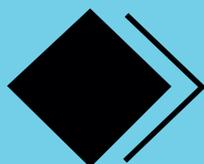


Carlos Alberto Martins Cordeiro
Francisco Carlos Alberto Fonteles Holanda
Dioniso de Souza Sampaio
(Orgs.)

ENGENHARIA DE PESCA



O AVANÇO DA CIÊNCIA NO BRASIL



científica digital

Carlos Alberto Martins Cordeiro
Francisco Carlos Alberto Fonteles Holanda
Dioniso de Souza Sampaio
(Orgs.)

ENGENHARIA DE PESCA

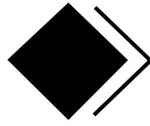
O AVANÇO DA CIÊNCIA NO BRASIL

1ª EDIÇÃO



científica digital

2023 - GUARUJÁ - SP



científica digital

EDITORA CIENTÍFICA DIGITAL LTDA

Guarujá - São Paulo - Brasil

www.editoracientifica.com.br - contato@editoracientifica.com.br

Diagramação e arte

Equipe editorial

Imagens da capa

Adobe Stock - licensed by Editora Científica Digital - 2023

Revisão

Os Autores

2023 by Editora Científica Digital

Copyright da Edição © 2023 Editora Científica Digital

Copyright do Texto © 2023 Os Autores

Acesso Livre - Open Access

Parecer e revisão por pares

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação do Conselho Editorial da Editora Científica Digital, bem como revisados por pares, sendo indicados para a publicação.

O conteúdo dos capítulos e seus dados e sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

É permitido o download e compartilhamento desta obra desde que pela origem da publicação e no formato Acesso Livre (Open Access), com os créditos atribuídos aos autores, mas sem a possibilidade de alteração de nenhuma forma, catalogação em plataformas de acesso restrito e utilização para fins comerciais.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57

Engenharia de pesca: o avanço da ciência no Brasil / Organizadores Carlos Alberto Martins Cordeiro, Francisco Carlos Alberto Fonteles Holanda, Dioniso de Souza Sampaio. – Guarujá-SP: Científica Digital, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5360-319-6

DOI 10.37885/978-65-5360-319-6

1. Pesca. I. Cordeiro, Carlos Alberto Martins (Organizador). II. Holanda, Francisco Carlos Alberto Fonteles (Organizador). III. Sampaio, Dioniso de Souza (Organizador). IV. Título.

CDD 639

Índice para catálogo sistemático: I. Pesca

Elaborado por Janaina Ramos – CRB-8/9166

E-BOOK
ACESSO LIVRE ON LINE - IMPRESSÃO PROIBIDA

2023

Direção Editorial

Reinaldo Cardoso

João Batista Quintela

Assistentes Editoriais

Erick Braga Freire

Bianca Moreira

Sandra Cardoso

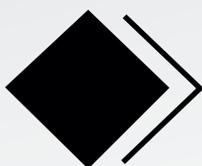
Bibliotecários

Maurício Amormino Júnior - CRB-6/2422

Janaina Ramos - CRB-8/9166

Jurídico

Dr. Alandelon Cardoso Lima - OAB/SP-307852



CONSELHO EDITORIAL

Mestres, Mestras, Doutores e Doutoradas

Prof. Dr. Carlos Alberto Martins Cordeiro
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Rogério de Melo Grillo
Universidade Estadual de Campinas

Prof^a. Ma. Eloisa Rosotti Navarro
Universidade Federal de São Carlos

Prof. Dr. Ernane Rosa Martins
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Rossano Sartori Dal Molin
FSG Centro Universitário

Prof. Dr. Carlos Alexandre Oelke
Universidade Federal do Pampa

Prof. Esp. Domingos Bombo Damião
Universidade Agostinho Neto - Angola

Prof. Me. Reinaldo Eduardo da Silva Sales
Instituto Federal do Pará

Prof^a. Ma. Auristela Correa Castro
Universidade Federal do Pará

Prof^a. Dra. Dalizia Amaral Cruz
Universidade Federal do Pará

Prof^a. Ma. Susana Jorge Ferreira
Universidade de Evora, Portugal

Prof. Dr. Fabricio Gomes Gonçalves
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Me. Erival Gonçalves Prata
Universidade Federal do Pará

Prof. Me. Gevair Campos
Faculdade CNEC Unai

Prof. Me. Flávio Aparecido De Almeida
Faculdade Unida de Vitória

Prof. Me. Mauro Vinicius Dutra Girão
Centro Universitário Inta

Prof. Esp. Clóvis Luciano Giacometi
Universidade Federal do Amapá

Prof^a. Dra. Giovanna Faria de Moraes
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. André Cutrim Carvalho
Universidade Federal do Pará

Prof. Esp. Dennis Soares Leite
Universidade de São Paulo

Prof^a. Dra. Silvani Verruck
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Me. Osvaldo Contador Junior
Faculdade de Tecnologia de Jahu

Prof^a. Dra. Claudia Maria Rinhel-Silva
Universidade Paulista

Prof^a. Dra. Silvana Lima Vieira
Universidade do Estado da Bahia

Prof^a. Dra. Cristina Berger Fadel
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a. Ma. Graciete Barros Silva
Universidade Estadual de Roraima

Prof. Dr. Carlos Roberto de Lima
Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Wesley Viana Evangelista
Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Cristiano Marins
Universidade Federal Fluminense

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva
Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória

Prof. Dr. Daniel Luciano Gevehr
Faculdades Integradas de Taquara

Prof. Me. Silvio Almeida Junior
Universidade de Franca

Prof^a. Ma. Juliana Campos Pinheiro
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Raimundo Nonato Ferreira Do Nascimento
Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Antônio Marcos Mota Miranda
Instituto Evandro Chagas

Prof^a. Dra. Maria Cristina Zago
Centro Universitário UNIFAAT

Prof^a. Dra. Samylla Maira Costa Siqueira
Universidade Federal da Bahia

Prof^a. Ma. Gloria Maria de Franca
Centro Universitário CESMAC

Prof^a. Dra. Carla da Silva Sousa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano

Prof. Me. Denny Ramon de Melo Fernandes Almeida
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Me. Mário Celso Neves De Andrade
Universidade de São Paulo

Prof. Me. Juliano Pizzano Ayoub
Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof. Dr. Ricardo Pereira Sepini
Universidade Federal de São João Del-Rei

Prof^a. Dra. Maria do Carmo de Sousa
Universidade Federal de São Carlos

Prof. Me. Flávio Campos de Moraes
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Jonatas Brito de Alencar Neto
Universidade Federal do Ceará

Prof. Me. Reginaldo da Silva Sales
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof. Me. Moisés de Souza Mendonça
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof. Me. Patrício Francisco da Silva
Universidade de Taubaté

Prof^a. Esp. Bianca Anacleto Araújo de Sousa
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Pedro Afonso Cortez
Universidade Metodista de São Paulo

Prof^a. Ma. Bianca Cerqueira Martins
Universidade Federal do Acre

Prof. Dr. Vitor Afonso Hoeflich
Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. Francisco de Sousa Lima
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano

Prof^a. Dra. Sayonara Cotrim Sabioni
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano

Prof^a. Dra. Thais Ranielle Souza de Oliveira
Centro Universitário Euroamericano

Prof^a. Dra. Rosemary Laís Galati
Universidade Federal de Mato Grosso

Prof^a. Dra. Maria Fernanda Soares Queiroz
Universidade Federal de Mato Grosso

Prof. Dr. Dioniso de Souza Sampaio
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Leonardo Augusto Couto Finelli
Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a. Ma. Danielly de Sousa Nóbrega
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre

Prof. Me. Mauro Luiz Costa Campello
Universidade Paulista

Prof^a. Ma. Livia Fernandes dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre

Prof^a. Dra. Sonia Aparecida Cabral
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

Prof^a. Dra. Camila de Moura Vogt
Universidade Federal do Pará

Prof. Me. José Martins Juliano Eustaquio
Universidade de Uberaba

Prof. Me. Walmir Fernandes Pereira
Miami University of Science and Technology

Prof^a. Dra. Liege Coutinho Goulart Dornellas
Universidade Presidente Antônio Carlos

Prof. Me. Ticiano Azevedo Bastos
Secretaria de Estado da Educação de MG

Prof. Dr. Jónata Ferreira De Moura
Universidade Federal do Maranhão

Prof^a. Ma. Daniela Remião de Macedo
Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Francisco Carlos Alberto Fonteles Holanda
Universidade Federal do Pará

Prof^a. Dra. Bruna Almeida da Silva
Universidade do Estado do Pará

Prof^a. Ma. Adriana Leite de Andrade
Universidade Católica de Petrópolis

Prof^a. Dra. Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco
Instituto Federal do Sertão Pernambucano,

Prof. Dr. Claudimir da Silva Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas

Prof. Dr. Fabrício dos Santos Ritá
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Brasil

Prof. Me. Ronei Aparecido Barbosa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas

Prof. Dr. Julio Onésio Ferreira Melo
Universidade Federal de São João Del Rei

Prof. Dr. Juliano José Corbi
Universidade de São Paulo

Prof^a. Dra. Alessandra de Souza Martins
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof. Dr. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho
Universidade Federal do Cariri

Prof. Dr. Thadeu Borges Souza Santos
Universidade do Estado da Bahia

Prof^a. Dra. Francine Náthalie Ferraresi Rodrigues Queluz
Universidade São Francisco

Prof^a. Dra. Maria Luzete Costa Cavalcante
Universidade Federal do Ceará

Prof^a. Dra. Luciane Martins de Oliveira Matos
Faculdade do Ensino Superior de Linhares

Prof^a. Dra. Rosenery Pimentel Nascimento
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof^a. Esp. Livia Silveira Duarte Aquino
Universidade Federal do Cariri

Prof^a. Dra. Irlane Maia de Oliveira
Universidade Federal do Amazonas

Prof^a. Dra. Xaene Maria Fernandes Mendonça
Universidade Federal do Pará

Prof^a. Ma. Thais de Oliveira Carvalho Granado Santos
Universidade Federal do Pará

Prof. Me. Fábio Ferreira de Carvalho Junior
Fundação Getúlio Vargas

Prof. Me. Anderson Nunes Lopes
Universidade Luterana do Brasil

Profª. Dra. Iara Margolis Ribeiro
Universidade do Minho

Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva
Universidade Federal do Ceará

Profª. Dra. Keila de Souza Silva
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Francisco das Chagas Alves do Nascimento
Universidade Federal do Pará

Profª. Dra. Réia Sílvia Lemos da Costa e Silva Gomes
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Evaldo Martins da Silva
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. António Bernardo Mendes de Seica da Providência Santarém
Universidade do Minho, Portugal

Profª. Dra. Miriam Aparecida Rosa
Instituto Federal do Sul de Minas

Prof. Dr. Biano Alves de Melo Neto
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano

Profª. Dra. Priscyla Lima de Andrade
Centro Universitário UnifBV

Prof. Dr. Gabriel Jesus Alves de Melo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

Prof. Esp. Marcel Ricardo Nogueira de Oliveira
Universidade Estadual do Centro Oeste

Prof. Dr. Andre Muniz Afonso
Universidade Federal do Paraná

Profª. Dr. Lais Conceição Tavares
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof. Me. Rayme Tiago Rodrigues Costa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme
Universidade Federal do Tocantins

Prof. Me. Valdemir Pereira de Sousa
Universidade Federal do Espírito Santo

Profª. Dra. Sheylla Susan Moreira da Silva de Almeida
Universidade Federal do Amapá

Prof. Dr. Arinaldo Pereira Silva
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Profª. Dra. Ana Maria Aguiar Frias
Universidade de Evora, Portugal

Profª. Dra. Deise Keller Cavalcante
Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro

Profª. Esp. Larissa Carvalho de Sousa
Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal

Esp. Daniel dos Reis Pedrosa
Instituto Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Waslan Figueiredo Martins
Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Lênio José Guerreiro de Faria
Universidade Federal do Pará

Profª. Dra. Tamara Rocha dos Santos
Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Gustavo Soares de Souza
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

Profª. Dra. Adriana Cristina Bordignon
Universidade Federal do Maranhão

Profª. Dra. Norma Suely Evangelista-Barreto
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Me. Larry Oscar Chaiñi Paucar
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Peru

Prof. Dr. Pedro Andrés Chira Oliva
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Daniel Augusto da Silva
Fundação Educacional do Município de Assis

Profª. Dra. Aleteia Hummes Thaines
Faculdades Integradas de Taquara

Profª. Dra. Elisângela Lima Andrade
Universidade Federal do Pará

Prof. Me. Reinaldo Pacheco Santos
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Profª. Ma. Cláudia Catarina Agostinho
Hospital Lusíadas Lisboa, Portugal

Profª. Dra. Carla Cristina Bauermann Brasil
Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Humberto Costa
Universidade Federal do Paraná

Profª. Ma. Ana Paula Felipe Ferreira da Silva
Universidade Potiguar

Prof. Dr. Ernane José Xavier Costa
Universidade de São Paulo

Profª. Ma. Fabricia Zanelato Bertolde
Universidade Estadual de Santa Cruz

Prof. Me. Eliomar Viana Amorim
Universidade Estadual de Santa Cruz

Profª. Esp. Nássarah Jabur Lot Rodrigues
Universidade Estadual Paulista

Prof. Dr. José Aderval Aragão
Universidade Federal de Sergipe

Profª. Ma. Caroline Muñoz Cevada Jeronimo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Profª. Dra. Aline Silva De Aguiar
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Renato Moreira Nunes
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Me. Júlio Nonato Silva Nascimento
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª. Dra. Cybelle Pereira de Oliveira
Universidade Federal da Paraíba

Profª. Ma. Cristianne Kalinne Santos Medeiros
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Profª. Dra. Fernanda Rezende
Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Estudo em Educação Ambiental

Profª. Dra. Clara Mockdece Neves
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª. Ma. Danielle Galdino de Souza
Universidade de Brasília

Prof. Me. Thyago José Arruda Pacheco
Universidade de Brasília

Profª. Dra. Flora Magdaline Benitez Romero
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Profª. Dra. Carline Santos Borges
Governo do Estado do Espírito Santo, Secretaria de Estado de Direitos Humanos.

Profª. Dra. Rosana Barbosa Castro
Universidade Federal de Amazonas

Prof. Dr. Wilson José Oliveira de Souza
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Eduardo Nardini Gomes
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. José de Souza Rodrigues
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Willian Carboni Viana
Universidade do Porto

Prof. Dr. Diogo da Silva Cardoso
Prefeitura Municipal de Santos

Prof. Me. Guilherme Fernando Ribeiro
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profª. Dra. Jaisa Klaus
Associação Vitoriana de Ensino Superior

Prof. Dr. Jeferson Falcão do Amaral
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Profª. Ma. Ana Carla Mendes Coelho
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Prof. Dr. Octávio Barbosa Neto
Universidade Federal do Ceará

Profª. Dra. Carolina de Moraes Da Trindade
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof. Me. Ronison Oliveira da Silva
Instituto Federal de Amazonas

Prof. Dr. Alex Guimarães Sanches
Universidade Estadual Paulista

Profa. Esp. Vanderlene Pinto Brandão
Faculdade de Ciências da Saúde de Unai

Profa. Ma. Maria Das Neves Martins
Faculdade de Ciências da Saúde de Unai

Prof. Dr. Joachin Melo Azevedo Neto
Universidade de Pernambuco

Prof. Dr. André Luis Assunção de Farias
Universidade Federal do Pará

Profª. Dra. Danielle Mariam Araujo Santos
Universidade do Estado do Amazonas

Profª. Dra. Raquel Marchesan
Universidade Federal do Tocantins

Profª. Dra. Thays Zigante Furlan Ribeiro
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Norbert Fenzl
Universidade Federal do Pará

Prof. Me. Arleson Eduardo Monte Palma Lopes
Universidade Federal do Pará

Profa. Ma. Iná Camila Ramos Favacho de Miranda
Universidade Federal do Pará

Profª. Ma. Ana Lise Costa de Oliveira Santos
Secretaria de Educação do Estado da Bahia

Prof. Me. Diego Vieira Ramos
Centro Universitário Inga

Prof. Dr. Janaildo Soares de Sousa
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Mário Henrique Gomes
Centro de Estudos das Migrações e das Relações Interculturais, Portugal

Profª. Dra. Maria da Luz Ferreira Barros
Universidade de Evora, Portugal

Prof^a. Ma. Eliaidina Wagner Oliveira da Silva
Caixa de Assistência dos Advogados da OAB-ES

Prof^a. Ma. Maria José Coelho dos Santos
Prefeitura Municipal de Serra

Prof^a. Tais Muller
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Me. Eduardo Cesar Amancio
Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba

Prof^a. Dra. Janine Nicolosi Corrêa
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof^a. Dra. Tatiana Maria Cecy Gadda
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof^a. Gabriela da Costa Bonetti
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Me. Thales do Rosário De Oliveira
Universidade de Brasília

Prof^a. Dra. Maisa Sales Gama Tobias
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Pedro Igor Dias Lameira
Universidade Federal do Pará

Prof^a. Dra. Geuciane Felipe Guerim Fernandes
Universidade Estadual do Norte do Paraná

Prof. Me. Teonis Batista da Silva
Universidade do Estado da Bahia

Prof^a. Ma. Aline Maria Gonzaga Ruas
Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a. Dra. Alessandra Knoll
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

Prof^a. Ma. Carla Cristina Sordi
Universidade Estadual do Ceará

Prof^a. Dra. Caroline Lourenço de Almeida
Fundação Educacional do Município de Assis

Prof^a. Dra. Rosângela Gonçalves da Silva
Fundação Educacional do Município de Assis

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

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Universidade Federal da Grande Dourados

Prof. Dr. Leonardo de Carvalho Vidal
Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof^a. Dra. Mônica Aparecida Bortolotti
Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná

Prof^a. Dra. Lucieny Almohalha
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Prof. Esp. Layane Caroline Silva Lima Braun
Universidade Federal do Pará

Prof^a. Ma. Michelle Cristina Boaventura França
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Fernando da Silva Cardoso
Universidade de Pernambuco

Prof. Me. Hugo José Coelho Corrêa de Azevedo
Fundação Oswaldo Cruz

Prof^a. Ma. Leticia Keroly Bezerra Alexandrino
Universidade de Fortaleza

Prof. Dr. Luiz Gonzaga Lapa Junior
Universidade de Brasília

Prof^a. Ma. Martha Luiza Costa Vieira
Universidade Federal do Pará

Prof^a. Dra. Vânia Maria Arantes
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Prof. Me. Paulo Roberto Serpa
Universidade do Vale do Itajaí

Prof. Dr. Hercules de Oliveira Carmo
Faculdade de Educação de Guaratinguetá

Prof^a. Dra. Caroline Nóbrega de Almeida
Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof^a. Ma. Camila Tâmires Alves Oliveira
Universidade Federal Rural do Semiárido

Prof. Me. Francisco Lidiano Guimarães Oliveira
Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Mauro José de Deus Moraes
Universidade Federal do Acre

Prof^a. Ma. Terezinha Maria Bogéa Gusmão
Instituto Histórico e Geográfico de Arari

Prof. Dr. Felipe Vitório Ribeiro
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Esta obra constituiu-se a partir de um processo colaborativo entre professores, estudantes e pesquisadores que se destacaram e qualificaram as discussões neste espaço formativo. Resulta, também, de movimentos interinstitucionais e de ações de incentivo à pesquisa que congregam pesquisadores das mais diversas áreas do conhecimento e de diferentes Instituições de Educação Superior públicas e privadas de abrangência nacional e internacional. Tem como objetivo integrar ações interinstitucionais nacionais e internacionais com redes de pesquisa que tenham a finalidade de fomentar a formação continuada dos profissionais da educação, por meio da produção e socialização de conhecimentos das diversas áreas do Saberes.

Agradecemos aos autores pelo empenho, disponibilidade e dedicação para o desenvolvimento e conclusão dessa obra. Esperamos também que esta obra sirva de instrumento didático-pedagógico para estudantes, professores dos diversos níveis de ensino em seus trabalhos e demais interessados pela temática.

Carlos Alberto Martins Cordeiro
Francisco Carlos Alberto Fonteles Holanda
Dioniso de Souza Sampaio

SUMÁRIO

Capítulo 01

A PESCA DA CORVINA *CYNOSCION VIRESCENS* (CUVIER, 1830) NO LITORAL AMAZÔNICO BRASILEIRO (CONSIDERAÇÕES E ASPECTOS IMPORTANTES) - UMA REVISÃO DE LITERATURA

Francisco Carlos Alberto Fonteles Holanda; Leandro Maciel Freitas; Jonatas Rafael Espíndola

doi 10.37885/230312348 11

Capítulo 02

BAIXA DIVERSIDADE GENÉTICA EM CENTROS DE REPRODUÇÃO DO TAMBAQUI *COLOSSOMA MACROPOMUM* NO BRASIL: UMA REVISÃO

Charles Samuel Moraes Ferreira; Ivana Barbosa Veneza; Carlos Alberto Martins Cordeiro; Grazielle Fernanda Evangelista Gomes

doi 10.37885/230312469 36

Capítulo 03

COMERCIALIZAÇÃO DE OSTRAS NO NORDESTE PARAENSE, PARÁ, BRASIL

Lucio Danilo Ribeiro Conde; Danilo Vitor Vilhena Batista; Dioniso de Souza Sampaio; Carlos Alberto Martins Cordeiro

doi 10.37885/230312252 52

Capítulo 04

DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE SUSTENTADA, PROLONGADA E DE EXPLOÇÃO DE ALEVINOS DE TAINHA (*MUGIL PLATANUS*, GÜNTHER, 1880)

Edison Barbieri; Elder Samuel Lopes Martins; Renata Antunes Portis

doi 10.37885/221211445 65

Capítulo 05

INCORPORAÇÃO DE ADITIVOS NA RAÇÃO DE CAMARÕES PELO MÉTODO DE REPELETIZAÇÃO: AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS E BROMATOLÓGICOS

Guilherme Melgaço Heluy; Maria Angélica da Silva; Douglas Lemos de Souza; Damaris Rodrigues da Silva Fonte; José Arlindo Fragoso Neto; Ana Carla dos Santos Wanderley; Ranilson de Souza Bezerra; Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke; Juliana Ferreira dos Santos

doi 10.37885/221211469 81

Capítulo 06

REVISÃO: EFEITO DE FATORES ABIÓTICOS NO DESENVOLVIMENTO DE COPÉPODES CALANOIDA

Wesley Freitas da Anunciação

doi 10.37885/230412711 94

Capítulo 07**USO DO EXTRATO DE *ARRABIDEA CHICA* COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO DO PEIXE AMAZÔNICO *HYPHESSOBRYCON EQUES* (STEINDACHNER, 1882)**

Danilo Vitor Vilhena Batista; Ainoã Stephanny Almeida Pinheiro; Daiana Silva dos Santos; Edileno Tiago de Sousa Nascimento; Fernando Araújo Abrunhosa; Jucimauro de Araújo Pereira Junior; Ítalo Antônio de Freitas Lutz; Natalino da Costa Sousa; Márcia Valéria Silva do Couto; Carlos Alberto Martins Cordeiro

 10.37885/230111635 109

SOBRE OS ORGANIZADORES 118

ÍNDICE REMISSIVO 119

A PESCA DA CORVINA *CYNOSCION VIRESCENS* (CUVIER, 1830) NO LITORAL AMAZÔNICO BRASILEIRO (CONSIDERAÇÕES E ASPECTOS IMPORTANTES) - UMA REVISÃO DE LITERATURA

**Francisco Carlos Alberto Fonteles
Holanda**

Universidade Federal do Pará - UFPA

Leandro Maciel Freitas

Universidade Federal do Pará - UFPA

Jonatas Rafael Espíndola

Universidade Federal do Pará - UFPA

RESUMO

A pesca no litoral Amazônico é classificada nas modalidades industrial e artesanal, sendo esta última diversificada, com embarcações de pequena a média escala. Entre os recursos explorados, a corvina ou pescada-cambuçu *Cynoscion virescens*, destaca-se nos desembarques. É uma espécie demersal pertencente à família Sciaenidae de ampla distribuição na costa brasileira. A ausência de estatística sobre a espécie, suprime o desenvolvimento de estudos sobre a dinâmica populacional, além da avaliação de impactos sobre as espécies. Apesar da carência de dados estatísticos, há a importância de se apresentar um compilado acerca da atividade que incide sobre espécie, no intuito de gerar base para estudos posteriores e gestão pesqueira. A partir de uma revisão minuciosa, constatou-se que as capturas ocorrem principalmente pela frota artesanal, no qual, as armadilhas fixas (currais) e as embarcações do tipo canoa (CAN) e barco de pequeno porte (BPP) representam maior esforço e produção da *C. virescens* na costa norte. A *Cynoscion virescens* está listado como de menor preocupação, com declínios lentos. A tendência de aumento da produção pela frota artesanal citado por Freitas *et al.* (2021), aliado a alta demanda e valor comercial da “grude” com mercado internacional, pode direcionar maior esforço sobre a espécie, assim como ocorreu com a gurijuba (*Sciades parkeri*) e pescada amarela (*Cynoscion acoupa*).

