado um estado de emergência na saúde pública do país, afetando todo o ecossistema marinho. As tartarugas marinhas fazem parte da fauna cearense e foram afetadas diretamente pela inalação e ingestão do material sugestivo de óleo bruto. Com o presente trabalho, pode-se sugerir o óbito de um animal pela presença do material em seu organismo. A espécie em questão está criticamente ameaçada de extinção e os efeitos antropogênicos diminuem cada vez mais suas chances de sobrevivência. Portanto as políticas públicas em defesa da fauna marinha são de suma importância para o desenvolvimento de estratégias que visem à conscientização do homem sobre a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

- DOS SANTOS, Patrícia Vieira. Impactos ambientais causados pela perfuração em busca do petróleo. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE** 1.1 (2012): 153- 163.
- FLINT, M., PATTERSON-KANE, J. C., MILLS, P. C. AND LIMPUS, C. J. (2009). **A veterinarian's guide to sea turtle post mortem examination and histological investigation**. 2009.
- FORSTNER, U.; WITTMANN, G.T.W. 1979. Metal Pollution in the Aquatic Environment Springer: **Verlag**, 1979.
- GOIS, A. J. C., Feitosa, A. F., Menezes, Í. B. H. M. P., & Campos, Y. L. (2021). ANÁLISE DO ENCALHES DE TARTARUGAS MARINHAS NO CEARÁ: INTERAÇÕES ANTROPOGÊNICAS E INGESTÃO DE PETRÓLEO. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, 2(2), 19-19.
- IBAMA, 2019. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**. Localidades afetadas.
http://www.ibama.gov.br/phocadownload/emergenciasambientais/2019/manchasdeoleo/2019-11-24_LOCALIDADES_AFETADAS.pdf (Acessado em: 12 de Março de 2020).
- IUCN, 2025. **The IUCN Red List of Threatened Species**. www.iucnredlist.org. (Acessado em: 28 de Fevereiro de 2025).
- MARCANO, L.; NUSETTI, O.; ZAPATA-VÍVENES, E.; NUSETTI, S. E ESCLAPÉS, M.M. (2006). Responses in the Fish Thalassophyne maculosa (Pisces: Batrochoididae). **Journal of the Brazilian society of Ecotoxicology**., 2006.
- MARQUEZ, M. R. FAO species catalogue. Vol.11: **Sea turtles of the world**. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date.
- MONTEIRO, A. G.; Plano de ação nacional para a conservação das Tartarugas Marinhas: de caso do complexo REDUC-DTSE. Rio de Janeiro, RJ. **Tese de doutorado em Planejamento Energético e Ambiental**. Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

SANTOS, A. J. B., GALLO, B., GIFFONI, B., BAPTISTOTTE, C., LIMA, E. H. S. M., SALES, G., LOPES, G. G., BECKER, H., MENDILAHARSU, M. M. L. BARATA, P. C. R. &

SFORZA, R. **Plano de ação nacional para a conservação das Tartarugas Marinhas: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**, ICMBio, 120p, 2011.

VERDELUZ, 2019. **Instituto Verdeluz. Relatório de Encalhes e Necropsias Verdeluz-SEMA**, 2019. <https://www.verdeluz.org/> (Acessado em: 12 de Março de 2020).

WYNEKEN, J. 2001. The Anatomy of Sea Turtles. **NOAA Technical Memorandum NMFSSEFSC-470**. 2001.

**MANEJO EM ADULTOS DE GAROUPA-VERDADEIRA (*EPINEPHELUS MARGINATUS*) PARA CONTROLE DO ECTOPARASITA *NEOBENEDENIA SP.* -
RELATO DE CASO**

*HUSBANDRY OF ADULT DUSKY GROUPE (EPINEPHELUS MARGINATUS) FOR
THE CONTROL OF THE ECTOPARASITE NEOBENEDENIA SP. - CASE REPORT*

Maria Júlia Bezerra Esteves¹
Manuela Saboia Mont Alverne Girão²
Maria Eduarda da Rocha Almeida³
Guilherme Cabral Pinheiro⁴
Ricardo Camurça Pinto⁵
Fernanda Cristina Macedo Rondon⁶