Palavras-chave: Pescada-Cambuçu, Costa Norte, Corvina, Comercialização, Bexiga Nata-tória, Fauna Acompanhante.

■ INTRODUÇÃO

A produção brasileira, oriunda da atividade pesqueira foi de 803.270 toneladas, onde a pesca marinha e continental, representaram cerca de 68,9% e 31,1% respectivamente. Em relação à produção marinha, destaca-se a região nordeste como maior produtor representando 33,6%, seguido da região sul com 28,6%, região sudeste 20,7% e região norte 17% (MPA, 2011).

A região Norte brasileira, atingiu 93.450,2t, em 2010, responsável por contribuir com pouco mais de 28,6 % oriundos da pesca no âmbito nacional, passando para 94.265,3t, em 2011, um incremento produtivo de 0,87%, sendo o estado do Pará responsável por 92,83% da produção total da região no ano de 2011 (MPA, 2011). Estima-se que 90% do volume desembarcado no estado é oriundo das pescarias artesanais (IBAMA, 2007, ESPÍRITO-SANTO e ISAAC, 2012).

Considerando tal cenário, a pesca na costa norte é classificada nas modalidades industrial e artesanal, sendo esta última, com uma diversificação de embarcações, que operam desde a pequena até a pesca de média escala (ISSAC *et al.*, 2008).

Seguindo a classificação do CEPNOR/IBAMA (1998), Espírito-Santo e Isaac (2012), destacam as embarcações artesanais pelo esforço de pesca ao longo da costa norte (Tabela 1).

Tabela 1. Tipos de embarcações pesqueiras artesanais na costa norte.

Tipo de Embarcação	Descrição
Montaria (MON)	Canoa em peça única ou várias peças de madeira, movida a remo. Têm de 3 a 6,5m de comprimento.
Canoa (CAN)	Sem convés ou com convés semiaberto, em geral sem casaria, com quilha. Os comprimentos variam entre 3 e 8m.
Canoa motorizada (CAM)	Movidas a motor, com ou sem convés, com ou sem casaria, com comprimento entre 3 e 8m.
Barco de pequeno porte (BPP)	Movidas a motor, com casco de madeira, convés fechado ou semifechado, geralmente com casaria. Possuem comprimento entre 8 e 12m.
Barco de médio porte (BMP)	Movidas a motor, com casco de madeira ou de ferro, com casaria, convés fechado e comprimento igual ou superior a 12m.

Nessas embarcações, Duarte-Paula (2018), identificou os apetrechos usados nas pescarias da costa norte brasileira. Os apetrechos foram classificados em sete grupos conforme grupos preestabelecidos pela FAO (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição das categorias de apetrechos utilizados nas pescarias na costa norte do Brasil.

Apetrechos FAO		Apetrechos nomes locais
Hooks and lines	Anzol e linha	Caique, caniço, currico, curumim, espinhel horizontal, espinhel horizontal deriva, espinhel japonês, espinhel para bagre, espinhel para cioba, espinhel para tubarão, linha de mão e pargueira.
Traps	Armadilhas	Curral, laço, manzuá, matapi, pari
Grappling and wounding	Arpões e físgas	Coleta Manual, Gancho para Caranguejo e Zagaia
Trawls	Redes de arrasto	Arrasto de parelha/trilheira, Arrasto de porta para camarão
Falling gear	Redes de caída	Tarrafa
Gillnets and entangling	Redes de Emalhar e Enredar	Caçoeira, gozeira, caiqueiqueira, malhadeira a deriva, malhadeira ancorada (Fixa), pescadeira, pratiqueira, rede apoitada, rede de cerco com malhadeira ou arrastadeira rede de tapagem, rede malhadeira, Serreira, tainheira e zangaria
Seine nets	Redes de lanço	Arrastadeira, puçá, rede de cerco, rede de lanço e redinha

FORTE: DUARTE-PAULA, 2018.

Os principais aspectos que distinguem a pesca industrial da pesca artesanal, são: espécies alvo; poder de captura; área de pesca; aparato tecnológico; capacidade de armazenamento e autonomia (ESPÍRITO-SANTO e ISAAC, 2012).

Entre os recursos explorados na região, destaca-se a Corvina *Cynoscion virescens* (Cuvier, 1830), espécie pertencente à família *Sciaenidae*, capturada principalmente em currais de pesca e redes de emalhe, operadas pela frota artesanal ao longo da costa amazônica (FREITAS *et al.*, 2021). Os cianídeos, constituem-se como a principal família de peixes desembarcadas em território nacional, representando cerca de 22% do pescado marinho (CHAO *et al.*, 2015).

As corvinas compreendem diversos gêneros dentro da família *Sciaenidae*, com destaque para os gêneros *Cynoscion* e *Micropogonia*, representadas pelas espécies *Cynoscion virescens* (Cuvier, 1830) e *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823), de fundamental importância econômica para a cadeia produtiva pesqueira (SCHROEDER *et al.*, 2014; FREITAS *et al.*, 2021).

A *Cynoscion virescens*, conhecida como corvina ou pescada-cambuçu, é encontrada ao longo da costa brasileira (CHAO, 1978; CERVIGÓN *et al.*, 1993). Estudos evidenciam exploração e importância econômica deste recurso ao longo do litoral paraense, seja por armadilhas fixas (currais) ou pelo esforço da frota artesanal (PINHEIRO *et al.*, 2004; DUARTE-PAULA, 2018; FARIAS *et al.*, 2021).

De acordo Sakaguchi *et al.* (2020), a corvina *Cynoscion virescens*; explorada na região, possui importância econômica regional. Segundo Freitas *et al.* (2021), a partir da análise dos dados do projeto ESTATPESCA, houve um expressivo aumento no desembarque da espécie *Cynoscion virescens* no estado do Pará.

Com base no exposto, fez-se necessário a realização de pesquisa com base em dados disponíveis na literatura, no intuito de agregar dados científico e demais informações sobre captura da *C. virescens*, bem como propor novas pesquisas, tendo em vista que a captura

e o desembarque desta espécie, ocorrem durante todo o ano na costa norte, seja pela ação da pesca artesanal ou industrial (CHAO *et al.*, 2015; MAIA *et al.*, 2016; DUARTE-PAULA, 2018; FREITAS *et al.*, 2019; 2021).

De maneira geral, o estudo de revisão, tem objetivo de compilar informações sobre a corvina *Cynoscion virescens*. Além da realização de um levantamento bibliográfico especificamente acerca da distribuição geográfica e habitat; bioecologia da espécie; tecnologia de pesca e frota operante na captura da espécie, além da produção desembarcada e comercialização.

Dessa forma, é de fundamental importância de um estudo compilado acerca da espécie, além da captura que incidente sobre ela, tendo como base dados e informações disponíveis, que possam contribuir/servir de base para/com estudos posteriores sobre a gestão pesqueira da corvina.

■ MÉTODOS

A revisão e compilado de informações, consistiram em consultas de literaturas realizadas para a elaboração deste Trabalho de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado, além de artigos científicos por meio de plataformas online como o Google Acadêmico; Scielo; Redalyc; Zootaxa; além de periódicos Capes, como: Boletim do Instituto de Pesca; Arquivo de Ciências do Mar e materiais físico.

■ RESULTADOS

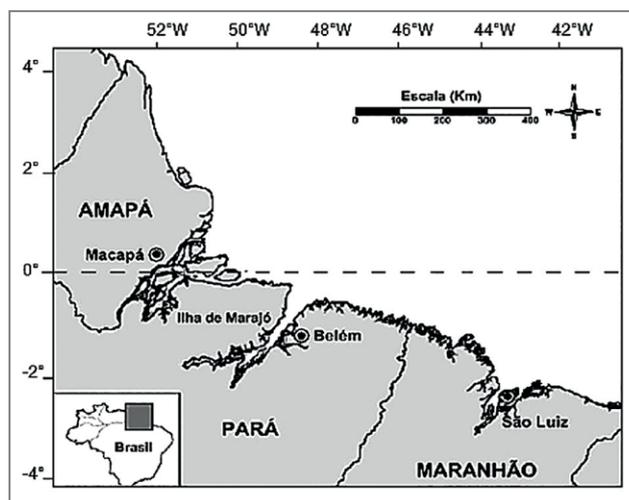
Distribuição geográfica e habitat

A região do litoral Amazônico apresenta características oceanográficas influenciadas pela corrente norte, impulsionados pelos ventos alísios (ANDRADE-TURBINO; RIBEIRO & VIANNA, 2008). O clima quente e úmido predomina, com pouca variação ao longo do ano (SOUZA-FILHO *et al.*, 2009; PEREIRA, 2013). A região abrange três principais biomas: plataforma continental amazônica e da Guiana, manguezais, florestas tropicais e as bacias de drenagem do rio Amazonas e Orinoco (ISAAC e FERRARI, 2017).

A costa norte contempla uma faixa de manguezal que corresponde a 9.891 km², representando cerca de 70% da área total de manguezal do litoral brasileiro (MENDES, 2005). Os manguezais por sua vez, são ecossistemas únicos, usados pelos organismos para reprodução, área de alimentação e abrigo contra predadores. Deste modo, diversas espécies da família *Sciaenidae* fazem uso deste ambiente durante parte ou por todo ciclo

de vida, ou ainda recrutam indivíduos que posteriormente irão acrescentar na biomassa a ser explorada pela pesca (CARDOSO *et al.*, 2016) (Figura 1).

Figura 1. Costa norte onde ocorre a exploração da corvina *Cynoscion virescens*.



Fonte: FREITAS *et al.*, 2021.

Estima-se que a família *Sciaenidae* possua 70 gêneros e 270 espécies (NELSON, 2006), os quais compreendem peixes popularmente conhecidos como corvina, pescada, corumbega, pescadinha, goete, entres outros. Os nomes que podem sofrer alterações de acordo com a região (ZAGONEL, 2006). As espécies estão distribuídas no oceano Atlântico, Índico e Pacífico, em estuários e costas litorâneas, além de ambientes continentais e dulcícolas (FROESE & PAULY, 2006; NELSON, 2006). No Brasil a família conta com 18 espécies dulcícolas e 34 marinhos (CHAO *et al.*, 2015).

A corvina ou pescada-cambuçu (*Cynoscion virescens*) tem hábito demersal, vivendo em locais de substrato de lama arenosa das águas costeiras próximas de estuários, ocorrendo em profundidades que variam de 6 a 70 metros (CHAO, 1978). Abundante nas águas costeiras da América Central, porção do Oceano Atlântico e na costa brasileira (CERVIGÓN *et al.*, 1993). Os peixes adultos habitam águas profundas no período diurno, e nadam para superfície durante a noite, enquanto os juvenis habitam zonas estuarinas (KEITH *et al.*, 2000).

Estudos mostram que a pescada-cambuçu está distribuída ao longo do litoral brasileiro, sendo capturada na região sudeste com redes de emalhe (PUZZI *et al.*, 2018), na região nordeste como fauna acompanhante da pesca de arrasto do camarão (DA SILVA JÚNIOR *et al.*, 2015) e na costa norte explorada sob diversos sistemas de pescas, desde armadilhas à redes de emalhe, no qual a captura da espécie é considerada como *by-catch* destas pescarias (PINHEIRO *et al.*, 2004; MAIA *et al.*, 2016; DUARTE-PAULA, 2018; FARIAS *et al.*, 2021).

Bioecologia

A *Cynoscion virescens* (Figura 2) possui boca grande e oblíqua com par de dentes caniniformes na extremidade da maxila superior (SZPILMAN, 2000). A estrutura corpórea é alongada e coberta por escamas ciclóides; possui 27 a 31 raios na nadadeira dorsal posterior, com escamas apenas na base; nadadeira anal com 2 espinhos e 8 a 9 raios, peitoral com 18 a 19; nadadeira caudal romboidal, com os raios medianos prolongados em exemplares jovens, mais reduzidos, porém maiores que nos adultos. O Primeiro arco branquial possui de 7 a 11 rastros; coloração prateada, mais escura no dorso; nadadeiras peitorais, pélvicas e anal claras; nadadeira dorsal com a margem enegrecida (MENEZES E FIGUEIREDO, 1980).

Pode atingir cerca de 1 metro de comprimento e pesar até 3,5 kg (MENEZES & FIGUEIREDO, 1980; OLIVEIRA-SILVA *et al.*, 2015). De acordo com Puzzi *et al.* (2018), o comprimento médio total de primeira maturação sexual da espécie foi estimado 23,95 cm para os machos e 27,22 cm para as fêmeas.

Figura 2. Corvina *Cynoscion virescens* (Cuvier, 1840).



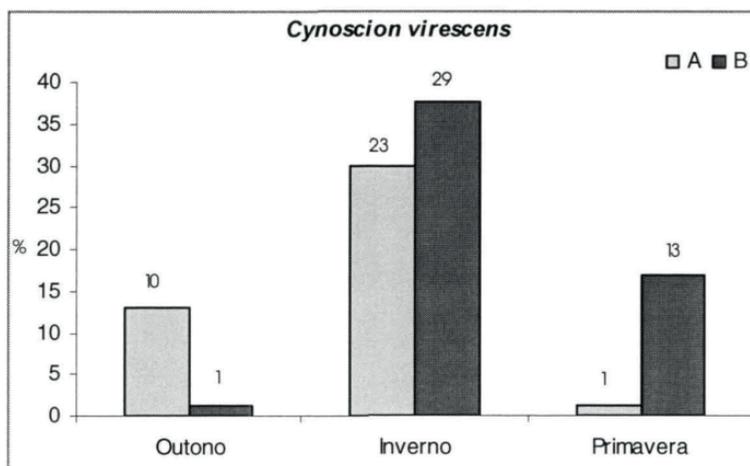
Classificação taxonômica:
Reino: *Animalia*
Filo: *Chordata*
Classe: *Actinopterygii*
Ordem: *Eupercaria*
Família: *Sciaenidae*
Gênero: *Cynoscion*
Espécie: *Cynoscion virescens* (Cuvier, 1830)
Fonte: SILVA, 2022.

Existem poucos trabalhos sobre a dieta alimentar da *Cynoscion virescens*. Lowe-McConnell (1966), definem o habito alimentar carnívoro, à base de camarões peneídeos, ocasionalmente sergestídeos e peixes, principalmente outros *Scianídeos*. Um estudo posterior de Menezes e Figueiredo (1980), corroborou com os resultados, que incluem os crustáceos e pequenos peixes, como alimentos preferenciais e eventuais da espécie.

No geral, a grande maioria das espécies pertencentes aos *Scianídeos* podem ser encontrados em águas rasas da plataforma continental com características peculiares, próximo à desembocadura de rio com fundo de areia ou lama (MENEZES & FIGUEIREDO, 1980), sendo nestes locais onde ocorrem reprodução e recrutamento para maioria destes indivíduos. (ROBERT *et al.*, 2007).

Aguiar (2005), em estudo voltado sobre a reprodução das pescadas, analisou o estágio de maturação gonadal da pescada-cambuçu por meio de análises sazonais (i) dos valores médios da Relação Gonadossomática (RGS) e (ii) as frequências de estádios de maturação gonadal, considerando A - imaturo, B - em maturação, C - maduro e D - fêmeas desovadas/ E - machos espermiados (Figura 3).

Figura 3. Distribuição sazonal das frequências (%) de estádios de maturação gonadal (A, B, C, D/E).



Fonte: AGUIAR, 2005.

O comprimento total (CT) dos indivíduos representou 30 a 60% do máximo descrito na literatura (MENEZES & FIGUEIREDO, 1980). O outono apresentou maior porção de juvenis, onde o esforço de pesca recruta maior parte de indivíduos de pequeno e médio porte; na primavera maior parcela de adultos em maturação, no período chuvoso evidenciou maior atividade da espécie na região, com maior tamanho amostral. Não foi realizada captura da espécie durante o verão, podendo indicar que a espécie realize migrações reprodutivas (AGUIAR, 2005).

Thiel & Potter (2001), caracterizaram a ictiofauna estuarina como: i) extremamente marinho: espécies que optam por altas salinidades, mas que eventualmente pode ser capturada em pequenas quantidades no estuário; ii) marinhos estuarinos oportunistas: podem ser capturados na forma juvenil em estuários; iii) diádromas e/ou catádromas; espécies que migram da água doce pra ambiente marinho ou anádromas, espécies marinhos que migram pra águas continentais; iv) semi-anádromas: espécies que tem maior parte do ciclo de vida marinho mas que recruta no estuário; v) estuarino: apresentam todo ciclo de vida dentro do ambiente estuarino; vi) marinhas estuarinas: abitam ambos ambientes.

Tecnologia de Pesca operada na costa norte brasileira

De acordo com Freitas *et al.* (2021), métodos usados na captura da *C. virescens* são diversificados, no qual o curral e as redes de emalhe serreira e gozeira se destacam como as artes de pesca mais frequentes na captura deste recurso (Tabela 3).

Tabela 3. Frequência relativa e absoluta do uso das artes de pesca.

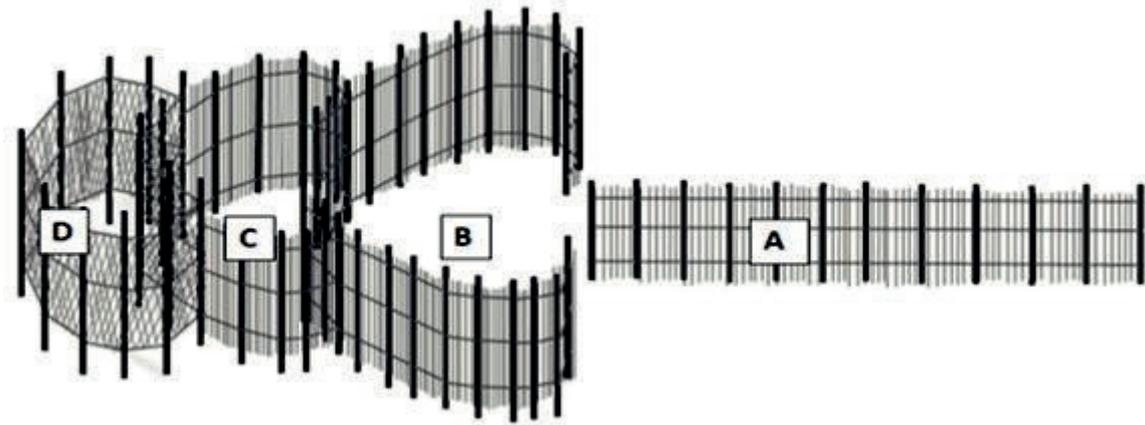
Arte	Código da Arte	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)
Curral	CUR	2.763	43,34
Gozeira	GOZ	1.624	25,47
Serreira	SER	972	15,24
Espinhel/bagre	ESB	482	7,56
Linha de mão	LIN	193	3,02
Pescadeira	PES	138	2,16
Rede de emalhe e linha	REL	69	1,08
Arte manual	ARM	43	0,67
Espinhel/pargueira	ESP	24	0,37
Zangaria	ZAN	23	0,36
Rede e espinhel	RES	17	0,26
Rede de tapagem	RET	13	0,2
Curral e rede	CRE	7	0,1
Tarrafa	TAR	4	0,06
Manzuá/peixe	MAP	1	0,01
Puçá	PUC	1	0,01
TOTAL	-	6.374	100

Fonte: FREITAS *et al.*, 2021.

Armadilha fixa

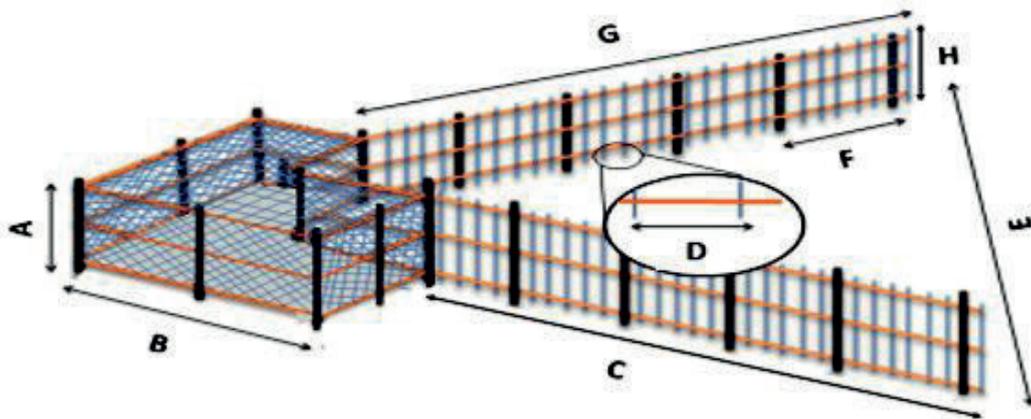
Os currais de pesca são armadilhas fixas construídas a partir da madeira oriunda do próprio mague como: tinteiro (*Laguncularia racemosa*), siribeira (*Avicennia germinans*), mangueiro (*Rhizophora mangle*) ou tronto de bacurizeiro, os quais são protegidos por redes ou telas. Geralmente construído no formato de coração ou em “V” (Figura 4 e 5), posicionados em locais estratégicos com dinâmica de maré bem definida capturando “de enchente” ou “de vazante” (NASCIMENTO *et al.*, 2016). Segundo estudo de Farias *et al.* (2021), verificou-se que este sistema tem a captura influenciada pelas fases da lua nova e cheia, as quais promovem as macros marés, favorecendo maiores capturas da corvina durante período estudado.

Figura 4. Curral do tipo coração e suas subdivisões, onde (A) é a espia, (B) é a salão, (C) é a sala e (D) é o depósito.



Fonte: FARIAS, 2021.

Figura 5. Curral do tipo espia, onde "A" é a altura média dos mourões do chiqueiro, "B" é a distância média entre os mourões do chiqueiro, "C" é o comprimento da espia direita, "D" é a distância média entre as varetas, "E" é a abertura de boca, "F" é a distância média entre os mourões da espia, "G" é o comprimento da espia esquerda e "H" é a altura média dos mourões da espia.

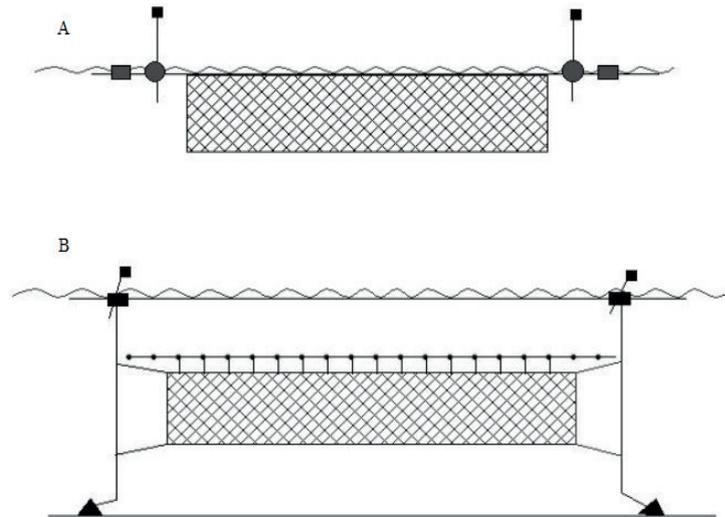


Fonte: FARIAS, 2021.

Rede de emalhe

As redes de emalhe (Figura 6) são apetrechos confeccionados a partir de nylon mono ou multifilamento com variadas espessuras de fio, abertura de malha e comprimentos; possuem formato retangular, podem ser posicionados na superfície, meia água ou no fundo, no entato, tais características se adaptam as características da espécie alvo, alterando a distancia entre nós opostos e a posição do apetrecho no meio aquático (ESPÍRITO-SANTO; ISAAC, 2012).

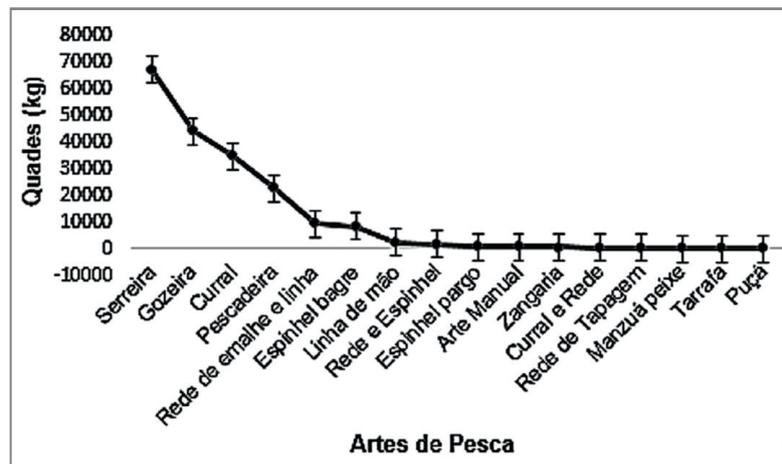
Figura 6. Rede de tipo emalhe de superfície (A) e meia água (B) utilizada na atividade pesqueira na costa norte brasileira.



Fonte: ICMBIO.

Segundo Freitas *et al.* (2021), as redes de emalhe: serreira e gozeira apresentaram maiores capturas da *C. virescens* num horizonte de 10 anos de dados coletados na costa paraense (Figura 7).

Figura 7. Quantidade desembarcada (Quades) de corvina *Cynoscion virescens* por apetrecho entre 1997 e 2007.



Fonte: FREITAS *et al.*, 2021.

A rede serreira é uma arte de pesca voltada para captura do peixe serra (*Scomberomorus brasiliensis*), possui malha de 100 mm e atua na superfície da água (ESPÍRITO-SANTO; ISAAC, 2012). No entanto, Ferreira *et al.* (2021), fazem menção do uso deste apetrecho na superfície e meia água nas pescarias no estado do Maranhão, o estudo mostrou que 60% do pescado capturado foi considerado como espécie acessória ou captura acidental. De acordo com Freitas *et al.* (2021), o apetrecho é extremamente eficiente na captura de uma espécie de hábito demersal como a *C. virescens*. A rede gozeira é voltada para captura da pescada gó (*Macrodon ancylodon*), possui 70 mm entre nós opostos atua na superfície da coluna d'água (ESPÍRITO-SANTO; ISAAC, 2012).

A gozeira segundo Ferreira *et al.* (2021), também é operada na superfície ou a meia água nas pescarias maranhenses, e ambas as redes de emalhe (serreira e gozeira) são altamente eficientes na captura de espécies acessórias, corroborando com estudo de Freitas *et al.* (2021).

Embarcações operantes na captura da *C. virescens* na costa norte brasileira

A frota pesqueira que opera ao longo do litoral amazônico é descrita como embarcações em sua maioria de madeira, com variadas estruturas e tamanhos (ISAAC, 2008) (Figura 8).

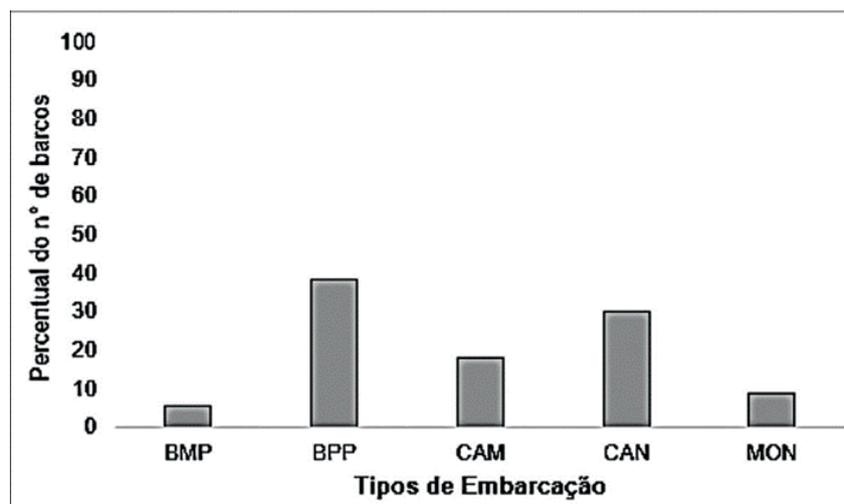
Figura 8. Embarcações pesqueiras do município de Augusto Corrêa-PA.



Fonte: Acervo do Autor.

De acordo com Freitas *et al.* (2021), a captura da corvina é desenvolvida por todos os tipos de embarcações de pesca regionais no litoral amazônico. Em relação ao percentual de barcos envolvidos no recrutamento da espécie, destaca-se as embarcações do tipo barco de pequeno porte (BPP) e canoa (CAN), as quais compuseram 576 embarcações num total de 847 monitoradas durante o período estudado (1997 a 2007) (Figura 9).

Figura 9. Percentual das categorias de embarcações em relação ao número total de embarcações (n=847) entre 1997 e 2007.



Fonte: FREITAS *et al.* 2021.

As embarcações do tipo canoa (CAN) (Figura 10 a) atuam nas regiões de estuário, com viagens curtas, de horas a 1 ou 2 dias, geralmente de dois a três pescadores por embarcação. O apetrecho usados são as redes de emalhe, variando de 4 a 5 cm entre nós opostos, voltado para a captura de diversas espécies (BENTES *et al.*, 2012).

As embarcações do tipo Barco de Pequeno Porte (BPP) podem atuar sobre estoque pesqueiro definido como: pesca do pargo (*Lutjanus purpureus*) (Poey, 1866), pesca da gu-rijuba (*Sciades parkeri*) (Traill, 1832), pesca do peixe-serra (*Scomberomorus brasiliensis*) (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978), nas zonas costeiras ou ainda atuar nas zonas estuarinas voltado para captura de peixes diversos (BENTES *et al.*, 2012) (Figura 11B). Segundo Santos-Filho *et al.* (2011), a capacidade de armazenamento deste tipo de embarcação varia de 2,5 a 8 toneladas movidas a motor com potência de 12 a 69 HP, munido de ferramentas que auxiliam a navegação como rádio, bússola e GPS.

Figura 10. A - Canoa (CAN) e B - Barco de Pequeno Porte (BPP) do município de Augusto Corrêa-PA.



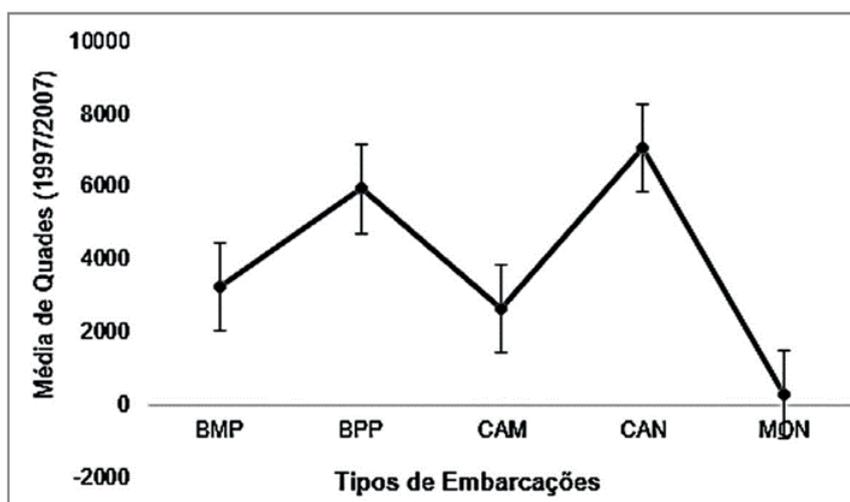
Fonte: Acervo do Autor.

As artes usadas na categoria BPP são as redes de nylon multifilamento, o tamanho do apetrecho varia conforme o tamanho da embarcação. As viagens duram de 10 a 25 dias, operadas por quatro a doze pescadores (BENTES *et al.*, 2012). Outra arte usada é o

espinhel de fundo, com aproximadamente de 2.000 m de comprimento com 3.000 anzóis, cerca de oito pescadores operam por embarcação; viagens que duram em torno de 15 dias e produção estimada de 7 a 8 toneladas (BENTES *et al.*, 2012; SANTOS-FILHO *et al.*, 2011).

De acordo com Freitas *et al.* (2021), as embarcações do tipo canoa (CAN) e barco de pequeno porte (BPP) apresentaram maiores médias de desembarque da *C. virescens* na costa paraense (Figura 11).

Figura 11. Média do volume desembarcado por tipo de embarcação de 1997 a 2007.



Fonte: FREITAS *et al.* 2021.

Uma característica peculiar das embarcações artesanais que atuam nas zonas marinhas e estuarinas é o baixo aparato tecnológico, assim apesar da ausência de tecnologia a bordo das embarcações do tipo canoa (CAN) destaca-se sua autonomia de pesca, distância dos pesqueiros, esforço empregado e a frequência desembarcada (FREITAS *et al.*, 2021).

Produção Pesqueira da *C. virescens* no litoral amazônico brasileiro

Os dados estatísticos oficiais disponíveis foram elencados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em parceria com Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), até o ano de 2007. A partir do ano seguinte a elaboração da estatística pesqueira ficou a cargo do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), última estatística pesqueira publicada. (Tabela 4).

Tabela 4. Produção da corvina *C. virescens* em toneladas no litoral amazônico e em território nacional de 2000 a 2011.

Ano	Pará	Amapá	Brasil
2000	293	-	357
2001	134	-	212
2002	382,5	-	460
2003	313,5	-	419
2004	1071	-	1.136
2005	497,5	919,5	1.487,5
2006	275,5	53	430,5
2007	200,5	42	330,5
2008	-	-	743
2009	-	-	819
2010	-	-	778
2011	-	-	782,3

Fonte: MMA/IBAMA, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007; MPA, 2008, 2009, 2010, 2011.

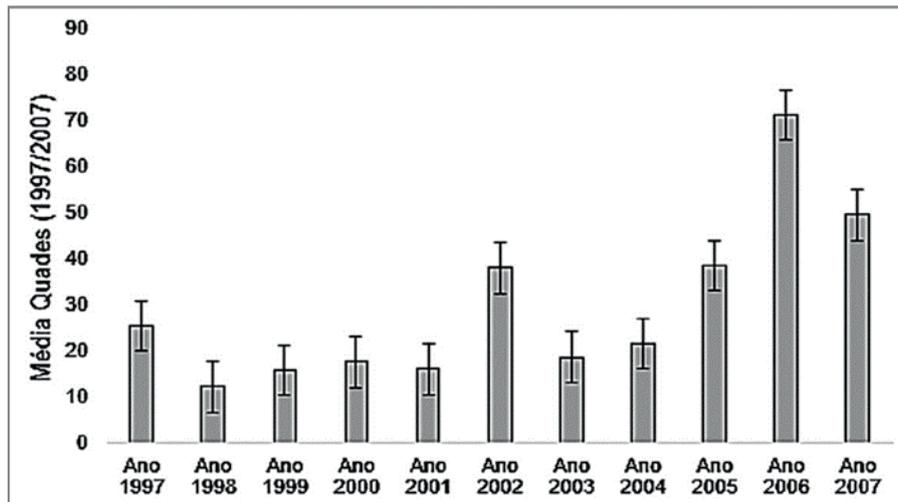
Assim, temos a produção da pescada-cambuçu no litoral amazônico e a produção total no território nacional numa linha temporal de 11 anos. Para o estado do Maranhão não foram registrados dados oficiais acerca da produção espécie em seu litoral, no estado do Amapá foi verificado produção somente nos últimos três anos em que foi realizada estatística pelo MMA/IBAMA. No ano de 2005, foi observado um aumento da produção do pesqueiro do estado amapaense, saindo de 4.645 t para 5.991 t, onde a pescada-cambuçu representou 15,8% do total produzido.

O estado do Pará durante todo período de realização da estatística, apresentou maior frequência no desembarque de *C. virescens* no seu litoral. Analisando os dados desde o ano de 2000 a 2011, a produção nacional da pescada-cambuçu foi de 7.954,8 t, se considerarmos a produção nacional entre os de 2000 a 2007, temos um total de 4.832,5 t, e durante este período o estado do Pará foi responsável por 65,5% da produção nacional. Do ano de 2008 a 2011 os dados estatísticos acerca da produção pesqueira passaram a ser publicados no âmbito nacional, e seguindo a tendência dos anos anteriores, estima-se que estado do Pará ocupe as primeiras posições como maior produtor da espécie.

Acerca da estatística no território paraense, Freitas *et al.* (2021), utilizaram dados do programa Estatpesca, realizado pelo CEPNOR/IBAMA em 14 municípios costeiros do estado, os dados se referem a produção dos anos de 1997 a 2007. De acordo com estudo, os registros de captura da espécie durante o monitoramento corresponderam a aproximadamente 1% do total de desembarcado ($n = 638.741$), totalizando um volume de 194,83 t.

A produção média desembarcada ao longo dos anos (Figura 12), foi estimada considerando todos municípios, artes de pesca e embarcações empregados na captura da *C. virescens* no litoral paraense (FREITAS *et al.*, 2021).

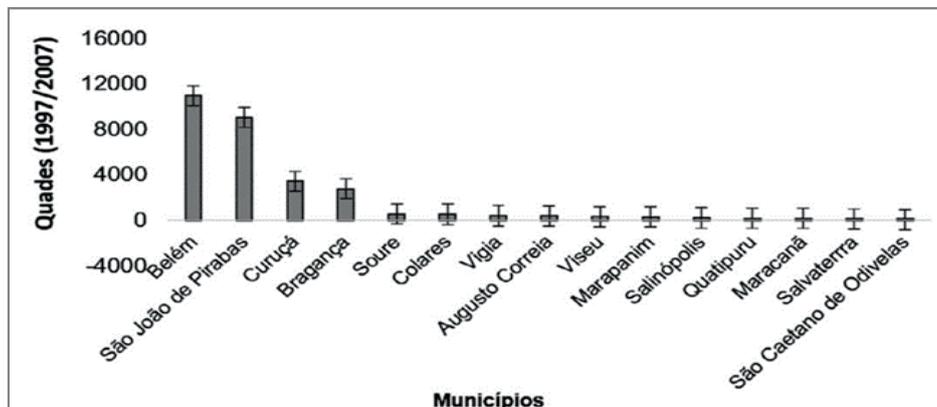
Figura 12. Média da quantidade da pescada-cambuçu *Cynoscion virescens* desembarcada entre 1997 e 2007, considerando todos os municípios e os tipos de apetrechos e embarcações registrados.



Fonte: FREITAS *et al.* 2021.

Segundo Freitas *et al.* (2021), a partir do ano de 2002 até 2007, houve uma tendência de aumento da produção média desembarcada, no qual destacou-se a capital Belém e o município de São João de Pirabas, com os volumes de corvina desembarcada (Figura 13).

Figura 13. Quantidade desembarcada (QUADES) de corvina *C. virescens* nos municípios.



Fonte: FREITAS *et al.* 2021.

A produção da capital foi intensificada em especial nos últimos três anos (2005, 2006 e 2007), neste período houve incremento na produção pelas embarcações de pequeno e médio porte. O município de São João de Pirabas apresentou maior frequência de desembarque da *C. virescens*, caracterizando-se como principal porto de desembarque deste recurso (FREITAS *et al.*, 2021).

Comercialização

Martins *et al.* (2021), durante os meses de março de 2016 a julho de 2017 realizou um levantamento das espécies comercializadas no município de Bragança-PA. O estudo destacou

a corvina (*C. virescens*) com uma espécie de baixa frequência, mas de elevada abundância comercializada no mercado municipal, com uma produção estimada em 11,61 toneladas.

Somente nos dois últimos anos de estatística sob direção do MMA/IBAMA (2006 e 2007), foi publicado o preço de primeira comercialização individual para os recursos pesqueiros e por unidade federativa. O preço de comércio da *C. virescens* no estado do Amapá foi estimado em R\$ 1,18 nos anos de 2006 e 2007, gerando uma receita R\$ 112.100,00. Enquanto no estado do Pará nos anos de 2006 e 2007 o preço de comércio foi estipulado em R\$ 2,19 e R\$ 1,95 respectivamente, gerando uma receita R\$ 994.320,00.

Comércio da bexiga natatória “grude”

De acordo com Jimenez *et al.* (2021), a exportação brasileira de subprodutos de peixe totalizou cerca de 4.657,9 t gerando uma receita de US\$ 163.476.733 entre os anos 2012 e 2020. Segundo o estudo, a costa norte brasileira durante este período foi responsável por produzir cerca de 4.454,6 t de bexiga natatória, representando 95,6% das exportações, sendo o estado paraense o principal produtor com cerca de 4.419,1 t representando 95% da produção exportada nesse período.

A bexiga natatória ou “isinglass” têm sido o principal subproduto oriundo da fauna íctia comercializado no âmbito internacional, em função do elevado valor comercial. (Jimenez *et al.*, 2021). A produção da “grude” é destinada às indústrias de bebidas e de cosméticos. (ISAAC *et al.*, 1998; Mourão *et al.*, 2009).

O comércio da grude inclui desde espécies que estão sob ordenamento, com entrada de novas espécies no mercado, devido alta demanda por este subproduto. A quantidade de pescado necessário para se produzir 1 kg de “grude” varia de 20 a 70 kg, com a média global estimada em 52,5 kg (JIMENEZ *et al.*, 2021).

Jimenez *et al.* (2021), identificou 10 espécies distribuídos entre as famílias *Sciaenidae* e *Ariidae* as quais têm a “grude” amplamente comercializada com mercado internacional. O “isinglass” oriundo das pescadas apresentam maiores preços de mercado, destaque pra *C. acoupa* cujo preço médio atinge 350 USD/kg, ocupando a segunda posição temos a *C. microlepidotus* com preço estipulado em 118 USD/kg, e em terceiro lugar temos a corvina *C. virescens*, com uma relação de 67,5 kg de peixe para 1 kg de grude, comercializados a um preço médio de 113 USD/kg (Figura 14).

Figura 14. Grude seca da corvina *C. virescens*.



Fonte: Acervo do Autor.

O beneficiamento da grude ocorre ainda em alto mar, os peixes trazidos a bordo são eviscerados (Figura 15), lavados e armazenados em gelo; a bexiga natatória é retirada e exposta ao sol pra secar (JIMENEZ *et al.*, 2020).

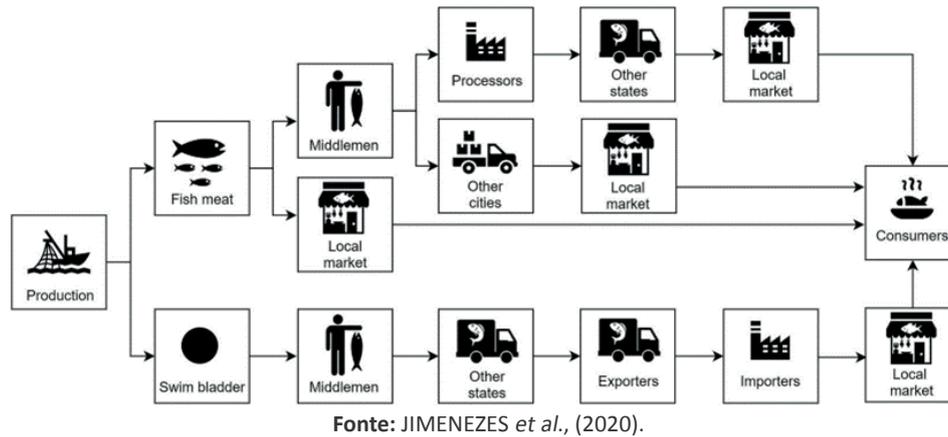
Figura 15. Desembarque de *C. virescens* em Curuçá-PA.



Fonte: SILVA, 2022.

A cadeia de comercialização do pescado e seu subproduto, pode ser caracterizada em quatro canais voltados para o mercado interno ou externo (Figura 16). Sendo três canais voltados para o comércio do pescado, que é sobretudo a nível nacional, o único canal voltado para a exportação é o da “grude”, assim, a cadeia de comercialização engloba pescadores, intermediários e empresas exportadoras (JIMENEZES *et al.*, 2020).

Figura 16. Cadeia de valor do pescado e da bexiga natatória no litoral amazônico.



Fonte: JIMENEZES *et al.*, (2020).

■ CONCLUSÃO

A corvina *C. virescens* é um espécie demersal presente em águas costeiras e estuárias, distribuída ao longo da costa brasileira. O estado do Pará destaca-se como maior produtor da espécie. Embora não se tenha conhecimento de um esforço de pesca direcionado para este recurso na costa norte, as capturas ocorrem principalmente pela frota artesanal, no qual, as armadilhas fixas (currais) e as embarcações do tipo canoa (CAN) e barco de pequeno porte (BPP) representam maior esforço e produção da *C. virescens* na costa norte.