¹Discente do curso de Medicina Veterinária – Universidade de Fortaleza, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0005-1676-4261>. E-mail: mariajbezerra@edu.unifor.br

²Discente do curso de Medicina Veterinária – Universidade de Fortaleza, Brasil. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0000-1971-4220>

³Discente do curso de Medicina Veterinária – Universidade de Fortaleza. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0005-2550-9967>

⁴Discente do curso de Medicina Veterinária – Universidade de Fortaleza. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0008-2485-412X>

⁵Engenheiro de Pesca – Universidade Federal do Ceará. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-5206-6691>

⁶Docente do curso de Medicina Veterinária. – Universidade de Fortaleza e Centro Universitário Christus. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-3797-2682>

RESUMO

O parasitismo na piscicultura está relacionado a déficits econômicos e perdas de produtividade no setor pesqueiro. Um dos parasitos encontrados em Garoupas-verdadeiras (*Epinephelus marginatus*) é o *Neobenedenia sp* (*Capsalidae*), que acarreta no aumento da mortalidade dos animais e grandes perdas econômicas em fazendas de peixes. Esse trabalho tem como objetivo demonstrar um relato sobre o manejo de garoupas-verdadeiras no intuito de remover os ectoparasitas *Neobenedenia sp* através do método alternativo de imersão dos peixes em água doce por cinco minutos. Foram colocados em tanque circular, 14 exemplares de Garoupas-verdadeiras que apresentavam estruturas típicas do parasito no corpo, causando pequenas lacerações na pele e natação letárgica. Foi realizado o manejo de tratamento que consiste em colocar os peixes em um tanque de água doce durante cinco minutos, e depois devolvidos ao tanque de água salgada. Devido ao choque osmótico, o parasito acaba se soltando do corpo do animal e morrendo, demonstrando, portanto, a eficácia deste manejo.

Assim, evidencia-se que o manejo correto é fundamental como uma estratégia no combate a esse ectoparasita tão devastador em criações de peixes.

ABSTRACT

Parasitism in aquaculture is directly associated with economic deficits and significant productivity losses in the fishing industry. One of the parasites commonly found in the Mediterranean grouper (*Epinephelus marginatus*) is *Neobenedenia* sp. (*Capsalidae*), which contributes to increased mortality in the animals, resulting in substantial economic losses for fish farms. This study aims to present a report on the management of Mediterranean groupers to remove the ectoparasite *Neobenedenia* sp. through an alternative method of immersing the fish in freshwater for five minutes. Fourteen specimens of Mediterranean groupers, exhibiting typical structures of the parasite on their bodies, including small skin lesions and signs of lethargic swimming, were placed in a circular tank. The treatment involved immersing the fish in a freshwater tank for five minutes, followed by their return to the saltwater tank. The osmotic shock caused by immersion in freshwater led to the detachment of the parasite from the fish's body, resulting in its death. The results demonstrate the effectiveness of this management approach, highlighting that the application of appropriate strategies is crucial for controlling this highly detrimental ectoparasite in fish farming.

Palavras-chaves: aquicultura, monogenóide, parasitologia, piscicultura.

Key-words: aquaculture, monogenoid, parasitology, fish-farming.

1. INTRODUÇÃO

O peixe garoupa-verdadeira (*Epinephelus marginatus*) é um peixe marinho de alto valor comercial e demanda no Brasil, que pertence à ordem *Perciformes*, da família *Epinephelidae*. São peixes grandes, com em média 1,5 m de comprimento e podendo chegar a mais de 60 kg de peso corporal. São carnívoros, se alimentando de pequenos peixes e crustáceos. São comumente encontrados em águas costeiras, podendo viver em locais com profundidade de até 80 metros, sendo mais valorizados na pesca submarina. Ocorre no Atlântico e no Mediterrâneo, na América Latina, a garoupa se estende do Rio de Janeiro (Brasil) até a Patagônia (Argentina) (Figueiredo & Menezes, 2000).