Atualmente, o Brasil não possui estatística acerca da produção pesqueira em seu território, sendo a produção do ano 2011 o último dado estatístico oficial publicado. Assim, ausência de dados limita as possíveis tomadas de decisões, gerando escassez de dados científicos e estatísticas de pesca confiáveis. De acordo com Isaac *et al.*, (2008), o aumento desordenado do esforço pode levar a sobre exploração dos estoques pesqueiros.

Com objetivo de avaliar a pressão sobre os estoques a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), elaborou a “*red list*” (lista vermelha) classificando as espécies por nível de ameaça, agrupados em nove categorias: espécies extintas, extintas da vida selvagem, criticamente ameaçado, em perigo, vulnerável, quase ameaçado, pouca preocupação, dados deficientes e espécies não avaliadas. A espécie *Cynoscion virescens* está listado como de menor preocupação, as espécies nesta categoria sofrem declínios lentos, assim é de suma importância monitorar e desenvolver ações de conservação para evitar que sejam ameaçadas no futuro.

Segundo Santos & Vianna (2018), apesar da vasta distribuição a *C. virescens*, apresenta uma pequena parcela de estudos voltados para espécie, refletindo a ausência de dados científicos sobre a bioecologia da espécie.

A tendência de aumento da produção pela frota artesanal citado por Freitas *et al.* (2021), aliado a alta demanda e valor comercial da “grude” com mercado internacional,

pode direcionar maior esforço sobre a espécie, assim como ocorreu com a gurijuba (*Sciades parkeri*) e pescada amarela (*Cynoscion acoupa*). Atualmente ambas espécies listadas como vulneráveis à pesca pela IUCN.

Com algumas exceções, os cianídeos brasileiros estão sob risco baixo a moderado de extinção, à sobrepesca e a captura acidental, são os vetores de ameaça às espécies estuarinas e marinhas. Ademais, a falta de dados sobre a produção brasileira, limitam estudos sobre a dinâmica populacional dos estoques e avaliação dos impactos sobre as espécies ou populações. Deste modo, faz-se necessário a retomada da estatística pesqueira no âmbito nacional, com a obtenção de dados de produção a nível de espécie para se produzir estatística mais acurada, que posteriormente irão embasar estudos de avaliação e gestão dos estoques.

■ REFERÊNCIAS

AGUIAR, K.D. 2005. Avaliação da atividade reprodutiva das pescadas (*Cynoscion jamaicensis*, *C. leiarchus*, *C. virescens* e *Macrodon ancylodon*) (perciformes: *Sciaenidae*) capturadas pela pesca na região limítrofe entre o litoral do Paraná e Santa Catarina. Monografia. Universidade Federal do Paraná, 24pp.

ANDRADE-TURBINO, M. F.; RIBEIRO, A.L.R. & VIANNA, M. 2008. Organização espaço-temporal das ictiocenoses demersais nos ecossistemas estuarinos brasileiros: uma síntese. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 640-661.

BARBOSA, J. M.; FERRAZ, K. DE S.; NASCIMENTO, C. M. DO. 2008. Sistematização de nomes vulgares de peixes comerciais do Brasil: 1. espécies dulciaquícolas. **Repesca**, v. 3, n. 3, p. 76–90.

BENTES, B., ISAAC, VJ., ESPÍRITO-SANTO, RV., FRÉDOU, T., ALMEIDA, MC., Mourão, KRM. & Frédou, FL. 2012. Multidisciplinary approach to identification of fishery production systems on the northern coast of Brazil. **Biota Neotropica**.

BRAGA, C. F. et al. 2006. Considerações Sobre a Comercialização De Pescado Em Bragança – Pará. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, v. 6, n. 1, p. 105–120,

BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA INTERMINISTERIAL Nº2, de 15 de janeiro de 2010. Diário Oficial da União, Brasil, 18 de janeiro, p.77. 2010. Disponível em: < https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-interministerial-2%202010_77749.html > [Acessado em 16/01/2022].

CARDOSO, C. N. A. et al. 2016. Complexidade do Habitat e Variação Espaço-Temporal da Diversidade de Sciaenidae (Teleostei) em Canais de Maré da Costa Norte do Brasil. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 3, p. 70–76.

CASTELLO, J. P. 2010. O futuro da pesca da aquicultura marinha no Brasil: a pesca costeira. **Ciência e Cultura**, v. 62, n. 3, p. 32-35.

- CERVIGÓN, F. 1993. Los peces marinos de Venezuela. Volume 2. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela. 497 p.
- CHAO, N.L. 1978. Sciaenidae. Em W. Fischer (ed.), Folhas de identificação de espécies da FAO para fins de pesca. Atlântico Oeste (Área de Pesca 31). Volume 4. FAO, Roma.
- CHAO, N.L. et al. 2015. A popular and potentially sustainable fishery resource under pressure-extinction risk and conservation of Brazilian Sciaenidae (Teleostei: Perciformes). **Global Ecology and Conservation**, v. 4, p. 117–126.
- DA SILVA JÚNIOR, C. A. B. et al. 2015. Aspects of the reproductive biology and characterization of sciaenidae captured as bycatch in the prawn trawling in the northeastern Brazil. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 37, n. 1, p. 1–8.
- DUARTE-PAULA, J. 2018. Dinâmica da atividade pesqueira na costa corte do Brasil: Variação espaço - temporal da captura em relação ao esforço pesca. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, Campus de Belém, 87 pp.
- ESPÍRITO-SANTO, R.V. 2002. Caracterização da atividade de desembarque da frota artesanal de pequena escala na região estuarina do Rio Caeté, Município de Bragança - Pará - Brasil. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Costeiros, Universidade Federal do Pará, Belém, 89 pp.
- ESPÍRITO-SANTO, RV., ISAAC, V. J. 2012. Desembarques Da Pesca De Pequena Escala No Município De Bragança – Pa , Brasil : Esforço E. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 25, n. 1, p. 31–48.
- FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture: Sustainability in action. Roma, 2020. 224p.
- FARIAS, J. B. Q. et al. 2021. Pesca Com Armadilhas Fixas (Currais De Pesca) Em Um Estuário No Litoral Amazônico Brasileiro. p. 227–253.
- FERREIRA, H. R. S. et al. 2021. Caracterização da pesca com rede serreira no município de raposa-Ma. v. 31, n. 2, p. 1–11.
- FREITAS, L. M., et al. 2019. Rendimento e distribuição de pescarias de arrasto de fundo para peixes diversos na costa norte do Brasil. **Arquivo de Ciências do Mar** 52, p. 108–123.
- FREITAS, L. M., et al. 2021. Pescarias artesanais de pequena , média e larga escala da corvina *Cynoscion virescens* (CUVIER , 1830) no estado do Pará Artisanal fisheries of the small, medium and large scale of. v. 54, n. 1, p. 44–60.
- FROESE, R. & PAULY, D. Editors. 2006. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (2006).
- IBAMA. Estatística da pesca 2007, Brasil. **Ministério do Meio Ambiente**, 2007. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2007_boletim_07_brasil.pdf> [Acessado em 17/09/2021].
- IBGE - **Estimativas da população residente nos municípios 2021**. Disponível em: <<https://www2.mppa.mp.br/simpacervo/download?param=/Departamento%20de%20Atividades%20Judiciais%20-%20DAJ/Sobre%20o%20MPPA/RA-MUNICIPIOS-DISTRITOS.pdf>> [Acessado em 09/08/2021].

ISAAC-NAHUM, Victoria Judith. 2006. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros do litoral amazônico: um desafio para o futuro. *Cienc. Culto.*, São Paulo, v. 58, n. 3, pág. 33-36. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000967252006000300015&lng=en&nrm=iso> [Acessado em 17/08/2021].

ISAAC, V.J.; ARAÚJO, A. R.; SANTANA, J. V. 1998. A pesca no Estado do Amapá: alternativas para seu desenvolvimento sustentável. Macapá: SEMA/GEA-BID. 132p.

ISAAC, V. J.; SANTO, R. V. D. E.; NUNES, J. L. G. 2008. A estatística pesqueira no litoral do Pará: Resultados divergentes. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 3, n. 3, p. 205–213.

ISAAC, V.J.; FERRARI, S.F. 2017. Assessment and management of the North Brazil Shelf Large Marine Ecosystem. **Environmental Development**. 22:97-110.

IUCN. 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-3. <<https://www.iucnredlist.org>> [Acessado em 27/05/2022].

JIMENEZ, É. A. et al. 2019. Understanding changes to fish stock abundance and associated conflicts: Perceptions of small-scale fishers from the Amazon coast of Brazil. **Ocean and Coastal Management**, v. 182, n. March, p. 104954.

JIMENEZ, É. A. et al. 2020. Value chain dynamics and the socioeconomic drivers of small-scale fisheries on the Amazon coast: A case study in the state of Amapá, Brazil. **Marine Policy**, v. 115, p. 103856.

JIMENEZ, É. A. et al. 2021. International trade of Amazon fish byproducts: Threats and opportunities for coastal livelihoods. **Ocean & Coastal Management**, v. 212, p.105812.

KEITH, P., P.-Y. LE BAIL & P. PLANQUETTE, 2000. Atlas des poissons d'eau douce de Guyane. tome 2, fascicule I. Paris, MNHN/SPN. Collection Patrimoines Naturels: 286 p.

LISBOA, A. S. 2005. Caracterização do processamento e comercialização do “grude” da Pescada-amarela *Cynoscion acoupa* (Lacépède, 1802) e Gurijuba *Arius parkeri* (Traill, 1832) comercializado no município de Vigia de Nazaré, Pa. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, 78p.

LOPES, L. R. et al. 2020. Dimensões associadas ao consumo de pescado na região metropolitana de Belém – PA”, **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**.

LOWE-McCONNELL, R. H. 1966. The Sciaenidae fishes of British Guiana. **Bulletin of Marine Science**, v. 16, n. 1, p. 20-57.

LUTZ, Í. A. DE F. et al. 2016. Produção pesqueira desembarcada em um estuário do norte do Brasil (Bragança, Pará)/Fishery production landing in a northern Brazilian estuary (Bragança, Pará). **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 4, n. 2, p. 125–136.

MARTINS, T. S. et al. 2021. Diversity and abundance of commercialized fish in northeastern Pará, coastal Amazon: the case of the street market in Bragança-pa. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 54, n. 1, p. 27 – 43.

MAIA, B. P. et al. 2016. Gradiente Latitudinal da Beta Diversidade da Fauna Acompanhante das Pescarias Industriais de Camarões Marinhos da Costa Norte do Brasil. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 1, p. 31–39.

- MENDES, A.C. 2005. Geomorfologia e sedimentologia, *in* Fernandes, M.E.B. (ed.). **Os manguezais da costa norte brasileira**. Maranhão: Fundação Rio Bacanga, p. 13-31.
- MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. 1980. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3)**. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.
- MOURÃO, K. R. M. et al. 2009. Sistema de produção pesqueira pescada amarela - *Cynoscion acoupa* Lacèpede (1802): um estudo de caso no litoral nordeste do Pará - Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 3, p. 497–511.
- MMA/IBAMA. **Boletim de Estatística da Pesca no Brasil no ano de 2000 Grandes Regiões e Unidades das Federações**. Tamandaré (PE), 2002. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2000_bol__bra_parte1.pdf> [Acessado em 10/03/2022].
- MMA/IBAMA. **Boletim de Estatística da Pesca no Brasil no ano de 2001 Grandes Regiões e Unidades das Federações**. Tamandaré (PE), 2003. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2003_boletim_01_brasil.pdf> [Acessado em 10/03/2022].
- MMA/IBAMA. **Boletim de Estatística da Pesca no Brasil no ano de 2002 Grandes Regiões e Unidades das Federações**. Tamandaré (PE), 2004. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2004_boletim_02_brasil.pdf> [Acessado em 10/03/2022].
- MMA/IBAMA. **Boletim de Estatística da Pesca no Brasil no ano de 2003 Grandes Regiões e Unidades das Federações**. Brasília (DF), 2004. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2004_boletim_03_brasil.pdf> [Acessado em 10/03/2022].
- MMA/IBAMA. **Boletim de Estatística da Pesca no Brasil no ano de 2004 Grandes Regiões e Unidades das Federações**. Brasília (DF), 2005. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2005_boletim_04_brasil.pdf> [Acessado em 10/03/2022].
- MMA/IBAMA. **Boletim de estatística da pesca no Brasil no ano de 2005: grandes regiões e unidades das federações**. Brasília (DF): 2007. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2007_boletim_05_brasil.pdf> [Acessado em 10/03/2022].
- MMA/IBAMA. **Boletim de estatística da pesca no Brasil no ano de 2006: grandes regiões e unidades das federações**. Brasília (DF): 2008. disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2008_boletim_brasil_06.pdf> [Acessado em 10/03/2022].
- MMA/IBAMA. **Estatística da pesca no Brasil no ano de 2007: grandes regiões e unidades das federações**. Brasília (DF): 2007. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2007_boletim_07_brasil.pdf> [Acessado em 10/03/2022].
- MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura: Brasil 2008-2009**. Brasília (DF). 2010: Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2008_2009_nac_pesca.pdf> [Acessado em 10/03/2022].

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura: Brasil 2010**. Brasília (DF): 2012. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2010_nac_boletim.pdf> [Acessado em 10/03/2022].

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011**. Brasil. 2011. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2011_bol__bra.pdf> [Acessado em 10/03/2022].

NASCIMENTO, J. R. et al. 2016. Técnicas E Saberes Imbricados Na Arte Da Pesca De Curral Em Uma Reserva Extrativista Marinha Da Amazônia. **Nova Revista Amazônica**, v. 4, n. 2.

NELSON, J.S. 2006. *Fishes of the World*. 4. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, USA. 601 p.

OLIVEIRA-SILVA, J. T. de.; LOPES, P. R. D.; FERNANDES, I. P. 2015. Notas sobre a alimentação de peixes (actinopterygii) da Praia do Malhado, Ilhéus (Bahia). iii. família sciaenidae: *cynoscion microlepidotus*, *c. virescens*, *macrodon ancylodon* e *paralonchurus brasiliensis*. **Revista Mosaicum**, [S. l.], v. 11, n. 21.

PINHEIRO, L. A.; FRÉDOU, F. L. 2004. Caracterização Geral Da Pesca Industrial Desembarcada No Estado Do Pará. v. 4, n. 091.

PUZZI, ABORÉ et al. 2018. Alguns aspectos da pesca biológica na captura de “pescada-cambucu”, *Cynoscion virescens* Cuvier, 1830 (Percoidei, Sciaenidae) por redes de emalhar no litoral do Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, [SI], v. 12, n. 3, pág. 63-72.

ROBERT, M. C.; MICHELS-SOUZA, M. A.; CHAVES, P. T. 2007. Biologia de *Paralonchurus brasiliensis* (Steindachner) (Teleostei, Sciaenidae) no litoral sul do estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 1, p. 191-198.

SAKAGUCHI, A. K.; RIBEIRO, W. O. 2020. A atividade pesqueira e a centralidade urbano-regional de Bragança/PA. *Formação, Presidente Prudente*, v. 27, n. 51, p. 66-74.

SANTOS FILHO, A. P. et al. 2011. Levantamento Socioeconômico da Atividade Pesqueira Artesanal na Vila do Sucuriju, Amapá, Brasil. **Boletim Técnico Científico do Cepnor**, v. 11, n. 1, p. 129–141.

SANTOS, S. R., & VIANNA, M. 2018. Scientometric Analysis of the Fisheries Science for the Species of *Cynoscion* (Sciaenidae: Perciformes) from the Western Atlantic, with Emphasis in the Comparison of the North American and Brazilian Fisheries Catch Data, **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, v. 26, n. 1, p. 55-69.

SEAP/IBAMA/FUNDAÇÃO PROZEE. 2006. **Relatório final do projeto de monitoramento da atividade pesqueira no litoral do Brasil**: Projeto ESTATPESCA. Brasília. 328 p.

SCHROEDER, R. et al. 2014. Análise espaço-temporal da composição da captura da pesca com emalhe de fundo no sudeste/sul do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, n. 3, p. 323–353.

SILVA, E. S. C., CUNHA, D. S., ARAÚJO, C. S. P., SALES, A. D., & HOLANDA, F. C. A. F. 2012. Cadeia de comercialização do pescado desembarcado no posto fiscal de Bragança, Estado do Pará. **Arquivo Ciências do Mar**, 45(1): 82 – 87.

SOUZA-FILHO, Pedro WM et al. 2009. The subsiding macrotidal barrier estuarine system of the eastern Amazon coast, Northern Brazil. In: *Geology and geomorphology of Holocene coastal barriers of Brazil*. Springer, Berlin, Heidelberg. p. 347-375.

SZPILMAN, M. 2000. **Peixes marinhos do Brasil: guia prático de identificação**. Rio de Janeiro: Instituto Ecológico Aqualung. 288 p.

THIEL, R., & POTTER, I. C. 2001. The ichthyofaunal composition of the Elbe Estuary: an analysis in space and time. **Marine Biology**, 138, 603-616.

VAZZOLER, G. 1975. Distribuição da fauna de peixes demersais e ecologia dos Sciaenidae da plataforma continental brasileira, entre as latitudes 29°21'S (Torres) e 33°41'S (Chuí). **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 24, p. 85-169.

WALLACE, A.P.C.; MILNER-GULLAND, E.J.; JONES, J.P.G.; BUNNEFELD, N.; YOUNG, R.; NICHOLSON, E. 2015. Quantifying the Short-Term Costs of Conservation Interventions for Fishers at Lake Alaotra, Madagascar. *Plos One*. 10:e0129440.

ZAGONEL, L. B. 2006. Testando a monofilia de Pachyurinae (Perciformes, Sciaenidae) e de seus componentes com base em dois genes mitocondriais.

Baixa diversidade genética em centros de reprodução do tabaqui *Colossoma macropomum* no Brasil: uma revisão

| **Charles Samuel Moraes Ferreira**

Universidade Federal do Pará - UFPA

| **Ivana Barbosa Veneza**

Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA

| **Carlos Alberto Martins Cordeiro**

Universidade Federal do Pará - UFPA

| **Grazielle Fernanda Evangelista Gomes**

Universidade Federal do Pará - UFPA

RESUMO

A perda de diversidade genética provocada pelo processo de domesticação merece atenção, pois além de prejudicar as populações domesticadas, representam uma ameaça à diversidade genética das populações naturais. Neste sentido, esta revisão faz uma síntese das pesquisas sobre diversidade genética em populações selvagens e cultivadas de Tambaqui (*Colossoma macropomum*), espécie neotropical nativa das bacias dos rios Amazonas e Orinoco, de grande relevância na piscicultura nacional e da América Latina, sendo o peixe nativo que mais se cultiva no Brasil. Os resultados evidenciam que a baixa diversidade genética em populações cativas de Tambaqui já vem sendo reportada há pelo menos duas décadas, consequência do processo de domesticação, já que a maioria dos peixes utilizados para fundar o plantel de reprodutores dos centros de reprodução de Tambaqui no Brasil, foram provenientes do estoque do Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering, Estado do Ceará, desenvolvido a partir de 74 alevinos capturados no alto Amazonas, em 1972. Soma-se a essa origem comum, a ausência de manejos genéticos eficientes nos centros de reprodução. O nível de polimorfismo genético é crítico, a ponto de serem recuperados, a partir de um fragmento hiper variável da região controle do DNA mitocondrial, apenas um haplótipo em análises com espécimes de pisciculturas de centros de reprodução localizadas em diferentes estados brasileiros. Com base nessa revisão, é urgente o repovoamento dos centros de reprodução com indivíduos de ambiente natural, especialmente de áreas de *hot spots* de diversidade e a adoção de manejo genético dos reprodutores, no sentido de renovar e manter melhores índices de variabilidade, garantindo o potencial adaptativo das populações.

Palavras-chave: Amazônia, Aquicultura, Produção Animal.

■ CONSIDERAÇÕES GERAIS

A produção global de peixes atingiu cerca de 178 milhões de toneladas no ano de 2020, gerando um valor estimado em US\$ 406 bilhões, sendo que 87,5 milhões de toneladas, avaliadas em US\$ 265 bilhões, foram provenientes da aquicultura. No período de 1990-2020 a aquicultura experimentou um aumento de 609% na produção, com uma taxa média de crescimento de 6,7% ao ano (FAO, 2022).

Entre 1961 e 2019, o aumento médio anual no consumo global de peixes para alimentação humana foi de 1,4%, passando de 9,9 kg per capita para 20,5 kg (FAO, 2022), sendo que os países menos desenvolvidos aumentaram seu consumo em uma taxa média anual de 1,3 %, passando de 6,1 kg em 1961 para 12,6 kg em 2017 (FAO, 2020), uma elevação expressiva no consumo per capita.

Essas estatísticas demonstram o potencial e a importância da Aquicultura para a garantia da segurança alimentar no planeta. Neste contexto, o Brasil aparece como um país com grande potencial aquícola, considerando tanto seus recursos hídricos/naturais, como espécies nativas variadas e adequação climática (Camargo e Pouey, 2005).

O Tambaqui *Colossoma macropomum* CUVIER 1818 é uma espécie chave para a piscicultura brasileira, por apresentar um grande potencial aquícola, boa resistência contra doenças e excelente adaptação às condições de cultivo (Araújo-Lima e Goulding, 1997), além de ser a espécie nativa que mais se cria no Brasil (IBGE, 2020; Peixes BR, 2022).

Apesar da representatividade do Tambaqui na piscicultura nacional, seu potencial ainda está subutilizado, especialmente pela ausência de um pacote tecnológico de cultivo completo e comercialmente disponível aos piscicultores, que inclui, por exemplo, um protocolo para obtenção de alevinos melhorados do ponto de vista genético.

Além disso, a maioria dos peixes utilizados para fundar o plantel de reprodutores dos centros de reprodução de Tambaqui no Brasil, foram provenientes do estoque do Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering, DNOCS, Pentecoste, Estado do Ceará, desenvolvido a partir de 74 alevinos capturados no alto Amazonas, Iquitos, Peru, em 1972 (Bezerra e Gurgel, 1987).

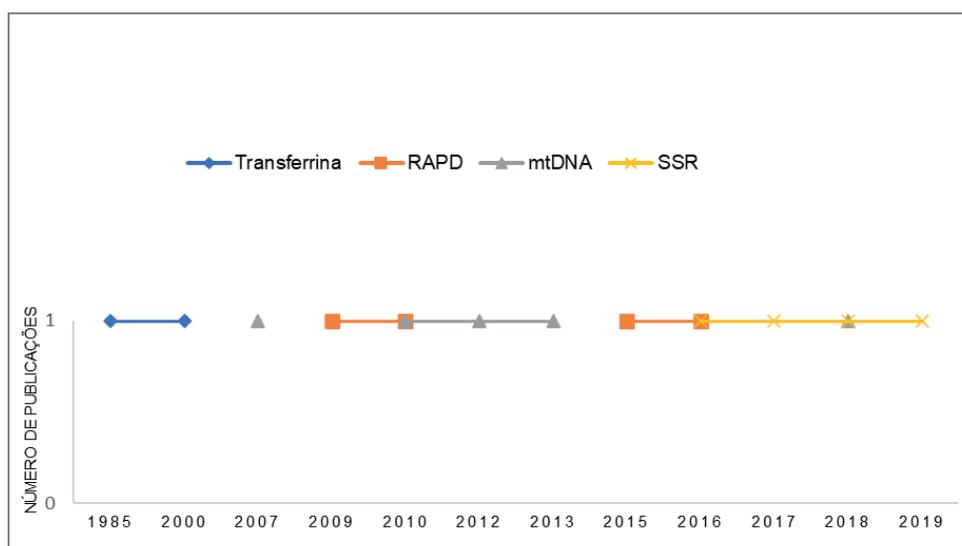
Em decorrência de práticas como a supracitada, níveis críticos de diversidade genética nos plantéis de reprodutores desta espécie tem sido reportados em diversas pesquisas nas últimas décadas (Calcagnotto e Toledo-Filho, 2000; Santos *et al.*, 2016; Ferreira *et al.*, 2019), o que certamente pode influenciar de forma negativa a produção do Tambaqui, e em um contexto maior, a produção nacional, uma vez que a baixa diversidade genética pode levar à diminuição da adaptabilidade e com isso ao declínio de índices zootécnicos de interesse na piscicultura (Queiroz *et al.*, 2016), além de impossibilitar a implantação de programas de melhoramento genético efetivos, já que para tal, altos níveis de diversidade

são fundamentais. Por isso, pensando na melhoria das taxas de produção do Tabaqui, este trabalho pretende discutir mais profundamente a importância do manejo genético efetivo das matrizes, a partir de um apanhado histórico dos níveis de diversidade genética da espécie, considerando populações selvagens e de cultivo.

DIVERSIDADE GENÉTICA DO TABAQUI DE CULTIVO E SELVAGEM NO BRASIL: UMA RETROSPECTIVA

Ao longo dos anos, a diversidade genética das populações de Tabaqui passou a ser alvo de vários estudos utilizando diversos marcadores moleculares, como Transferrina, (Calcagnotto e Toledo-Filho, 2000); *Random Amplified Polymorphism DNA* (RAPD), (Lopera-Barreto *et al.*, 2015); Região Controle mitocondrial (RC) (Farias *et al.*, 2010) e *Simple Sequence Repeats* (SSR) ou Microssatélites (Fazzi-Gomes *et al.*, 2017), acompanhando todo o desenvolvimento das tecnologias do DNA (**Figura 1**).

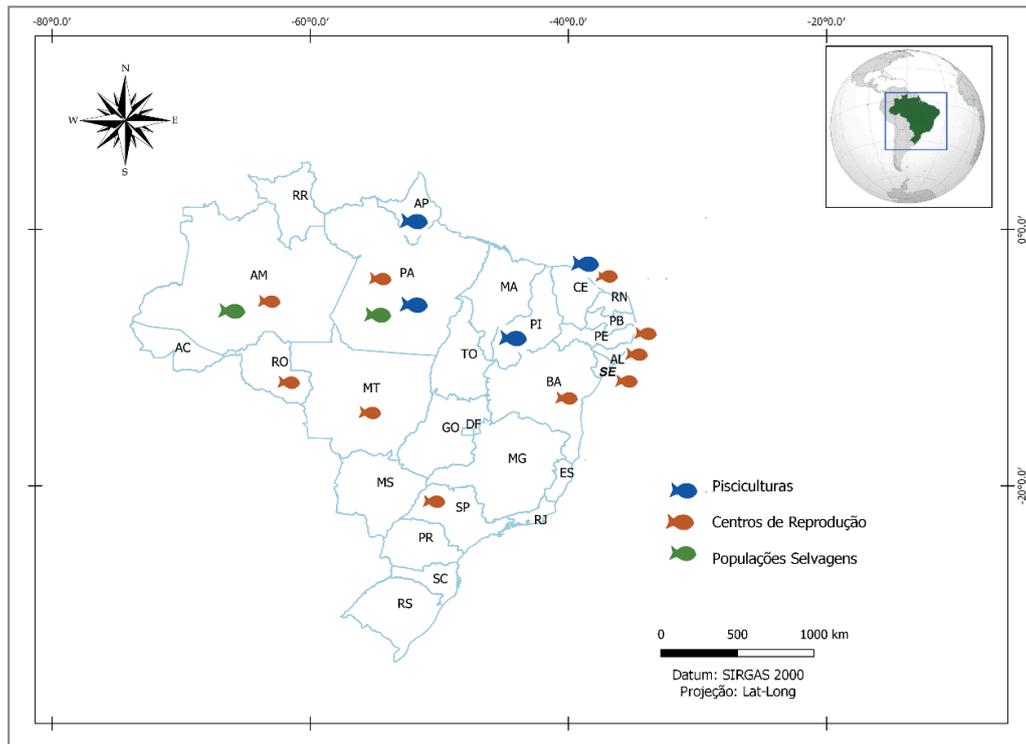
Figura 1. Ferramentas moleculares utilizadas ao longo dos anos em pesquisas de diversidade genética em populações de Tabaqui no Brasil. RAPD - *Randomly amplified polymorphic*; mtDNA – *Control Region of Mitochondrial do DNA*; SSR - *Simple Sequence Repeat*.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Das 27 Unidades Federativas, ao menos 12 tiveram populações de Tabaqui estudadas em trabalhos sobre diversidade genética, entre as quais estão Piauí, Pernambuco, Pará, Amazonas, Sergipe, Rondônia, São Paulo, Bahia, Ceará, Alagoas, Mato Grosso e Amapá (**Figura 2**).

Figura 2. Estados brasileiros onde foram realizadas pesquisas sobre diversidade genética em Tambaqui.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Um dos primeiros estudos com Diversidade Genética em populações naturais de Tambaqui, data do ano de 1985, para o qual foram capturados 103 espécimes no lago Manaquirí (03'30' S - 60 "30' W) estado do Amazonas. O estudo descreveu um total de seis alelos no *locus* das transferrinas de Tambaqui, perfazendo seis formas moleculares em 10 fenótipos observados (Teixeira e Jamieson, 1985).

Passados 15 anos, foi desenvolvido um trabalho com objetivo de avaliar a variação dos fatores alélicos no *locus* da transferrina de Tambaqui obtidos de diferentes estoques de incubatórios, ficando esta pesquisa como o primeiro passo para o mapeamento de seus bancos vivos no Brasil (Calcagnotto e Toledo-Filho, 2000). Foram analisados 437 Tambaquis através de eletroforese em gel de poliácridamida, provenientes de cinco estoques de reprodutores:

- a) Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho von Ihering (DNOCS, Pentecoste, Estado do Ceará);
- b) Estoque de Pirassununga (PI) -Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Neotrópicos (CEPTA / IBAMA, Pirassununga, Estado de São Paulo);
- c) Betume (BE) - Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF) incubatório de Betume, Estado de Sergipe;
- d) Estoque de Pacatuba (PA) - cultivado no incubatório do IBAMA (Pacatuba, Sergipe);
- e) Estoque de Jundiá (JU) – incubatório Jundiá (Propriá, Sergipe).

Três alelos da transferrina estavam presentes no estoque de pentecoste (PE). Um desvio significativo do equilíbrio de Hardy-Weinberg foi detectado neste estoque. O genótipo heterozigótico TF-b /O TF-c apresentou a maior frequência, considerando todas as populações amostradas, mas o homozigoto predominou no estoque de PE. Os autores descreveram como impressionante a diferença em termos de variabilidade alélica entre os estoques PA, BE, PI e JU e o estoque PE, do qual eles foram derivados. Os Tambaquis dos estoques PI, PA, BE e JU eram monomórficos, fixados por um único alelo (Calcagnotto e Toledo-Filho, 2000).

Para estimar a diversidade alélica o trabalho mencionado anteriormente, assumiu que a população de Iquitos, alto Amazonas, que originou o estoque de PE, apresentou os mesmos seis alelos detectados no Tambaqui do lago Manaquiri (Teixeira e Jamieson, 1985). Com isso, demonstrou-se que o estoque de PE retinha apenas 40% da variação genética presente na população selvagem de Iquitos. Possivelmente, nos outros quatro centros, todos, exceto um alelo, foram perdidos (Calcagnotto e Toledo-Filho, 2000).

Os autores sugeriram uma perda considerável da variabilidade genética em todas as unidades amostradas (Calcagnotto e Toledo-Filho, 2000). Além disso, propuseram que essa redução estava relacionada ao número insuficiente de fundadores e à deriva genética, recomendando, com isso, estratégias de manejo apropriadas visando o aumento do potencial genético dos estoques de Tambaqui utilizados na piscicultura nacional (Calcagnotto e Toledo-Filho, 2000), isso já há um pouco mais de duas décadas.

Anos depois, a diversidade genética nos planteis de reprodutores de Tambaqui de Boa Esperança e Vale Verde, localizados no estado de Rondônia, foi analisada mediante o uso de marcadores RAPD, incluindo 30 amostras de cada estoque. O trabalho concluiu que havia alta variabilidade genética nos centros amostrados (Lopes *et al.*, 2009).

Estudo similar, também com marcadores RAPD, foi realizado por Jacometo *et al.* (2010), com 116 indivíduos de quatro estoques de reprodutores de *C. macropomum* de diferentes regiões do Brasil, municípios de Urupá (RO), Teixeirópolis (RO), Neópolis (SE) e Sorriso (MT). Com base na análise dos dados, concluíram que o nível de variabilidade genética nestes estoques também era alto (Jacometo *et al.*, 2010).

Lopera-Barreto *et al.* (2015), fundamentados em oito marcadores RAPD recuperaram alta variabilidade intrapopulacional em 67 indivíduos oriundos de três estoques de reprodutores de Tambaqui: Porto Real do Colégio – Alagoas; Araújo 1 – Sergipe e Araújo 2 – Sergipe.

Ribeiro *et al.* (2016), utilizando nove iniciadores para RAPD analisaram 94 indivíduos de quatro estoques de reprodutores de Tambaqui do estado de Rondônia, nos municípios de Ji-Paraná (JP), Ouro Preto do Oeste (OP), Presidente Médici (PM) e Rolim de Moura (RM). O resultado também demonstrou alta variabilidade genética.

A Região Controle - RC do DNA mitocondrial, serviu como base para investigar a variabilidade genética para o Tambaqui em localidades ao longo da Bacia Amazônica: Tabatinga (Alto Solimões), Coari e Parintins (Médio Amazonas), Oriximiná e Santarém (Baixo Amazonas), com um total de 48 Tambaquis amostrados (Santos *et al.*, 2007). Nesse estudo a RC foi amplificada usando os iniciadores F-TTF (5'-GCCTAAGAGCATCGGTCTTGTA-3') e F-12R (5'-GTCAGGACCATGCCTTTGTG-3'), desenvolvidos por Sivasundar *et al.* (2001).

Foram recuperados 1.077 (pb) nos quais foram observados 71 sítios variáveis com 59 mutações do tipo transição e 12 do tipo transversão. Um total de 47 haplótipos foi descrito, entre os quais apenas um foi compartilhado entre Tabatinga e Parintins (Santos *et al.*, 2007). Os autores sugerem que os Tambaquis amostrados ao longo do canal principal dos rios Solimões e Amazonas representam uma grande população panmítica e que nela existe uma intensa homogeneidade genética (Santos *et al.*, 2007).

Ainda com base na RC do DNA mitocondrial, uma pesquisa mais abrangente, reunindo 14 localidades, incluindo a sub-bacia da Bolívia, analisou 733 pb de um total de 235 indivíduos: 160 amostras foram da bacia central da Amazônia (127 do Brasil, 33 do Peru) e 75 da sub-bacia boliviana (Farias *et al.*, 2010), com intuito de investigar a possibilidade das corredeiras que separam estas bacias representarem barreiras ao fluxo gênico para a espécie, hipótese essa que foi rejeitada. Além disso, os autores relataram que as populações de *C. macropomum* experimentaram expansão demográfica, embora isso seja bem mais recente na Bolívia (Farias *et al.*, 2010).

Por sua vez, Aguiar *et al.* (2013), coletaram 153 indivíduos no extremo Oeste do Estado brasileiro do Pará. Foram obtidas 51 amostras na natureza, sendo 27 no rio Amazonas nas proximidades da cidade de Santarém e 24 no Rio Curuá- Una, na cidade de Prainha. Mais 39 amostras foram obtidas da produção de alevinos mantidos na Estação Aquícola Santa Rosa de Santarém e 63 (21 *C. macropomum*, 39 híbridos de tambatinga e três híbridos de tambacu) foram coletadas em 22 pisciculturas localizadas em municípios vizinhos a Santarém. Para esse trabalho, a RC foi amplificada usando os iniciadores L1 (5'-CCTAACTCCCAAAGCTAGGTATTC-3') e H1 (5'-TGTTTATCACTGCTGRRTTCCCT-3') descrito por Santa Brígida *et al.* (2007). A análise dos dados, com base em 703 pb, permitiu constatar que os níveis de variação gênica entre as amostras foram similares, ou seja, que o plantel de reprodutores representava bem a diversidade presente em populações naturais da espécie. Uma observação importante nesta pesquisa é que a região amostrada, fica próxima aos estoques naturais de Tambaqui, por conseguinte os centros de reprodução dessa espécie contam com certa facilidade de repovoamento com indivíduos selvagens (Aguiar *et al.*, 2013).

Neste sentido, um trabalho analisou 93 amostras de Tambaqui, provenientes de pisciculturas localizadas no Pará, Rondônia, Amapá e Piauí. Com base na Região controle amplificada com os iniciadores D-loop L1 (5'-CCTAACTCCCAAAGCTAGGTATTC-3', Santa Brígida *et al.* (2007) e D-loop H1, 5'-TGTTTATCACTGCTGRRTTCCCT-3' (projetado para a pesquisa), foram recuperadas 505 pb. Como resultado, foi identificado apenas um haplótipo, o que sugere um elevado índice de endogamia (Gomes *et al.*, 2012).

Resultado semelhante ao evidenciado por Gomes *et al.* (2012) foi encontrado por Aguiar *et al.* (2018), desta vez em sete centros de reprodução de quatro regiões brasileiras; Santarém (STM) e Ouro Preto do Oeste (OPO) no Norte do Brasil, Nossa Senhora do Livramento (NSL) no Centro-Oeste do Brasil, Jaguaribara (JAG), Pentecostes (PEN) e Neópolis (NPL) no Nordeste e Jaboticabal (JAB) no Sudeste, além de amostras de indivíduos de populações selvagens obtidas do rio Amazonas. Tal pesquisa utilizou 964 pb da RC amplificados usando os iniciadores L1 (5'-CCTAACTCCCAAAGCTAGGTATTC-3') e H1' (5'-TGTTTATCACTGCTGRRTTCCCT-3'), descrito por Santa Brígida *et al.* (2007), e 12 loci microssatélites desenvolvidos por Hamoy *et al.* (2012). Para estes, foi identificado um total de 123 alelos nas populações analisadas (Aguiar *et al.*, 2018).

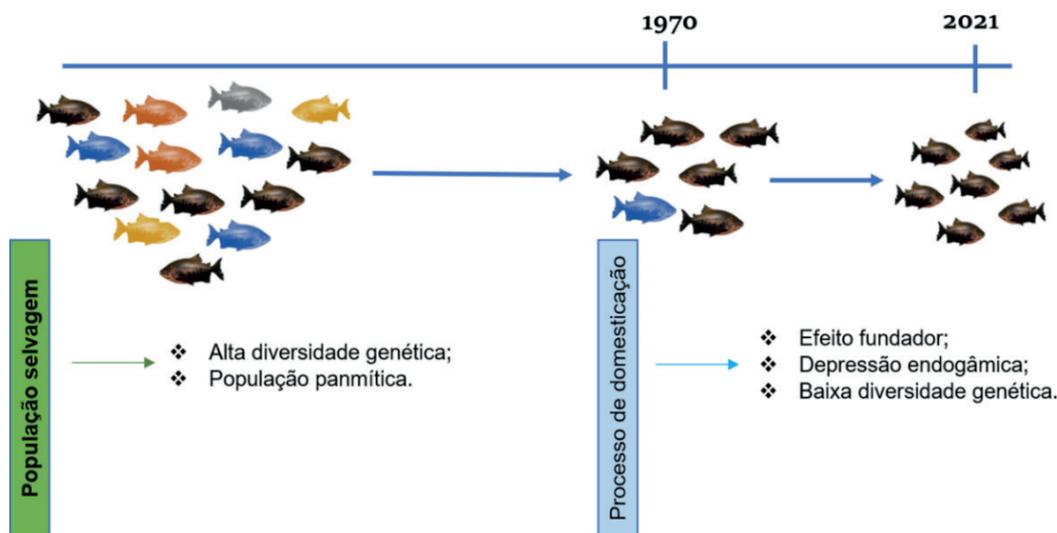
Foi encontrado apenas um haplótipo nos centros de reprodução amostrados, com exceção de Ouro Preto do Oeste onde registrou-se dois haplótipos e Santarém, onde vários haplótipos foram recuperados. Segundo os autores, a elevada diversidade haplotípica em Santarém pode ser justificada pela localização do Centro de reprodução que confere maior facilidade de repovoamento com espécimes selvagens (Aguiar *et al.*, 2018).

Analisando a variabilidade genética e a estrutura populacional de Tambaqui de criação em diferentes regiões do estado do Pará, tais como Nordeste do Pará, (Bragança, Capanema, Tracuateua e Peixe-Boi), Oeste do Pará (Santarém, Itaituba, Monte Alegre, Óbidos e Oriximiná) e Sudeste do Pará (Conceição do Araguaia) através de loci SSR, Fazzi-Gomes *et al.* (2017) amostraram 216 indivíduos, que foram genotipados com base em um painel multiplex de 10 marcadores microssatélites tetra-nucleotídeos. Os resultados mostraram que as fazendas de Tambaqui pesquisadas sofreram uma perda significativa de variabilidade genética (Fazzi-Gomes *et al.*, 2017).

Diferente da alta diversidade genética encontrada nos trabalhos com populações selvagens, em populações de cultivo de *C. macropomum* diversos estudos evidenciaram perda de diversidade genética em planteis de reprodutores, consequência, possivelmente do efeito fundador e elevadas taxas de cruzamentos endogâmicos, ou seja, centros de reprodução sem controle reprodutivo (Calcagnotto e Toledo-Filho, 2000; Santos *et al.*, 2016; Aguiar *et al.*, 2018; Gonçalves *et al.*, 2018; Ferreira *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2019) (**Figura 3**).

A reduzida diversidade genética produto de efeito fundador já foi reportada em diferentes espécies de peixes, *Salmo salar* (Norris, Bradley e Cunningham, 1999); *Acanthopagrus schlegelli* (An *et al.*, 2010), e *Perca fluviatilis* (Khadher *et al.*, 2016), e parece ser o principal fator da perda de variabilidade em Tambaqui (Ferreira *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2019).

Figura 3. Processo de domesticação em *Colossoma macropomum* no Brasil.



Fonte: Elaborado pelos autores.

DIVERSIDADE GENÉTICA DO TAMBAQUI: RESULTADOS DIVERGENTES ENTRE DIFERENTES FERRAMENTAS MOLECULARES

De forma geral os trabalhos baseados em marcadores RAPD demonstraram alta diversidade genética em populações de cultivo de Tambaqui (Lopes *et al.*, 2009; Jacometo *et al.*, 2010; Lopera-Barreto *et al.* 2015; Ribeiro *et al.* 2016). Resultados diferentes dos reportados com Tranferrina, RC do mtDNA e Microssatélites (Calcagnotto e Toledo-Filho, 2000; Aguiar *et al.*, 2013; Aguiar *et al.*, 2018; Oliveira *et al.*, 2019; Ferreira *et al.*, 2019).

Diante disso, dados foram cruzados no intuito de verificar se alguma unidade analisada com RAPD também tivera sido estudada com outra ferramenta molecular e foram detectadas ao menos duas; Ribeiro *et al.* (2016), no centro de reprodução de Ouro Preto do Oeste, estado de Rondônia e Jacometo *et al.* (2010), no centro de Neópolis, estado de Sergipe. Ambas as unidades foram avaliadas por Aguiar *et al.* (2018), utilizando RC e SSR e o resultado obtido para os dois centros foi divergente dos trabalhos com RAPD, apontando baixa diversidade haplotípica.

Levando em consideração que o intervalo de tempo entre as pesquisas de Ribeiro *et al.* (2016) e Aguiar *et al.* (2018) é curto, o mesmo não se configura como uma possibilidade sustentada para explicar essa perda de variabilidade demonstrada na análise dos

dados. A justificativa mais provável para tal divergência parece ser o uso de díspares marcadores moleculares.

Afim de verificar possíveis divergências ou similaridades com os resultados de Aguiar *et al.* (2018), foi mapeado um centro de reprodução avaliado nesse estudo que também tivesse sido estudado por outros autores, entre os quais destaca-se o centro de Pentecoste, estado do Ceará, avaliado em Oliveira *et al.* (2019) (13 loci microssatélites) e em Dos Santos *et al.* (2012) (marcadores isoenzimáticos) e o resultado descrito nos três trabalhos são harmoniosos e evidenciam baixa variabilidade nucleotídica.

De acordo com Liu e Cordes (2004), os marcadores RAPD estão sujeitos a baixa reprodutibilidade devido à baixa temperatura de hibridização usada na amplificação por PCR, o que tem limitado sua aplicação em peixes (Wirgin e Waldman, 1994). Neste sentido, os resultados aqui descritos para essa ferramenta molecular devem ser minuciosamente analisados.

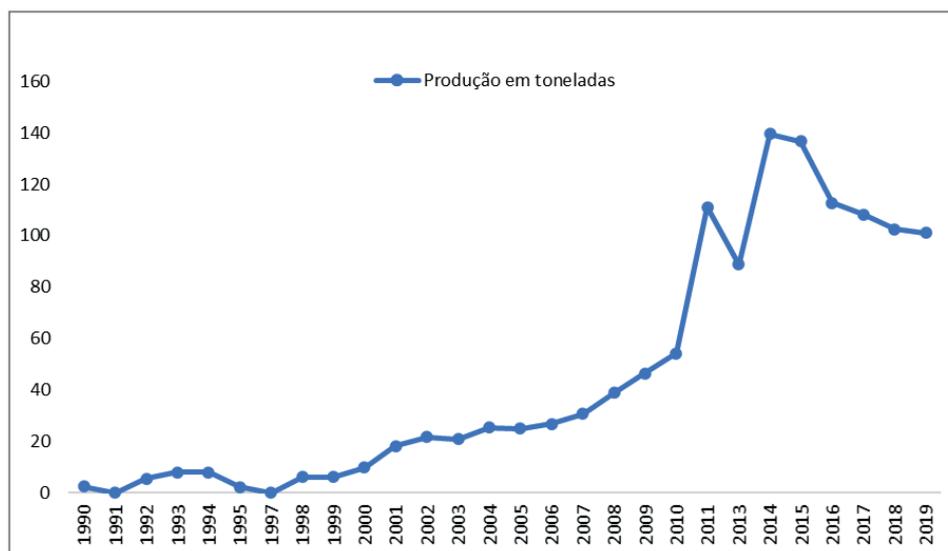
■ BAIXA DIVERSIDADE GENÉTICA E A SUSTENTABILIDADE DO CULTIVO

Os centros de reprodução de Tambaqui no Brasil não adotam práticas reprodutivas adequadas, resultando em nível crítico de diversidade genética (Calcagnotto e Toledo-Filho, 2000; Aguiar *et al.*, 2018; Ferreira *et al.*, 2019), o que pode ocasionar uma perda de produção sem precedentes e até mesmo inviabilizar a sustentabilidade da piscicultura da espécie.