O *Neobenedenia* sp. é um parasita da classe dos Monogenóides, da família *Capsalidae*. um ectoparasita de ciclo direto, não precisando de hospedeiro intermediário para completar seu ciclo (Valles-Vega *et al*, 2019). Sua distribuição é global em cultivo de peixes teleósteos (Silva *et al.*, 2014; Deveney *et al.*, 2001), tanto os marinhos quanto os mantidos em aquários (Sanches, 2008). Ele possui baixo grau de especificidade quanto ao hospedeiro e se alimenta de sangue ao se fixar externamente nos mesmos, geralmente em locais de olho, superfície corporal e de guelras (Nagasawa & Cruz-Lacierda, 2004).

O parasitismo por *Neobenedenia* sp. em peixes resulta no aumento da mortalidade dos animais e grandes perdas econômicas em fazendas de peixes (Kerber *et al*, 2011), sendo portanto, de grande importância o entendimento de seu ciclo e sinais clínicos. Animais parasitados, normalmente, apresentam hiporexia, anemia, natação errática, esfregam seu corpo contra objetos, exoftalmia, opacidade na córnea, podendo ocorrer hemorragias pelo corpo (Sanches, 2008). As lesões podem ser porta de entrada para bactérias oportunistas como a *Streptococcus*, podendo ocasionar também infecções bacterianas secundárias, e agravando o caso clínico do peixe (Nagasawa & Cruz-Lacierda, 2004).

Esse monogenóide é dificilmente observado na superfície do corpo do peixe a olho nu, portanto a sua confirmação se deve apenas por microscopia, precedido por raspado simples de pele ou de brânquias realizado com faca fina (Pavanelli *et al*, 2008). Devido ao tamanho diminuto e à quase invisibilidade do parasita, frequentemente resulta em um diagnóstico tardio.

A sua identificação se confirma através da sua morfologia, os quais apresentam corpos planos e ovalados, um par de ventosas anteriores na margem anterior, com dois pares de manchas oculares atrás delas e um grande opistaptor (órgão de fixação) na região posterior do corpo (Lima *et al.*, 2019; Nagasawa & Cruz-Lacierda, 2004)

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo relatar a experiência no manejo de adultos de garoupa-verdadeira (*Epinephelus marginatus*) visando o controle do ectoparasita *Neobenedenia* sp., descrevendo as medidas profiláticas e terapêuticas adotadas, bem como os resultados obtidos, a fim de contribuir para o desenvolvimento de estratégias eficazes no manejo sanitário de peixes marinhos em sistemas de piscicultura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um relato de caso, o qual foram observados o manejo de quatorze exemplares de garoupa-verdadeira (*Epinephelus marginatus*) oriundas de cultivos

experimentais da Unidade de Pesquisas em Piscicultura Marinha – UPMAR, com peso médio de 1,5 kg. As garoupas foram mantidas em um tanque circular com capacidade de 10.000 litros ligados a um sistema de recirculação com temperatura da água de 27°C e salinidade 37 ppt (g/L). Os animais do estudo apresentavam estruturas ovaladas, planas e esbranquiçadas próximas a bocha, olhos e guelras causando pequenas lacerações na pele e natação letárgica (Fig. 1C e 1D), suspeitando-se então de parasitismo por *Neobenedenia* sp.

Durante o procedimento (Fig. 1), o volume do tanque foi reduzido até a metade (5.000 litros) e os quatorze animais acometidos pelo parasito foram capturados com puçás retangulares e colocados em duas hapas circulares flutuantes no próprio tanque de cultivo. Posteriormente, os peixes foram colocados simultaneamente em um tanque de 1.000 litros com água doce por cinco minutos (Fig. 1B).