A produção de Tambaqui ficou em estabilidade no período entre 1990 e 1999. Mas a partir do ano de 1999, a produção apresentou crescimento até 2011, com média anual aproximada de oito toneladas, no ano de 2012 não ocorreu avaliação da produção e de 2011 para 2013 foi registrado uma queda significativa (IBAMA, 1990-2007; MPA, 2008-2011; IBGE, 2013-2019), o que pode ter ocorrido possivelmente por diferenças nos métodos de coleta de dados, visto que nesse período a estatística de produção passou do então extinto Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA, para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Após esse período, voltou a crescer de forma expressiva, passando das 88,7 toneladas de 2013 para 139,6 toneladas em 2014. Seguido desse pico, a produção vem em queda nos últimos anos, passando das 139,6 toneladas em 2014 para 101,1 toneladas em 2019 (IBGE, 2020), um recuo médio anual de 6,4 toneladas (**Figura 4**).

Figura 4. Produção em toneladas de Tambaqui no Brasil. Baseado em dados do IBAMA (1990-2007), MPA (2008-2011) e IBGE (2013-2019).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Diversos fatores podem influenciar na produção e devem ser considerados, mas a baixa diversidade genética deve ser ponderada e analisada, visto que a ausência de gestão eficiente dos recursos genéticos durante o processo de domesticação tem levado à redução da variabilidade (You e Hedgecock, 2019) e níveis baixos de diversidade podem ser traduzir em redução da produtividade (Hilsdorf e Órfão, 2011).

Um dos fatores reportados para a baixa diversidade genética encontrada nos plantéis de reprodutores de Tambaqui foi a depressão por endogamia, o que de acordo com Diamond (2002), tem como resultado a redução da aptidão da população e pode causar surto de doenças de multidão nas populações cultivadas, além de enfraquecer as funções imunológicas e causar estresse oxidativo (Luo *et al.*, 2014), podendo chegar a ciclos de produção de expansão e queda (You e Hedgecock, 2019).

Além do mais, um dos motivos para a depressão endogâmica em espécies de aquicultura é o uso de poucas fêmeas reprodutoras devido à quantidade suficiente de ovos (Kincaid, 1993), o que pode ter ocorrido com as populações de cultivo de Tambaqui no Brasil que foram provenientes de 74 indivíduos na década de 1970 (Bezerra e Gurgel, 1987).

Gjerde *et al.* (1983) concluíram que a consanguinidade afetou negativamente de forma significativa o crescimento em truta arco-íris, *Salmo gairdnerim* e mais recentemente Wang *et al.* (2020), evidenciaram que a endogamia teve um efeito negativo significativo no peso e comprimento corporal de *Exopalaemon carinicauda* em um ciclo de 120 dias. Resultados semelhantes foram reportados por De Los Ríos-Pérez *et al.* (2015), que descobriram que a endogamia teve um efeito negativo significativo sobre o peso corporal na fase de 130 dias em *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*.

Diante dessas evidências, é necessário inserir nova variação genética nos centros de reprodução de tambaqui no Brasil, que pode ser realizado através da renovação dos estoques com indivíduos selvagens, principalmente de *hotspot* de diversidade genética da espécie (del Pazo *et al.*, 2021), em adição a isto, é fundamental manter elevado o número efetivo de reprodutores, acasalamentos de pares únicos e garantir cruzamentos não endogâmicos (Calcagnotto e Toledo-Filho, 2000; Dunham, 2014). A prevenção de endocruzamentos pode ser realizada através de seleção de matrizes a partir de ferramentas como a caracterização do perfil genético individual e a marcação dos reprodutores (Hiltsdorf e Órfão, 2011).

Considerando que as condições de criação são adversas em relação ao ambiente natural, a resposta adaptativa da espécie em cativeiro é resultado da interação entre o ambiente de cultivo e o genótipo, que será refletido no desempenho desse animal. Dessa forma, a adaptabilidade do peixe está sob influência direta da variabilidade contida no seu conjunto gênico (Hiltsdorf e Órfão, 2011).

Além disso, para que uma espécie possa ser geneticamente melhorada, um dos fatores preponderantes é o conhecimento acerca da diversidade genética de suas populações naturais, de modo que se possa avaliar a possibilidade de formar plantéis de reprodutores com diversidade suficiente para que técnicas de seleção possam ser aplicadas (Hiltsdorf e Órfão, 2011), já que as principais razões para os grandes ganhos genéticos observados para espécies aquáticas são suas alta fertilidade e existência natural de ampla variação genética para fatores economicamente importantes, características que permitem aplicar uma intensidade de seleção muito alta (Gjedrem e Robinson, 2014).

■ CONSIDERAÇÕES FINAIS

A baixa diversidade genética reportada nas populações de cultivo de Tambaqui representa um entrave à implantação de programas de melhoramento genético seletivo para esta espécie. Assim sendo, o repovoamento realizado com indivíduos de populações selvagens, seguido de práticas de manejos reprodutivos adequadas nos centros de reprodução de Tambaqui no Brasil são práticas necessárias. Já a investigação da relação entre baixa diversidade genética e depressão por endogamia com a queda de produção, precisa ser melhor investigada, evidenciando a necessidade de abordagens que forneçam estimativas quantitativas da depressão endogâmica e sua relação com a perda de características zootécnicas importantes em populações de cultivo de Tambaqui.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de mestrado ao Charles Ferreira; e ainda ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa produtividade concedida à Grazielle Gomes e pelo financiamento do trabalho (CNPq Processo 439113/2018-0).

■ REFERÊNCIAS

ARAÚJO-LIMA C & Goulding M. So fruitful a fish: ecology, conservation and aquaculture of the Amazon's Tambaqui. New York: *Columbia University Press*, 191, 1997.

AGUIAR, Jonas et al. Genetic variation in native and farmed populations of Tambaqui (*Colossoma macropomum*) in the Brazilian Amazon: regional discrepancies in farming systems. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, p. 1439-1447, 2013. <https://doi.org/10.1590/0001-376520130007>

AGUIAR, Jonas da Paz et al. Loss of genetic variability in the captive stocks of tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), at breeding centres in Brazil, and their divergence from wild populations. **Aquaculture Research**, v. 49, n. 5, p. 1914-1925, 2018. <https://doi.org/10.1111/are.13647>

AN, Hye Suck et al. Genetic diversity of wild and farmed black sea bream populations in Jeju. **Animal cells and systems**, v. 14, n. 1, p. 37-44, 2010. <https://doi.org/10.1080/19768351003765020>

KHADHER, Sana Ben et al. Genetic characterization and relatedness of wild and farmed Eurasian perch (*Perca fluviatilis*): Possible implications for aquaculture practices. **Aquaculture Reports**, v. 3, p. 136-146, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2015.12.003>

BEZERRA E SILVA, J. W.; GURGEL, JJ Studart. Situação do cultivo de *Colossoma* no âmbito do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). **Cultivo do Colossoma**, p. 229-258, 1987.

CALCAGNOTTO, Daniela; TOLEDO-FILHO, Silvio de Almeida. Loss of genetic variability at the transferrin locus in five hatchery stocks of tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, p. 127-130, 2000. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572000000100023>

CAMARGO, SGO de; POUEY, J. L. O. F. Aquicultura-um mercado em expansão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 4, p. 393-396, 2005.

DEL PAZO, Felipe et al. Genetic diversity and structure of the commercially important native fish pacu (*Piaractus mesopotamicus*) from cultured and wild fish populations: Relevance for broodstock management. **Aquaculture International**, v. 29, p. 289-305, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10499-020-00626-w>

DIAMOND, Jared. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. **Nature**, v. 418, n. 6898, p. 700-707, 2002. <https://doi.org/10.1038/nature01019>

DUNHAM, Rex A. Introduction to genetics in aquaculture XI: The past, present and future of aquaculture genetics. **Aquaculture**, n. 420-421, p. S1-S2, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.aquaculture.2013.10.019>

DOS SANTOS, Carlos Henrique dos Anjos et al. Genetic variability of wild and captivity populations of *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 34, n. 2, p. 191-197, 2012. <https://doi.org/10.4025/actascibiols.v34i2.7149>

FAO. Fishery and aquaculture statistics 2016. **FAO: Rome, Italy**, 2019.

FARIAS, Izeni Pires et al. Are rapids a barrier for floodplain fishes of the Amazon basin? A demographic study of the keystone floodplain species *Colossoma macropomum* (Teleostei: Characiformes). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 56, n. 3, p. 1129-1135, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2010.03.028>

FAZZI-GOMES, Paola et al. High genetic diversity and connectivity in *Colossoma macropomum* in the Amazon basin revealed by microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v. 40, p. 142-146, 2017. <https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2015-0222>

FERREIRA, Leandro de Araújo et al. Genetic variability of tambaqui broodstocks in the Brazilian state of Pará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, 2019. <https://doi.org/10.1590/rbz4820180106>

GJEDREM, T., & Robinson, N. Advances by selective breeding for aquatic species: a review. *Agricultural Sciences*, 5(12), 1152, 2014. <http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=51005&#abstract>

GJERDE, Bjarne; GUNNES, Knut; GJEDREM, Trygve. Effect of inbreeding on survival and growth in rainbow trout. **Aquaculture**, v. 34, n. 3-4, p. 327-332, 1983. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(83\)90212-0](https://doi.org/10.1016/0044-8486(83)90212-0)

GOMES, Fátima et al. Innovative molecular approach to the identification of *Colossoma macropomum* and its hybrids. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, p. 517-526, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652012005000025>

GONÇALVES, Raissa Alves et al. Genetic basis of *Colossoma macropomum* broodstock: Perspectives for an improvement program. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 50, n. 3, p. 633-644, 2019. <https://doi.org/10.1111/jwas.12564>

HAMOY, I. G. et al. Multiplex PCR panel of microsatellite markers for the tambaqui, *Colossoma macropomum*, developed as a tool for use in conservation and broodstock management. **Genet Mol Res**, v. 11, n. 1, p. 141-146, 2012. <http://dx.doi.org/10.4238/2012.January.26.1>

HILSDORF, Alexandre Wagner Silva; ORFÃO, Laura Helena. Aspectos gerais do melhoramento genético em peixes no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. supl., p. 317-324, 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal, Rio de Janeiro. 2013-2020. Anual.

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da Pesca**, disponível em <http://ibama.gov.br>

JACOMETO, Carolina Bernalhok et al. Variabilidade genética em tambaquis (Teleostei: Characidae) de diferentes regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 481-487, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000500007>

KINCAID, Harold L. Inbreeding in fish populations used for aquaculture. **Aquaculture**, v. 33, n. 1-4, p. 215-227, 1983. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(83\)90402-7](https://doi.org/10.1016/0044-8486(83)90402-7)

LIU, Z. J.; CORDES, J. F. DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics. **Aquaculture**, v. 238, n. 1-4, p. 1-37, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.05.027>

LOPERA-BARRERO NM, Del Pilar Rodriguez-Rodriguez M, Fornari DC, De Resende EK, Poveda-Parra AR, Braccini, G., De Souza, FP, Furlan PJ, Povh JA, Ribeiro RP (2015) Genetic variability of broodstocks of Tambaqui (Teleostei - Characidae) from the northeast region of Brazil. **Semina:Ciencias Agrarias** 36: 4013–4022.

LOPES, Taís da Silva et al. Diversidade genética de estoques de reprodutores de *Colossoma macropomum*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 728-735, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352009000300029>

LUO, Kun et al. Effect of inbreeding on survival, WSSV tolerance and growth at the postlarval stage of experimental full-sibling inbred populations of the Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis*. **Aquaculture**, v. 420, p. 32-37, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.10.030>

MPA, MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura, 2008-2011.

NORRIS, A. T.; BRADLEY, D. G.; CUNNINGHAM, E. P. Microsatellite genetic variation between and within farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations. **Aquaculture**, v. 180, n. 3-4, p. 247-264, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00212-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00212-4)

OLIVEIRA, Claudivane de Sá Teles et al. Genetic diversity in natural populations of *Colossoma macropomum* in the Brazilian Amazon region and in populations farmed in Northeast Brazil based on ISSR markers. **Aquaculture International**, v. 27, n. 5, p. 1423-1434, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00395-1>

PEIXE, B. R. Anuário Peixe BR da Piscicultura. **Associação Brasileira de Piscicultura from <https://www.peixebr.com.br/anuario-2021/>**. Accessed, v. 20, 2022.

QUEIROZ, C. A. et al. Impacts of stocking on the genetic diversity of *Colossoma macropomum* in central Amazon, Brazil. 2016. <http://dx.doi.org/10.4238/gmr.15027700>

Ribeiro RP, Del Pilar Rodriguez-Rodriguez M, Resende EK, De Souza FP, Povh JA, Poveda-Parra AR, Dos Reis Goes ES, Galo JM, Bernardo M, Lopera-Barrero NM. Genetic characteristics of Tambaqui broodstocks in the state of Rondônia, Brazil: Implications on production and conservation. **Semina:Ciencias Agrarias** 37: 2375–2385, 2016.

DE LOS RÍOS-PÉREZ, Lidia et al. Inbreeding effects on body weight at harvest size and grow-out survival rate in a genetic selected population of pacific white shrimp *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 46, n. 1, p. 53-60, 2015. <https://doi:10.1111/jwas.12169>

SANTA BRÍGIDA, Erikson Luiz et al. Population analysis of *Scomberomorus cavalla* (Cuvier, 1829) (Perciformes, Scombridae) from the Northern and Northeastern coast of Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, p. 919-924, 2007.

SANTOS, C. H. A. et al. Loss of genetic diversity in farmed populations of *Colossoma macropomum* estimated by microsatellites. **Animal Genetics**, v. 47, n. 3, p. 373-376, 2016. <https://doi.org/10.1111/age.12422>

SANTOS, M. da CF; RUFFINO, M. L.; FARIAS, I. P. High levels of genetic variability and panmixia of the tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) in the main channel of the Amazon River. **Journal of Fish Biology**, v. 71, p. 33-44, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01514.x>

SANTOS, Maria Da Conceicao F.; HRBEK, Tomas; FARIAS, Izeni P. Microsatellite markers for the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Serrasalminidae, Characiformes), an economically important keystone species of the Amazon River floodplain. **Molecular Ecology Resources**, v. 9, n. 3, p. 874-876, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2008.02331.x>

SIVASUNDAR, Arjun; BERMINGHAM, Eldredge; ORTÍ, Guillermo. Population structure and biogeography of migratory freshwater fishes (Prochilodus: Characiformes) in major South American rivers. **Molecular ecology**, v. 10, n. 2, p. 407-417, 2001.

TEIXEIRA, A. S.; JAMIESO, A. Genetic variation in plasma transferrins of tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818). **Amazoniana: Limnologia et Oecologia Regionalis Systematis Fluminis Amazonas**, v. 9, n. 2, p. 159-168, 1985. <http://hdl.handle.net/21.11116/0000-0004-753D-5>

YOU, Weiwei; HEDGECOCK, Dennis. Boom-and-bust production cycles in animal seafood aquaculture. **Reviews in Aquaculture**, v. 11, n. 4, p. 1045-1060, 2019. <https://doi.org/10.1111/raq.12278>

WANG, Jiajia et al. Effects of inbreeding on genetic characteristic, growth, survival rates, and immune responses of a new inbred line of *Exopalaemon carinicauda*. **International Journal of Genomics**, v. 2020, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5735968>

WIRGIN, Isaac I.; WALDMAN, John R. What DNA can do for you. **Fisheries**, v. 19, n. 7, p. 16-27, 1994.

COMERCIALIZAÇÃO DE OSTRAS NO NORDESTE PARAENSE, PARÁ, BRASIL

| **Lucio Danilo Ribeiro Conde**
UFPA/IECOS

| **Danilo Vitor Vilhena Batista**
UFPA/IECOS

| **Dioniso de Souza Sampaio**
UFPA/IECOS

| **Carlos Alberto Martins Cordeiro**
UFPA/IECOS

RESUMO

O objetivo deste estudo foi realizar um levantamento do número de unidades comercializadas no ano de 2017, em três cultivos no Estado do Pará, além de, identificar para quais cidades são destinadas o produto, e saber a quantidade vendida aos restaurantes da região. Foram aplicados questionários semiestruturados aos ostreicultores das comunidades de Nova Olinda (Augusto Côrrea); Comunidade de Pererú de Fátima (São Caetano de Odivelas) e na Comunidade de Santo Antônio de Urindeua (Salinópolis). Constatou-se que a maioria das vendas ocorre nas próprias comunidades e que as cidades que são destinadas as ostras são Augusto Côrrea, São Caetano de Odivelas, Salinópolis, Bragança, Castanhal e Belém. Do total das unidades vendidas, 177.160 (86,30%) foram para pessoas físicas, em relação às unidades que foram destinadas a restaurantes, cerca de 28.112 unidades (13,70%) foram vendidas para restaurantes de Bragança, Salinópolis e Belém. As unidades produzidas pelas três ostreiculturas foram de 205.272, destaque para Nova Olinda que produziu 71,56% de unidades, seguido de Pererú de Fátima com 18,80% e Santo Antônio de Urindeua com 9,64%. Do montante produzido, cerca de 3.720 unidades foram destinadas a restaurantes. Contudo para haver um melhor desenvolvimento além da eficiência de produção, o mercado necessita de maior atenção e investimento das entidades governamentais, como aquisições tecnológicas, mais programas e projeto para fortalecer o mercado paraense.

Palavras-chave: Ostras, Comercialização, Pará.

■ INTRODUÇÃO

Por definição a aquicultura é considerada uma atividade multidisciplinar, referente a criação de diversos organismos aquáticos, incluídos neste contexto plantas aquáticas, moluscos, crustáceos e peixes, sendo que a intervenção ou manejo do processo de criação é imprescindível para o aumento da produção, e esta é uma pratica tradicional encontrada no mundo todo entre varias culturas, inclusive com documentos e registros evidenciando esse tipo de técnica (OLIVEIRA, 2015).

A produção mundial de pescado tem demonstrado um aumento nas ultimas décadas, visto que com o crescimento populacional o consumo é cada vez maior (FAO, 2022). De acordo com dados da FAO (2022), no ano de 2020 as exportações mundiais de moluscos bivalves totalizaram US\$ 4,3 bilhões, representando cerca de 2,8% do valor das exportações globais de produtos aquáticos. A aquicultura teve um rápido crescimento, demonstrando quase 6% ao ano, desta forma estima-se que a produção global de pescado chegue à mais de 200 milhões de toneladas no ano de 2030, apresentando um crescimento de 15% em relação a 2018 que apresentou mais o menos 180 milhões de toneladas (FAO, 2020).

No Brasil, a produção de ostras é considerada de fácil compreensão. Portanto, a atividade ainda é bastante solta a nível nacional. A aquicultura é a principal fonte de moluscos bivalves, e a China é o maior fornecedor (FAO, 2020). As ostreiculturas com tecnologia de produção flutuante ou fixo geralmente trabalham com manejo das ostras parcialmente, esse manejo é necessário para retirada de sedimentos da ostra e de seus compartimentos (SEBRAE, 2015). O trabalho em conjunto é necessário assim como o transporte dos ostreicultores em conjunto ou o compartilhamento de equipamentos.

No Estado do Pará, criação de ostras é baseado em ostras locais, e com desenvolvimento em sete empreendimentos comunitários localizados em cinco municípios: São Caetano de Odivelas, Curuçá, Maracanã, Salinópolis e Augusto Corrêa (SAMPAIO *et al.*, 2019; REIS *et al.*, 2020). Dentro da forma de produção da ostreicultura, o estado do Pará apresenta aspectos bastante diferenciados de Santa Catarina que é o maior estado produtor de moluscos bivalves do Brasil (MACIENTE, 2020; SAMPAIO *et al.*, 2020).

O estado do Pará detém de 1.248.042 km² de área, destacando-se por sua gigantesca rede hidrográfica, constituída pelas bacias Amazônica, Araguaia-Tocantins e Atlântico Nordeste Ocidental. De acordo com o IBGE (2021) o Brasil produziu 10.908.181 toneladas de moluscos (ostras, vieiras e mexilhões) em 2021. O estado de Santa Catarina é o que mais produziu com 10.401.597 toneladas, seguido de Paraná com 214.600 toneladas, São Paulo com 71.500 toneladas, Alagoas com 53.951 toneladas, Pará com 53.109 toneladas, Bahia com 33.052 toneladas, Rio de Janeiro com 29.572 toneladas, Maranhão com 23.550 toneladas, Paraíba com 22.000 toneladas e Sergipe com 5.250 toneladas (IBGE, 2021).

Sabemos que a comercialização das ostras flui durante todo o ano no estado do Pará, contudo é necessário saber para onde e para quem estes bivalves são comercializados. Dessa forma, os estudos sobre comercialização das ostreiculturas no estado são escassos e são importantes para determinar o volume total da produção, além das formas de comercialização e preço. Diante deste contexto o objetivo deste estudo foi de realizar um levantamento do número de unidades comercializadas em três ostreicultura no estado do Pará, além de identificar para quais cidades foram destinadas o produto, e saber a quantidade vendidas aos restaurantes da região.

■ MÉTODOS

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os ostreicultores, onde estas eram aplicadas individualmente com cada produtor nas comunidades de Nova Olinda localizada, no município de Augusto Côrrea; Comunidade de Pererú de Fátima, no município de São Caetano de Odivelas e na Comunidade de Santo Antônio de Urindeua, no município de Salinópolis. Com auxílio de gravação de áudio, via celular, para acelerar a coleta de dados e assim diminuir o tempo gasto com anotações, todas as gravações foram feitas com o consentimento dos entrevistados.

Segundo Sampaio *et. al.* (2019) as ostras comercializadas possuem os seguintes tamanhos: baby (60 a 79mm); Média (80 a 99mm) e Máster acima de 100mm.

As entrevistas foram baseadas em um questionário estruturado com questões socioeconômicas como pode ser observado abaixo (Tabela 01).

Tabela 1. Análise Socioeconômica dos Ostreicultores no Estado do Pará.

LEVANTAMENTO ANÁLISE SOCIOECONÔMICA – OSTREICULTORES	
ROTEIRO DA ENTREVISTA:	
Município/Comunidade:	Data: / /
Produtor:	
Sexo:	Idade: Estado civil: () solteiro () casado () outro:
Qual é a sua nacionalidade?	
A Residência onde você mora é: () própria () alugada () outra:	
Número de filhos:	Quantidade de pessoas que reside na casa?
Qual seu grau de escolaridade? () Não frequentei. () 1ª a 5ª série do ensino fundamental () 6ª a 9ª série do ensino fundamental. () 1ª série do ensino médio. () 2ª série do ensino médio. () 3ª série do ensino médio. () Ensino médio completo.	
Qual a sua renda mensal, aproximadamente? () Nenhuma renda. () Até 1 salário mínimo (até R\$ 954,00). () De 1 a 3 salários mínimos (de R\$ 954,00 até R\$ 2.862,00). () De 3 a 6 salários mínimos (de R\$ 2.862,00 até R\$ 5.724,00).	
A ostreicultura é a sua atividade principal? Se não, quais as outras?!	
Os filhos e/ou esposa ajudam na comercialização? Com que frequência?	
Qual seu gasto mensal com despesas na atividade? E quais são?	
Como é calculado o valor do frete? É relacionado à distância ou Quantidade da entrega? Descrever o cálculo do frete.	
Com que frequência funcionários são contratados? (pode ser um valor estimado).	
O que é feito para não haver roubos? Vigilância é feita?	