Com o choque osmótico, os ectoparasitas desgrudam do hospedeiro e morrem. Em seguida, os animais foram devolvidos para o tanque de cultivo com água salgada. Devido ao fato dos parasitas serem praticamente invisíveis a olho nu e apresentarem um ciclo de vida de 15 a 17 dias (Bondad-Reantaso *et al*, 1985), a profilaxia foi realizada com intervalos de três a quatro dias, durante 45 dias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos maiores motivos da infestação é a diminuição na qualidade da água, evidenciada principalmente na época de verão (Macphee, 2001). Diversos tratamentos e profilaxias foram desenvolvidos a fim de eliminar o parasita. Sanches *et al.* (2007) descreveu que banhos de imersão em água doce por cinco minutos foram efetivos em eliminar monogenoídeos em alevinos de pampo (*Trachinotus carolinus*). Já Sanches *et al.* (2008), recomenda como forma de tratamento, a imersão em água doce por 10 minutos. AlMarzouq & Al-Rifae (1994), recomendam que a imersão em água doce por 15 minutos é o tempo mais eficiente para os parasitas desgrudarem do corpo dos peixes. Em contrapartida, Nagasawa & Cruz-Lacierda (2004) determinam que a duração mais adequada é de 30 minutos.

O uso do banho de imersão em água doce expõe o parasito a um choque osmótico, devido a mudança de salinidade, causando-lhe rompimento celular seguido de morte, fazendo com que o mesmo se desprenda da pele do hospedeiro (Sanches *et al.*, 2008).

Ademais, Nagasawa & Cruz-Lacierda (2004) também citam um tratamento alternativo com imersão dos peixes em 150 ppm de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) durante 10-30 minutos até os parasitas desgrudarem da pele do hospedeiro. Sanches *et al.* (2008),

também descreveu que banhos de imersão em água salgada (35 ppm) e formalina (1:2.000) por 10 minutos foram efetivos no controle de *Neobenedenia sp.* Agentes químicos, como o permanganato de potássio, sulfato de cobre e organofosforados também são descritos na literatura para o tratamento (Thoney & Hargis, 1991).

Tratamentos com banho de imersão demandam tempo e mão de obra (Ohno *et al.* 2009). A fim de diminuir contratempos com manejo estão sendo fortemente estudados tratamentos alternativos a base de derivados de imidazol visto a recente descoberta que o parasito possivelmente possui a capacidade de produzir colesterol endógeno, indicando que as enzimas envolvidas na via de biossíntese do colesterol podem ser potenciais alvos farmacológicos para o controle desse organismo (Barbosa, 2020).

O manejo observado nesse caso, com o tempo de cinco minutos de imersão em água doce com intervalos entre três e quatro dias foi eficiente, confirmando que a terapia proposta por Sanches *et al.* (2007) em alevinos de pampo (*Trachinotus carolinus*) também é eficaz em garoupas-verdadeiras (*Epinephelus marginatus*). Essa profilaxia apresentou sucesso na prevenção de *Neobenedenia sp* em garoupas-verdadeiras.

Figura 1

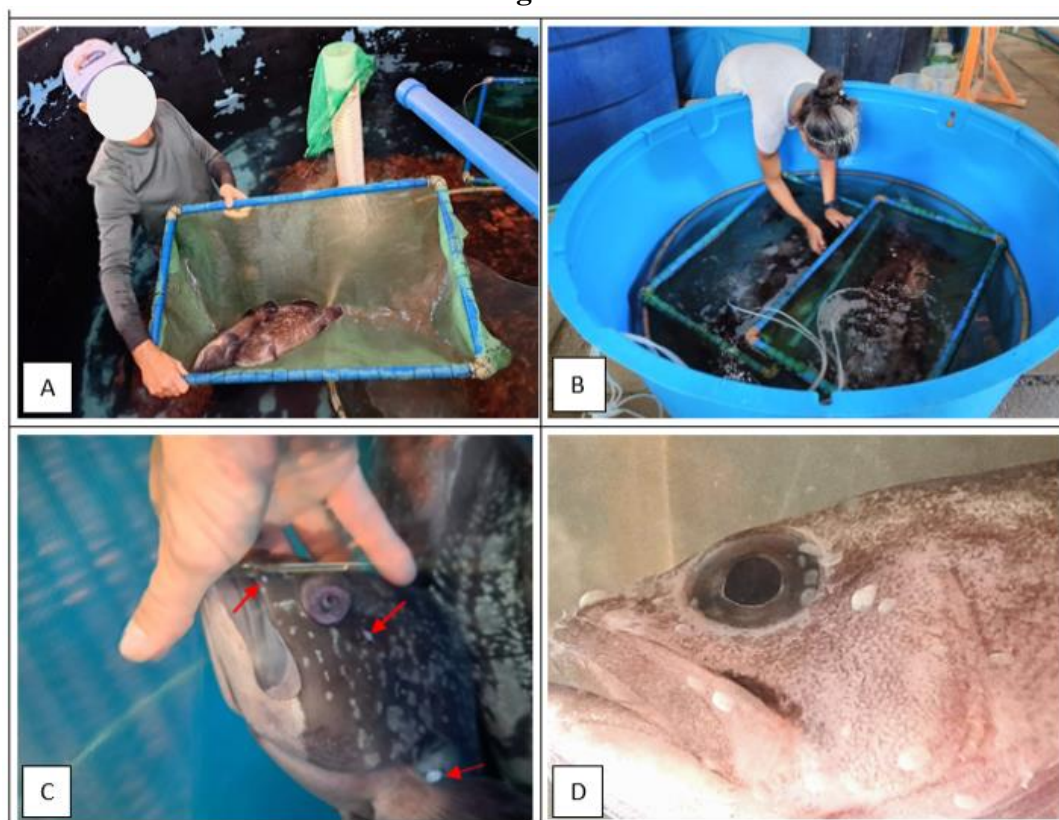


Figura 1. Tratamento contra *Neobenedenia sp.* em garoupa-verdadeira (*Epinephelus marginatus*). Em A, observamos a captura da garoupa no tanque de cultivo. Em B é visto

o banho de água doce durante 5 minutos, em um tanque separado. Já em C e D, é evidenciado parasitos do gênero *Neobenedenia* sp. aflorando da pele do peixe (setas vermelhas).

CONCLUSÃO

Esse manejo apresentou sucesso no tratamento de *Neobenedenia* sp. em garoupas verdadeiras, não ocorrendo nenhuma morte de exemplares. Concluimos assim, que o uso do manejo correto é eficaz no controle do parasitismo o que diminui os problemas enfrentados na produção, entretanto, embora o tratamento tenha sido bem-sucedido neste caso específico, é fundamental que mais estudos sejam realizados para aprimorar as estratégias evidenciadas em pesquisas para garantir assim um aumento de produtividade e reduzir a ocorrência de óbitos na indústria pesqueira.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à engenheira de pesca Viviana Lisboa da Cunha, por toda ajuda prestada no estudo. A todos os pesquisadores e colaboradores do UPMAR e LABOMAR da Universidade Federal do Ceará. Ao Programa Cientista Chefe da Economia Azul da FUNCAP, pelo fomento financeiro.

REFERÊNCIAS

AL-MARZOUQ, A.; AL-RIFAE, K. *Benedenia* sp., a monogenetic parasite of cultured brown-spotted grouper (*Epinephelus tauvina*), in Kuwait. **Journal of Aquaculture in the Tropics**, v. 9, n. 3, p. 255-258, 1994.

BARBOSA, R.C.F. **PROSPECÇÃO DE MACROALGAS MARINHAS PARA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE CONTRA *Leishmania infantum* E DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE ESTERÓIS DE *Neobenedenia melleni***. 2020. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2020.

BONDAD-REANTASO, M. G.; OGAWA, K.; FUKUDOME, M.; WAKABAYASHI, H. Reproduction and Growth of *Neobenedenia girellae* (Monogenea: *Capsalidae*) , a Skin Parasite of Cultured Marine Fishes of Japan. **Fish Pathology**, v. 30, n. 3, p. 227-231, 1985.

DEVENEY, M.R.; CHRISLUM, L.A.; WHITTINGTON, I.D. First published record of the pathogenic monogenean parasite *Neobenedenia melleni* (Capsalidae) from Australia. **Dis Aquat Org**, v. 46, p. 79-82, 2001.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. VI. Teleostei**. 5. ed. São Paulo: Museu de Zoologia, USP. 2000. 116p.

KERBER, C.E.; SANCHES, E. G.; SANTIAGO, M.; LUQUE, J. L. First record of *Neobenedenia melleni* (Monogenea: Capsalidae) in sea-farmed cobia (*Rachycentron canadum*) in Brazil. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, Jaboticabal, v. 20, n. 4, p. 331-333, 2011.