A **Tabela 2** continha questões sobre produção e comercialização das ostras, a fim de obter informações acerca dos tamanhos comercializados, quantidade de compras de sementes e juvenis, forma de limpeza, armazenamento e conservação para as vendas, unidades vendidas em nas três ostreiculturas mencionadas, unidades vendidas por cada ostreicultor, saber para quais cidades e/ou localidades foram destinados os produtos, se há vendas para restaurantes além de saber o preço das vendas, como pode ser observado na tabela a seguir.

Tabela 2. Análise da Comercialização dos Ostreicultores no Estado do Pará.

ANÁLISE COMERCIALIZAÇÃO – OSTREICULTORES
ROTEIRO DA ENTREVISTA:
Nome completo, idade, tempo associado:
Ostreicultura é a principal fonte de renda?
Quantidade de sementes e/ou juvenis compradas?
De onde vêm as sementes?
Qual o tamanho das ostras vendidas?
Qual a forma de medição das ostras comercializadas: Paquímetro () “olhômetro” () outros ()
Quais procedimentos são realizados antes da comercialização do produto? De que formas são condicionadas as ostras para a comercialização?
Quantidade de ostras comercializadas por cada vendedor?
Para que cidades e/ou comunidades são destinadas?
Para quem são comercializadas as ostras? (pessoas físicas, restaurantes etc.)
Preço da dúzia e/ou unidade?
São vendidas a prazo ou a vista?
Período de maior e de menor comercialização?
Possui alguma estratégia de venda? (facebook, whatsapp, instagram, outros?).
Existe a possibilidade do aumento da produção?
Recebe ou já recebeu assistência técnica de algum profissional ou do governo?

■ RESULTADOS

Os ostreicultores entrevistados na comunidade de nova olinda fazem parte da Associação dos Agricultores e Aquicultores de Nova Olinda (AGROMAR), sendo um total de 15 pessoas. Vale destacar que há a presença de três mulheres, estas possuem a venda em conjunto com seus companheiros. Os entrevistados possuem idade entre 27 e 63 anos e 86,66 % dos ostreicultores são do gênero masculino e 13,34% do gênero feminino. Segundo a pesquisa 60% dos entrevistados dedicam a maior parte do tempo somente a esta atividade, sendo que 13,33 % têm como outra fonte sua renda principal. Todos os entrevistados reconhecem a criação de ostras como atividade bastante lucrativa. Cerca de 60% dos entrevistados iniciaram a criação de ostras no mínimo à oito anos, e que 33,33% estão nessa atividade desde o início entre 2001 e 2003, o restante 6,67% fazem parte da associação há pouco tempo.

De acordo com os entrevistados, as ostras comercializadas possuem um tamanho mínimo comercial denominado de “baby”, que medem até 60 mm de comprimento, 100% dos ostreicultores possuem paquímetros para verificação das medidas das ostras.

Antes da comercialização, as ostras passam por uma limpeza, sendo escovadas e lavadas na própria área de criação. Após a higienização as ostras são condicionadas em caixas de poliestireno expandido (isopor), e levadas para os locais onde seram comercializadas, além de também serem armazenadas em caixas de papelão com destino ao consumidor final.

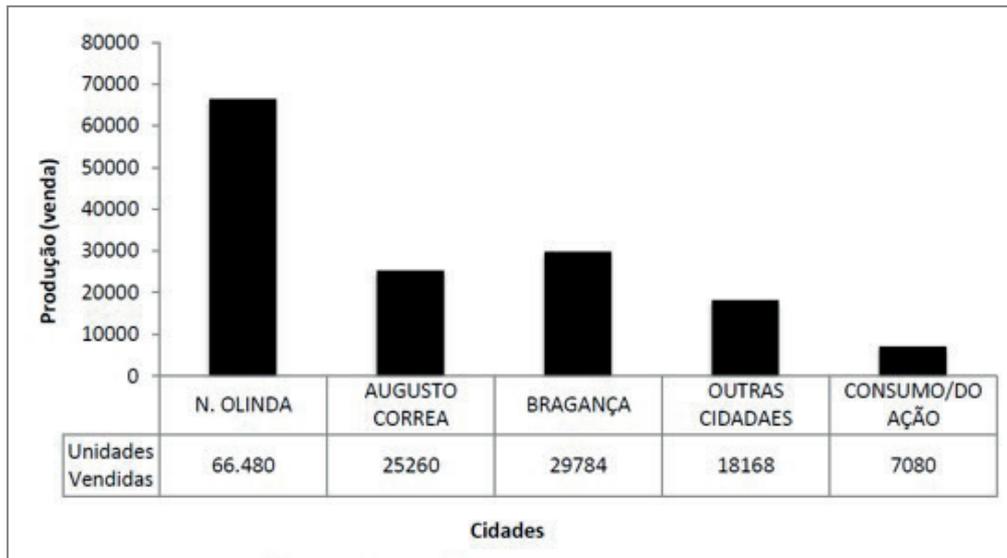
De acordo com os dados obtidos, foram feitas quatro compras de sementes e juvenis, onde foram obtidas cerca de 295.000 sementes e 120.000 juvenis para a criação. Em 2018, na primeira compra, já havia um total de 106.000 sementes e 33.000 juvenis. O total de ostras produzidas na comunidade de Nova Olinda no ano de 2017 totalizou 146.772 unidades (Tabela 3).

Tabela 3. Ostras comercializadas em unidades por seis produtores da Associação de Augusto Corrêa (Agromar).

Produtor	Unidades Comercializadas	Produtor	Unidades Comercializadas
P1	1.920	P7	9.000
P2	2.016	P8	10.812
P3	3.840	P9	19.440
P4	4.800	P10	20.400
P5	5.400	P11	30.744
P6	7.200	P12	31.200
Total: 146.772			

Foram comercializadas 66.480 (45,29%) unidades na própria comunidade, 25.260 unidades (17,21%) foram destinadas ao município de Augusto Corrêa, 29.784 unidades (20,29%) foram vendidas para Bragança, 18.168 unidades (12,38 %) destinadas a outras cidades como Capanema, Castanhal, Salinópolis e Belém além de 7.080 unidades (4,82%) foram usadas para doação e/ou consumo próprio (Figura 01).

Figura 01. Ostras comercializadas na comunidade de Nova Olinda e região no Nordeste Paraense.



Vários produtores possuem pequenas produções, já outros possuem grande porcentagem dentro do total vendido, onde o menor vendedor obteve uma produção, no ano de 2017, de 1.920 unidades (1,32%) do total produzido, o maior vendedor produziu cerca de 31.200 unidades (21,26%) do total. Uma parcela do total de unidades vendidas é destinada a restaurantes, cerca de 15.312 unidades (10,43%) é comercializadas a restaurantes de Bragança e Belém. Os preços de varejo da dúzia das ostras variam de R\$12,00 a R\$15,00 neste preço o frete já está incluído para locais fora da comunidade. Um destaque na comunidade é a utilização de um grupo na rede social whatsapp chamado “OSTRAS AGROMAR BR”, usado exclusivamente para a comercialização do produto, porém nem todos os ostreicultores estão presentes neste grupo.

Na comunidade de Pererú de Fátima, 16 pessoas são associadas, quanto ao gênero, 13 são do sexo masculino (86,66%) e as mulheres são apenas três o equivalentes a 13,34%, que a exemplo de Nova Olinda são esposas de outros associados, porém, apenas quatro foram entrevistados, devido à distância e a pouca comunicação.

Os entrevistados possuem idade entre 36 e 47 anos, destes, todos possuem outras forma de renda, sendo a ostreicultura uma atividade secundária ou complementar a sua renda principal. Todos os entrevistados estão associados e iniciaram esta atividade há no mínimo sete anos.

Os entrevistados da comunidade de Pererú de Fátima, descreveram os tamanhos (baby, media, máster) que são comercializados, ressaltando que com preços diferentes, 75% dos ostreicultores entrevistados usam o paquímetro para verificar o tamanho e 25% utilizam a visão, considerado como um instrumento de medição.

Antes de ser entregue aos compradores, as ostras passam por uma limpeza na própria área de criação onde são escovadas e lavadas para a retirada de possíveis predadores e/ou

incrustantes, após esta primeira higienização, o produto é levado para a casa do produtor e são deixadas de molho em uma recipiente com água limpa até a hora que será entregue, após a última limpeza são acondicionadas em sacos plásticos para então serem destinadas aos compradores.

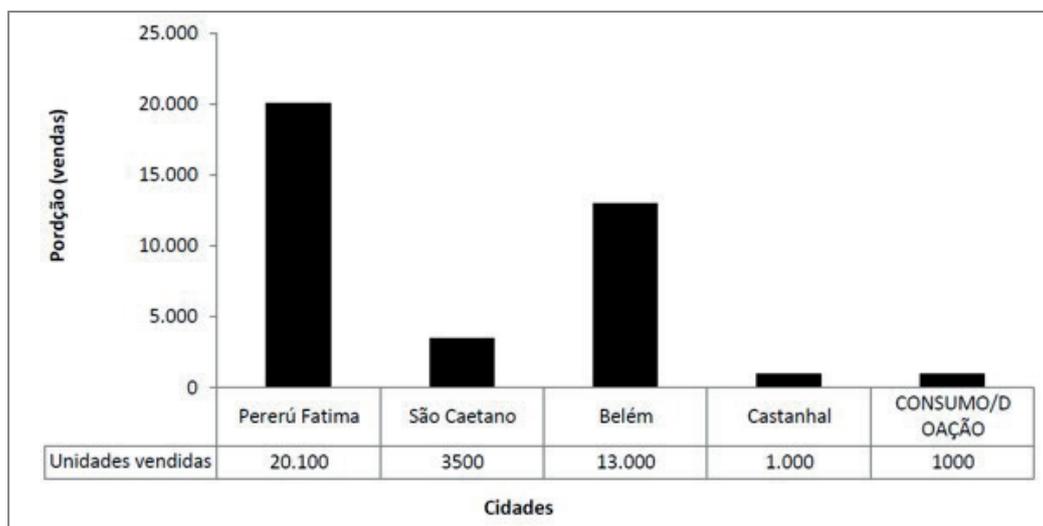
No ano de 2017 em Pererú de Fátima foram adquiridas cerca de 61.000 sementes e 10.000 juvenis para a criação. Com um total de 38.600 unidades de ostras produzidas na comunidade (Tabela 4).

Tabela 4. Ostras comercializadas por quatro produtores da Comunidade de Pererú de Fátima de São Caetano de Odivelas.

Produtores	Unidades Comercializadas
PA	1.600
PB	6.000
PC	15.000
PD	16.000
Total	38.600

Do total, 20.100 unidades (52,07%) foram comercializadas na própria comunidade, 3.500 unidades (9,07%) foram destinadas ao município de São Caetano de Odivelas, 13.000 unidades (33,68%) foram vendidas para Belém, 1.000 unidades (2,59%) foram destinadas a Castanhal e a mesma quantidade 1.000 unidades (2,59%) foram destinadas para doação ou consumo próprio (Figura 02).

Figura 02. Ostras comercializadas na cidade de São Caetano de Odivelas e região.



As ostras que saíram de Pererú de Fátima e foram vendidas para restaurantes apresentam grande parcela no total de unidades, cerca de 3.720 unidades foram comercializadas aos restaurantes da capital do estado, Belém. O preço da venda varia de acordo para onde são destinadas as ostras, para as vendidas na própria comunidade o custo é de um real a unidade do tamanho baby; R\$ 1,50 a média e R\$ 2,00 a máster, para as vendas na sede

do município ou em outras cidades o preço sofre um reajuste para R\$ 1,50 a unidade do tamanho baby; R\$ 2,00 a média e R\$ 2,50 a máster, dependendo da quantidade de dúzias que for pedido, um pedido de Belém, por exemplo, de haver uma quantidade mínima de cinco dúzias para então ser adequada ao produtor.

Apenas um produtor utiliza redes sociais para auxiliar suas vendas. O uso do whatsapp e do facebook é de extrema importância para aumentar seu comércio em outras cidades, comentou um entrevistado, onde o mesmo distribui ostras ao longo de todo ano para cinco restaurantes da capital do Estado, Belém. Todos os ostreicultores vendem do tamanho baby até o máster.

Em Santo Antônio de Urindeua, comunidade pertencente ao município de Salinópolis, foram entrevistados cinco ostreicultores, com idade entre 40 a 66 anos. De acordo com os entrevistados da comunidade, uma das peculiaridades encontrada foi que alguns produtores vendem tamanhos específicos, enquanto que alguns vendem todos os tamanhos comercializáveis. Um único produtor comercializa apenas o tamanho “baby”. Todos os produtores dessa comunidade possuem paquímetros para verificação das medidas das ostras.

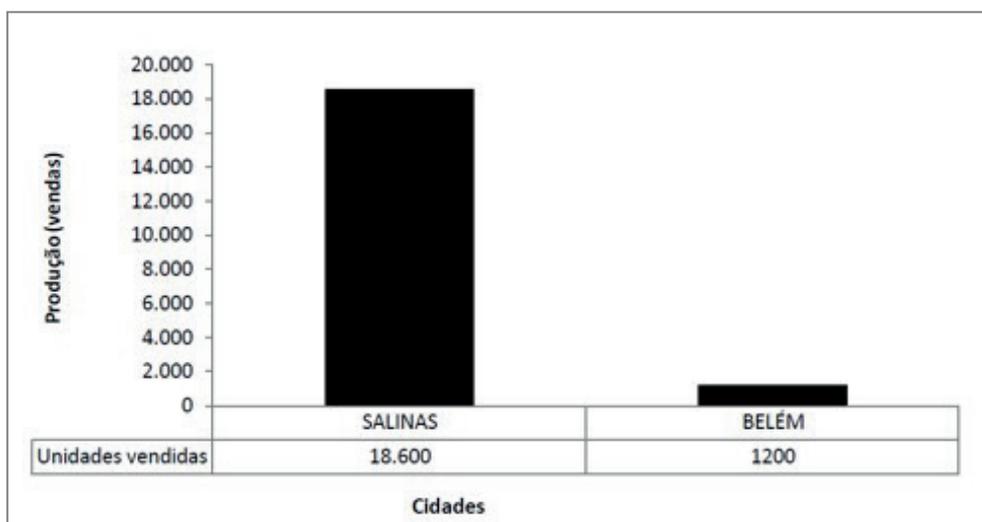
Para as vendas, as ostras passam por uma limpeza sendo lavadas e bem escovadas na área de criação, no mesmo local são retirados os organismos incrustantes e pode haver a presença possíveis depredadores (sapequaras e mexilhões) na parte exterior dos bivalves, estes são tirados manualmente, após a higienização são condicionadas em sacolas plásticas ou em caixas de isopor para então serem entregues ao consumidor e/ou destinadas aos locais para venda. Outro ponto a se destacar é de que lavagem das ostras é de acordo com o comprador, para vendas em Salinópolis ou na comunidade a higienização é básica, para restaurantes é feita uma limpeza muito mais acentuada.

Em 2017, foi comprada cerca de 8.000 sementes e 22.000 juvenis para a criação, um número relativamente pequeno, devido ao número de ostreicultores entrevistados. Na comunidade de Santo Antônio de Urindeua o total de ostras produzidas foi de 19.800 unidades. Dessa total, o produtor x comercializou 9.800 unidades; o produtor y vendeu 8.000 unidades e o produtor z comercializou 2.000 unidades. Dois produtores tinham ostras em engorda e não comercializaram nesse período. Sabemos que 18.600 unidades (93,94 %) foram destinadas ao município de Salinópolis, 1.200 unidades (6,06 %) foi vendido para Belém, e não há dados de doação/consumo próprio (Figura 03).

Das ostras produzidas em Santo Antônio de Urindeua apenas 800 unidades (4,04 %) foram comercializadas para restaurantes da capital do estado, Belém. Os preços de varejo da dúzia das ostras variam de R\$12,00 a R\$15,00. De acordo com alguns produtores nem todas as vendas são a vista. As unidades produzidas pelas três ostreiculturas foram de 205.272, destaque para Nova Olinda que produziu 71,56% de unidades, seguido de Pererú

de Fátima, com 18,80% e Santo Antônio de Urindeua, com 9,64%. Do total comercializado, 177.160 (86,30%) foram para pessoas físicas, em relação às unidades que foram destinadas a restaurantes, cerca de 28.112 unidades (13,70%) foram vendidas para restaurantes de Braganca, Salinópolis e Belém.

Figura 03. Comercialização de ostras na cidade de Salinas e Belém.



■ DISCUSSÃO

De acordo com (MACEDO *et al.*, 2016), 60 % dos ostreicultores são do sexo masculino, 40 % são do sexo feminino. Apenas metade dos entrevistados têm como esta atividade sua fonte de renda principal, porém todos reconhecem a criação de ostras como atividade bem vantajosa. Os entrevistados, quando questionados a respeito do tempo em que estão praticando a atividade, cerca de 60 % iniciaram há no mínimo nove anos, ou seja, desde o início. Macedo *et al.* (2016) relata que o projeto de ostreicultura iniciou no ano de 2006, porém só em 2009 iniciou-se o projeto que conta com 15 associados. Sampaio *et al.*, (2019); Reis *et al.*, (2020), constataram que 79 pessoas estão associadas nos projetos comunitários envolvendo ostras, contudo para a realização deste trabalho apenas 24 ostreicultores foram entrevistados. Segundo Macedo *et al.*, (2016), na Associação dos Agricultores, Pescadores e Aquicultores do Rio Urindeua (ASAPAQ), 67% dos produtores são do sexo masculino, com idade entre 41 e 50 anos. Os entrevistados em Santo Antônio de Urindeua, foram apenas cinco, por dificuldade de encontros dos associados, os entrevistados têm idade entre 40 e 66 anos, em 2015 a faixa era entre 41 e 50 anos. Em Nova Olinda cerca de 90% são do sexo masculino na faixa etária de 22 a 60 anos (HOSHINO, 2009; REIS *et al.*, 2020).

A ostreicultura no nordeste paraense teve um crescimento de forma significativa, sendo a criação praticada principalmente em travesseiros e lanternas, sendo esses em mesa fixa ou flutuante (sistema long line) (MOURA, 2019; REIS *et al.*, 2020). Em seu estudo em Nova

Olinda, Reis *et al.*, (2020) constatou 103 mesas fixas e 13 mesas flutuantes (sistema long line) com 1.320 travesseiros. O sistema de mesas flutuantes (sistema long line) minimiza a ação de predadores e parasitas naturais, desta forma preservando a estética da ostra e beneficiando a classificação (REIS *et al.*, 2020). A forma de classificação das ostras por tamanho é a mesma para todos e são estabelecidas da seguinte forma: baby, de 60 a 79 mm; média, de 80 a 99 mm; e máster, acima de 100 mm (estas medidas são à distância do umbo até a parte ventral da concha) (GALTSOFF, 1964).

A comercialização do produto ocorre ao longo do ano. Em todas as criações de sementes e juvenis de ostras são comprados da cidade de Curuçá. O valor do milheiro foi estabelecido por meio de um acordo entre a equipe técnica do SEBRAE/PA e associações, um milheiro de sementes (até 29 mm) valeu R\$ 30,00 e o milheiro de juvenis (de 30–59 mm) R\$ 60,00 (SAMPAIO *et al.*, 2019). A comercialização para restaurantes ocorre principalmente para os municípios de Belém e Bragança (BRABO *et al.*, 2016). Sampaio, *et al.*, (2019) afirma que a maioria dos proprietários de restaurantes prefere comprar ostras de tamanho menor (Baby), porém, os consumidores preferem ostras do tamanho media e máster.

O potencial turístico das cidades próximas e inclusive das próprias comunidades, como é o caso de Nova Olinda e Santo Antônio de Urindeua é um dos pontos a favor dos ostreicultores. Conforme todos os entrevistados, afirma que o mês de maior venda é o de julho, especialmente devido à época de férias escolares e período de praias lotadas, nestes períodos, o número de encomendas crescem significavelmente, inclusive os restaurantes podem aumentar a demanda de pedidos, principalmente em períodos que ocorrem festivais. Todavia o consumo de ostras ocorre de forma tímida onde o maior consumo desses moluscos ocorre na região litorânea (ARAÚJO, 2019). Caso como na região de Santo Antônio do Urindeua no período de julho e no mês de setembro onde ocorre o festival do marisco que existe uma grande procura e comercialização de ostras na (FIGUEIREDO, 2015). Contudo é necessário a aquisição de parcerias visando melhorar o negócio (FRANÇA *et al.*, 2011)

■ CONCLUSÃO

A ostreicultura mostra-se como uma grande alternativa para as comunidades nelas envolvidas, com um mercado paraense ainda pequeno, contudo em expansão. A criação de ostras é uma opção de renda viável para os pescadores artesanais e agricultores familiares da região. Em relação a produtividade o sistema de mesas flutuante (sistema long line) é o mais recomendado visto que minimiza a ação de predadores e parasitas naturais sendo que o travesseiro fica de forma suspensa na coluna d'água, diminuindo o número de manutenção de limpeza que ocorre a cada 15 dias, desta forma minimizando o estresse que o animal possa vir a sofrer por conta do processo de limpeza. O sistema de mesas flutuante

(sistema long line) foi observado apenas em Nova Olinda, no interior do município de Augusto Corrêa, no caso de Pererú de Fátima e Santo Antônio de Urindeua são adotados apenas o sistema de mesas fixas.

■ REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. F. Estudo de mercado dos consumidores de ostras da região metropolitana de Belém. 2019. 40 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em engenharia de pesca) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

BRABO, M. F., PEREIRA, L. F. S., FERREIRA, L. D. A., COSTA, J. W. P., CAMPELO, D. A. V., & VERAS, G. C. (2016). A cadeia produtiva da aquicultura no Nordeste Paraense, Amazônia, Brasil. *Informações econômicas*, 46(4), 16-26.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Fishery and Aquaculture Statistics 2018: Meeting the sustainable development goals. **Roma**: FAO, 2020.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Towards Blue Transformation, FAO **Roma**: FAO, 2022.

FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. **Rome**. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>

FIGUEIREDO, J. F. Monitoramento da qualidade físico-química e microbiológica da água de cultivo de ostra (*Crassostrea rhizophorae*) em uma comunidade de ostreicultores no Estado do Pará. - Belém, 2015.

FRANÇA, M. C., CAMPOS, O. T., & LEAL, L. H. **Novas Oportunidades na Aquicultura: O Cultivo de Ostras na Zona Costeira do Estado Pará.**

GALTSOFF, P.S. The American Oyster. U.S. Fish Wildl. **Serv. Fish Bull.** V. 64, 1964

HOSHINO P (2009). Avaliação e comparação de projetos comunitários de ostreicultura localizados no Nordeste Paraense. Dissertação de Mestrado, Programa de Pósgraduação em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará, 99 p., Belém. 2009

IBGE (2021) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/pesquisa/18/16458?localidade1=42&localidade2=35&indicador=16488> . Acesso em: 14 de fevereiro de 2023.