MACPHEE, D. **Monogenean (fluke) infestations of the gills of farmed salmon in Maine and New Brunswick**. In: ANNUAL NEW ENGLAND FARMED FISH HEALTH MANAGEMENT WORKSHOP, 9. 2001. Machias. Proceedings... Machias [s.n], 2001, p.134.

NAGASAWA, K.; CRUZ-LACIERDA, E. **Diseases of Cultured Groupers**. 1. ed. Southeast Asian Fisheries Development Center Aquaculture Department, Government of Japan Trust Fund, 2004, cap. 4, p. 41-45. Disponível em: <https://www.seafdec.org.ph/wp-content/uploads/2012/11/Diseases-of-Cultured-Groupers_complete.pdf>

OHNO Y.; KAWANO, F.; HIRAZAWA, N. The effect of oral antibiotic treatment and freshwater bath treatment on susceptibility to *Neobenedenia girellae* (Monogenea) infection of amberjack (*Seriola dumerili*) and yellowtail (*S. quinqueri*) hosts. **Aquaculture**, v. 292, n. 3-4, p. 248-251. 2009.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de Peixes: Profilaxia, Diagnóstico e Tratamento**. 2. ed. Maringá: EDUEM, 2008. 305p.

SANCHES, E. G. Controle de *Neobenedenia melleni* (MacCallum, 1927) (Monogenea: Capsalidae) em garoupa-verdadeira, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834), cultivada em tanques-rede. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, v. 17, n. 3, p. 145-149, 2008.

SANCHES, E.G.; OSTINI, S.; RODRIGUES, V.C.S. Ocorrência e tratamento de monogenoídeos em alevinos de pampo (*Trachinotus carolinus*) cultivados experimentalmente na região norte do Estado de São Paulo. **Rev. Bras. Parasitol. Vet.**, v. 16, n. 1, p. 1-4, 2007.

SANCHES; E.G.; VIANNA, R.T. Ocorrência de *Neobenedenia melleni* (MONOGENEA: CAPSALIDAE) em Garoupa-Verdadeira, *Epinephelus marginatus* (LOWE, 1834), cultivada em tanques-rede. **Arquivo de Ciências do Mar**. Fortaleza, v.40, n. 2, p.96-100, 2007.

SILVA, F. C.; LEITE, J. R.; HOSTIM-SILVA, M.; VALENÇA, A. R.; SANCHES, E. G.. First record of *Neobenedenia* “*melleni*” – like species (Monogenea: Capsalidae) in Goliath grouper (*Epinephelus itajara*) in Brazil. **Braz. J. Vet. Parasitol.**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 248-250, 2014.

THONEY, D. A.; HARGIS, W. J. Monogenea (platyhelminthes) as hazards for fish in confinement. **Annual review of fish diseases**, v. 1, p. 133-153, 1991.

VALLES-VEGA, I.; ASCENCIO, F.; SICARD-GONZÁLEZ, T.; ANGULO, C.; FAJER-AVILA, E. J.; INOHUYE-RIVERA, R. B.; PÉREZ-URBIOLA, J. C. Effects of temperature on the life cycle of *Neobenedenia* sp. (Monogenea: *Capsalidae*) from *Seriola rivoliana* (Almaco jack) in Bahía de La Paz, México. **Parasitology Research**, v. 118, n. 12, p. 3267–3277, 2019.

LIMA, V. G. B.; LIMA, E.S.; GONÇALVES, J.C.; LEMOS, J.C.M. VISTA DO *Neobenedenia* sp.: PARASITISMO EM PEIXES E POSSÍVEIS FORMAS DE TRATAMENTO. **Nucleus**. São Paulo, v. 16, n. 2, p. 33-38, 2019.

**Anais do I Simpósio de Animais Marinhos e Aquáticos - (SIPAMAR) - (2025
Fortaleza - CE)**



I SIPAMAR

**Águas de Março: Desafios Climáticos
e a Saúde da Vida Aquática**

10 A 12 DE MARÇO

FOTOS DO EVENTO





















I SIPAMAR

ISBN 978-658319937-9