MACEDO ARG, SILVA FL, RIBEIRO SCA, TORRES MF, SILVA FNL, MEDEIROS LR (2016). Perfil da ostreicultura na comunidade de Santo Antônio do Urindeua, Salinópolis, Nordeste do Pará/Brasil. Revista **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, 14:1-25.

MACIENTE, A. N. (2020). Essencialidade, contato interpessoal, teletrabalho e automação das ocupações no mercado formal brasileiro: riscos e potencialidades advindos da Covid-19.

MOURA, T. A. O. (2019). A cadeia de suprimentos da Ostreicultura no Nordeste Paraense, Amazônia, Brasil. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGARAT), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 69p.

OLIVEIRA, R. C. (2015). O panorama da aqüicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. *Revista INTERTOX de toxicologia, risco ambiental e sociedade*, 2(1), 71-89.

REIS, R. D. S. C., BRABO, M. F., RODRIGUES, R. P., CAMPELO, D. A. V., VERAS, C. G., SANTOS, M. A. S., & BEZERRA, A. S. (2020). Aspectos socioeconômicos e produtivos de um empreendimento comunitário de ostreicultura em uma reserva extrativista marinha no litoral amazônico, Pará, Brasil. *International Journal of Development Research*, 10(4), 35072-35077.

REIS, R. D. S. C., DA SILVA COSTA, A. T., RODRIGUES, R. P., CAMPELO, D. A. V., VERAS, G. C., & BRABO, M. F. (2020). Aspectos tecnológicos de um empreendimento de ostreicultura em uma reserva extrativista marinha na Amazônia. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 13(4), 1263-1279.

SAMPAIO, D.S.; SANTOS, M.L.S.; TAGLIARO, C. H. & BEASLEY, C. (2020). Variation in environmental characteristics of waters among Amazon coast oyster culture units. *Acta Amaz.* vol.50, n.4, pp.295-304.

SAMPAIO, D.S.; TAGLIARO, C.H.; SCHNEIDER, H.; BEASLEY, C.R. (2019). Oyster culture on the Amazon mangrove coast: asymmetries and advances in na emerging sector. *Reviews in Aquaculture* (2019) 11, 88-104.

SEBRAE, OSTREICULTURA MANUAL DE BOAS PRÁTICAS: QUALIDADE E SEGURANÇA PARA BONS NEGÓCIOS (2023). Disponível em: www.sebrae.com.br, acesso em: fevereiro/2023.

DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE SUSTENTADA, PROLONGADA E DE EXPLOSAO DE ALEVINOS DE TAINHA (*MUGIL PLATANUS*, GÜNTHER, 1880)

| **Edison Barbieri**

Instituto de Pesca

| **Elder Samuel Lopes Martins**

Instituto de Pesca

| **Renata Antunes Portis**

Instituto de Pesca

RESUMO

A capacidade de natação e a atividade de natação são dois parâmetros utilizados para estimar alterações na locomoção de peixes relacionadas a variações ambientais. Peixes podem nadar de três formas diferentes: sustentada, prolongada ou natação de explosão. Essas velocidades para tainhas (*Mugil platanus*) nunca havia sido determinada antes do presente estudo. Assim sendo, o objetivo desse estudo foi determinar a velocidade sustentada, prolongada e de explosão de alevinos de tainha, para ser utilizada no manejo dessa espécie com vistas à aquicultura ou para avaliação de condições ambientais. Para determinar as velocidades de natação da tainha utilizou-se um respirômetro ativo. Velocidades menores de 14 cm/seg, foi considerada velocidade sustentada para tainhas de 4 cm. Na velocidade de 16 cm/seg os peixes cansavam-se após um tempo médio de 51,25 minutos, considerou-se assim velocidade prolongada. Acima da velocidade de 20 cm/seg, o consumo específico de oxigênio caiu drasticamente, indicando estado de cansaço e o colapso do sistema metabólico aeróbico do peixe. Acima dessa velocidade considerou-se velocidade de explosão.

Palavras-chave: Natação, Tainha, *Mugil Platanus*.

■ INTRODUÇÃO

Alteração do comportamento de natação causado por alterações ambientais pode prejudicar a capacidade do peixe de se alimentar, bem como de fugir de predadores ou mesmo de se reproduzir (Little *et al.*, 1985, Eiras *et al.*, 2022). O comportamento de natação é um parâmetro frequentemente observado na avaliação das condições de saúde de peixes (Little & Finger, 1990, Ferrarini *et al.*, 2016). Nesse contexto a capacidade de natação e a atividade de natação são dois parâmetros utilizados para estimar alterações na locomoção de peixes relacionadas a variações ambientais (Garcia *et al.*, 2015). Capacidade de natação é uma medida relacionada à resistência do peixe em se manter nadando frente a um fluxo d'água (Dodson & Mayfield, 1979, Garcia *et al.*, 2015) ou à capacidade física de se manter nadando contra este fluxo (Howard, 1965). Capacidade de natação inclui também variáveis como frequência e duração dos movimentos (Cleveland *et al.*, 1986, Barbieri, 2007a.), velocidade e distância percorrida durante o movimento (Miller, 1980), frequência e ângulo de natação frente a um fluxo (Rand, 1984, Henriques *et al.*, 2018), posição na coluna d'água e forma do comportamento de natação (Henriques *et al.*, 2018).

O conhecimento dos possíveis efeitos de fatores ambientais sobre a capacidade de natação de organismos aquáticos é de grande utilidade para o gerenciamento da qualidade ambiental, uma vez que, na maioria das vezes, esses efeitos são dificilmente detectáveis através de uma análise superficial, podendo, no entanto, influenciar drasticamente a sobrevivência e o sucesso de espécies e comunidades. Mesmo exposições em período curto a condições ambientais inadequadas podem prejudicar, em um prazo relativamente curto, a habilidade do peixe se alimentar, fugir de predadores, reproduzir-se, etc. (Little *et al.*, 1985, Barbieri, 2007b). Desse modo, o metabolismo e a capacidade de natação de um peixe, além de auxiliarem no conhecimento das relações causais entre contaminantes e os processos fisiológicos, podem fornecer indicações rápidas de deterioração ambiental em tempo hábil para que medidas adequadas sejam providenciadas. Isto se aplica, principalmente aos estuários, onde o efeito predatório da ação do homem, se fazem sentir há séculos e fatores ambientais como salinidade e temperatura variam em questão de minutos.

Segundo Hoar & Randall (1978), os peixes podem nadar de três formas diferentes: sustentada, prolongada ou natação de explosão. A natação sustentada e prolongada, são caracterizadas por apresentar um aumento de 4 a 6 vezes no consumo de oxigênio em relação ao valor consumido em condições de repouso (Webb, 1998), assim sendo, é considerada natação aeróbica e exigem ajustes nos sistemas respiratório e cardiovascular (Blasco, 2015). Já a natação de explosão tem duração de apenas alguns segundos e se caracteriza por ser anaeróbica (Randall, 1982).

A determinação da velocidade sustentada, prolongada e de explosão é utilizada para construir escadas em represas, nas quais a velocidade da vazão seja adequada para espécies migrantes conseguirem transpassar as barreiras para a reprodução ou alimentação (Vecentini & Martinez, 2009). Além disso, é extremamente útil na aquicultura, com a finalidade de promover o manejo de alevinos nadadores selecionando os melhores para a engorda (Brett, 1964). Assim sendo, o objetivo desse estudo foi determinar a velocidade sustentada, prolongada e de explosão de alevinos de tainha (*Mugil platanus*), para ser utilizada no manejo dessa espécie com vistas à aquicultura ou para avaliação de condições ambientais.

■ METODOLOGIA

Espécie estudada

As tainhas pertencem à família Mugilidae, representada por espécies eurihalinas e euri térmicas encontradas em águas tropicais e subtropicais de todo o mundo, principalmente nas regiões costeiras (Menezes, 1983). Assim como outras espécies de peixes comerciais, a tainha é um importante recurso pesqueiro, mas ainda existem poucos estudos sobre seus hábitos, biologia, distribuição e abundância.

Mugil platanus tem seu ciclo de vida intimamente relacionado a regiões estuarinas, que constituem criadouro natural dessa espécie (Vazzoler, 1975). É de porte médio, alcançando um metro de comprimento e 6 quilos de peso. Este peixe não possui linha lateral, mas apresenta estrias escuras longitudinais evidentes, alternadas com estrias claras. Apresenta, também, entre 34 a 40 séries laterais de escamas, desde a margem superior do opérculo à base da nadadeira caudal. As grandes áreas lagunares do Sudeste e Sul do Brasil como o complexo estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia e a Lagoa dos Patos no Rio Grande do Sul, são procuradas por *M. platanus*, que aí se desenvolve durante um certo período até atingir a maturação das gônadas (Menezes, 1983).

As tainhas (*Mugil platanus*) constituem recurso pesqueiro de alto valor, pois são consumidas por populações das regiões costeiras e estuarinas que se utilizam da pesca artesanal para a sua captura. Alcançam grandes cifras na estatística do pescado com registro, nos últimos anos, de captura variando entre 4 a 5 mil toneladas anuais, só na região Sudeste-Sul (SUDEPE, 1983, 1984, 1985). Na Lagoa dos Patos, a tainha foi a espécie dominante nos arrastos de praia no estuário e a segunda em abundância na região costeira, tendo constituído respectivamente 31,2 e 24,96% de todos os peixes capturados (Chao *et al.*, 1982).

O espectro trófico das espécies de Mugilidae revela seu hábito detritívoro, correspondendo a consumidores primários. Esta característica lhes confere grande importância ecológica

pela conversão de energia potencial dos detritos em energia aproveitável para outros níveis tróficos (Yañes-Arancibia, 1976).

A produção de tainha é mais elevada durante o inverno, pois nesse período os indivíduos reprodutores migram para o estuário. O elevado peso das fêmeas ovadas faz com que sua pesca seja mais promissora. Assim, observa-se durante o outono/inverno (maio a agosto) maior número de cercos instalados na região de Cananéia (Radasewsky, 1976).

Muitas lacunas ainda precisam ser esclarecidas a respeito do ciclo de vida deste peixe, principalmente sobre a possível co-existência de diferentes populações e sobre a reprodução da espécie. Sadowski & Almeida (1986) trabalharam em Cananéia com marcação de tainhas, inferindo que o início da migração é incentivado por fatores meteorológico-hidrológicos, característicos da passagem de frentes frias. A migração seria intermitente e interrompida em condições desfavoráveis de tempo estável. Vieira & Scalabrim (1991) trabalhando com dados de produção e meteorológicos na costa do Rio Grande do Sul, corroboram esta hipótese, associando as quedas abruptas de temperatura e aumento de salinidade na Lagoa dos Patos (RS) como outros fatores disparadores das migrações. Os autores concluem que o percurso dos cardumes está na faixa de água com temperaturas de 19°C a 20°C, sendo que as desovas ocorreriam numa área entre o norte do Rio Grande do Sul e o norte de Santa Catarina.

Estudos mostram que a época de desova da tainha ocorre entre maio e agosto, por serem encontrados indivíduos maduros neste período (Radasewsky, 1976; Godinho *et al.*, 1993). Outros autores registraram que a tainha apresenta um longo período de desova de fevereiro a novembro (Godinho *et al.*, 1993), ou que a desova ocorre de maio a julho (Vieira & Scalabrim, 1991). De acordo com a produção comercializada no município de Cananéia, pouco se pode inferir sobre a época exata de desova da espécie, mas o período de maior produção com a presença de fêmeas maduras, ocorre de maio a agosto.

Vieira & Scalabrim (1991) relatam que pode haver duas épocas de desova, uma de maio a julho e outra de novembro a dezembro. Relatam, ainda, que pode ocorrer um retardo no crescimento dos juvenis quando as condições ambientais marinhas forem adversas, fato corroborado por outros autores. Sadowski & Almeida Dias (1986), comentam sobre a intermitência da migração, período em que, de acordo com as condições ambientais, haveria um retardo para percorrer o trajeto. Conjugadas, estas duas hipóteses sugerem a existência de duas populações, havendo assim duas épocas de desova, explicando o aumento da captura nos meses de setembro e outubro.

Manutenção dos peixes para experimentos

No laboratório da Base do Instituto de Pesca em Cananéia (SP), um total de 1000 peixes com 4 a 5 ($\pm 0,55$) centímetros de comprimento foram colocados em tanques de 500 litros, com aeração constante e troca diária de água, de onde eram transferidos paulatinamente para tanques menores, de 200 litros. Antes de serem utilizados, permaneceram ali por 5 dias, com a finalidade de se aclimatarem adequadamente às condições de temperatura e salinidade a serem testadas. Tanto a água doce quanto a do mar utilizada para a manutenção, foram filtradas ao passarem por 3 filtros de $2\mu\text{m}$, 2 filtros de $1\mu\text{m}$ e 1 filtro de $0,5\mu\text{m}$ dispostos sequencialmente. A temperatura e a salinidade da água dos tanques foram monitoradas constantemente. Os animais foram alimentados com ração colocada nos tanques, sendo a alimentação suspensa 48 horas antes dos experimentos.

Determinação do tempo de aclimação ao respirômetro.

Para estudar o tempo necessário para os peixes se recuperarem dos efeitos de manuseio e se aclimatarem ao confinamento no respirômetro, e assim minimizar o estresse que pode alterar as taxas metabólicas, foram realizados experimentos preliminares, visando monitorar a variação do consumo de oxigênio em função do tempo a partir do momento da colocação do peixe na câmara respirométrica.

Estes experimentos revelaram o tempo necessário para que as taxas metabólicas se estabilizem. Baseado nos resultados obtidos, escolheu-se o tempo considerado ideal de aclimação ao respirômetro para a tainha (*Mugil platanus*) que, a partir de então, foi adotado como padrão e utilizado em todos os demais experimentos.

Os peixes utilizados foram mantidos 48 horas em jejum, sob condições controladas de temperatura e salinidade iguais às daquelas dos experimentos. Foram utilizados 72 animais com peso entre 5 a 6,5 gramas e de 4,5 a 5,5 cm de comprimento.

Peixes aclimatados em três diferentes temperaturas (25°C , 20°C e 15°C) na salinidade de 20 foram colocados individualmente num respirômetro, que foi então selado e após 1, 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 minutos. Após esses períodos foram tomadas as medidas de oxigênio. Para cada tempo de aclimação, nas temperaturas e salinidade foram utilizados 3 espécimes de tainha. O mesmo procedimento foi realizado em três salinidades (35; 20 e 5) na temperatura de 20°C .

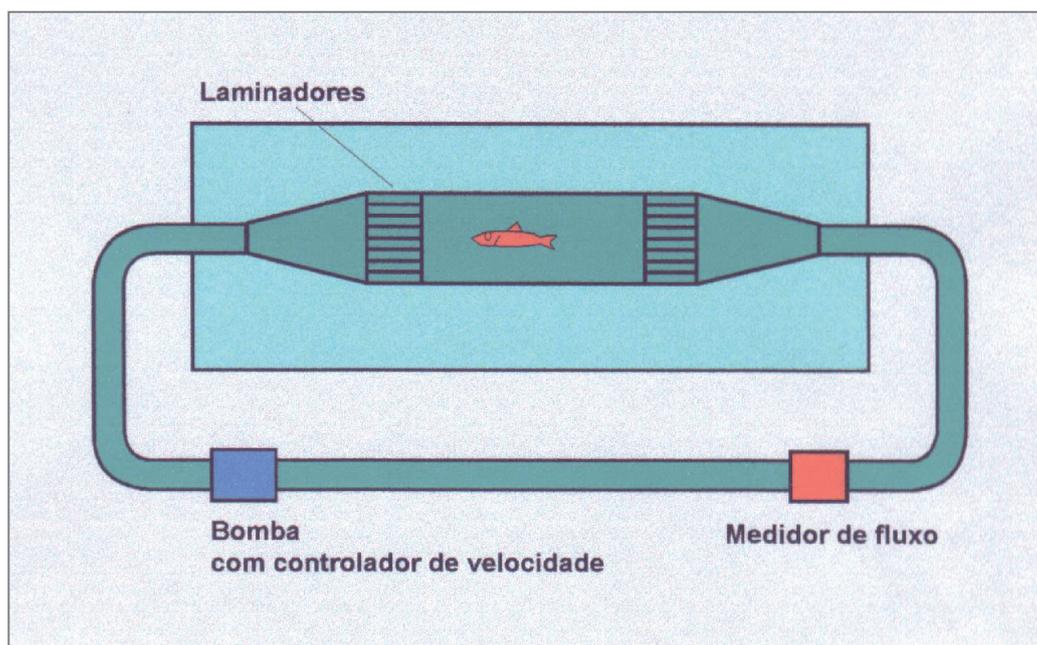
Antes do fechamento, foram coletadas amostras para quantificar a concentração inicial de oxigênio dissolvido na água de entrada, pelo método de Winkler. Após o período pré-determinado, os respirômetros foram abertos sequencialmente e, em seguida, coletadas

amostras de água para a determinação da concentração final de oxigênio (pelo mesmo método citado anteriormente) em cada um dos respirômetros.

Experimentos para determinar a velocidade sustentada, prolongada e de explosão.

Este experimento teve como objetivo determinar as velocidades sustentada, prolongada e de explosão, baseado no protocolo de Brett (1964) utilizado para salmão. Um total de 45 peixes, pesando $5,5 (\pm 0,6)$ gramas e medindo $4,9 (\pm 0,76)$ centímetros, em média, foram utilizados para os experimentos. Um peixe por vez foi colocado no respirômetro ativo (figura 1) para um período de aclimatação de 90 minutos, com velocidade de fluxo da água de 2,2 cm/seg. Depois desse período a velocidade foi aumentada para 4 cm/seg fazendo com que o peixe nadasse por uma hora. Caso o peixe não se cansasse, a velocidade era diminuída para 2,2 cm/seg novamente e o respirômetro era aberto, para coletar amostra a fim de se medir o consumo de oxigênio, e renovar a água por 15 minutos. Após esse período, o procedimento era repetido e, a cada rodada, o incremento da velocidade era de 2 cm/seg até chegar a velocidade que o peixe cansasse.

Figura 1. Esquema de respirômetro ativo utilizado nos experimentos.



Fonte: Barbieri et al., 1998.

Análise estatística

Os dados foram analisadas quanto à normalidade da distribuição utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk e homocedasticidade das variâncias usando o teste de Levene. Sendo normais e homocedásticos, as diferenças entre as médias dos tratamentos foram avaliadas

através da análise de variância (ANOVA – one way) seguida do teste de comparações múltiplas de Tukey, com nível de significância $p < 0,05$.

■ RESULTADOS

Efeito do manuseio

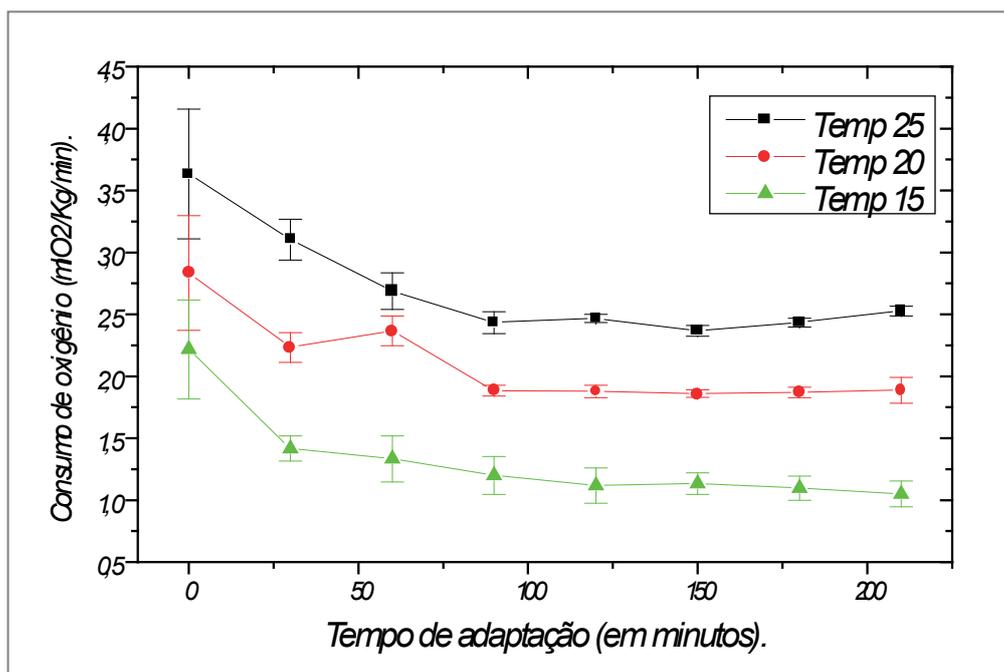
Efeito do manuseio em função da temperatura, à salinidade de 20.

O efeito do manuseio, foi avaliado através do tempo necessário para que as taxas metabólicas dos peixes estabilizassem dentro da câmara experimental. Os períodos testados foram de 1; 30; 60; 90; 120; 180; 210 minutos, a fim de determinar o tempo necessário para aclimatar o peixe ao respirômetro, nos experimentos sobre consumo de oxigênio e capacidade de natação.

Na temperatura de 25°C a média do consumo específico dos animais estudados foi de 3,63 ($\pm 0,52$) mlO₂/Kg/min para peixes aclimatados por 1 minuto, e de 2,52 ($\pm 0,04$) mlO₂/Kg/min para peixes aclimatados durante 210 minutos (figura 2). Para os peixes aclimatados na temperatura de 20°C, a média do consumo específico foi de 2,83 ($\pm 0,46$) mlO₂/Kg/min para os animais com 1 minuto de aclimação, e de 1,88 ($\pm 0,10$) mlO₂/Kg/min para aqueles que foram aclimatados durante 210 minutos (figura 2). Já na temperatura de 15°C, a média do consumo específico foi de 2,21 ($\pm 0,40$) mlO₂/kg/min para os exemplares que foram aclimatados por 1 minuto, e de 1,05 ($\pm 0,10$) mlO₂/Kg/min para aqueles aclimatados durante um período de 210 minutos (figura 2).

Os dados obtidos demonstraram que o consumo específico de oxigênio e o desvio padrão diminuíram constantemente até 90 minutos após a colocação da tainha no respirômetro. A partir de então, estes se estabilizaram até o final dos experimentos (figura 2). Aplicando-se a análise de variância seguida do teste de Tukey para a comparação das médias entre períodos correspondentes, nas diferentes temperaturas, verificou-se que houve diferença significativa entre elas a partir do tempo de aclimação de 90 minutos (figura 2). Houve também, diferenças significativas ($p < 0,05$), no consumo específico de oxigênio entre os períodos de 1 min e 90 min, 1 min e 120 min, 1 min e 150 min, 1 min e 180 min, 1 min e 210 min, em cada temperatura.

Figura 2. Variação do consumo de oxigênio de tainhas, aclimatadas na salinidade de 20, em função do tempo de aclimação ao respirômetro em diferentes temperaturas. As barras são os respectivos desvios padrões.



Efeito do manuseio em função da salinidade à temperatura de 20°C.

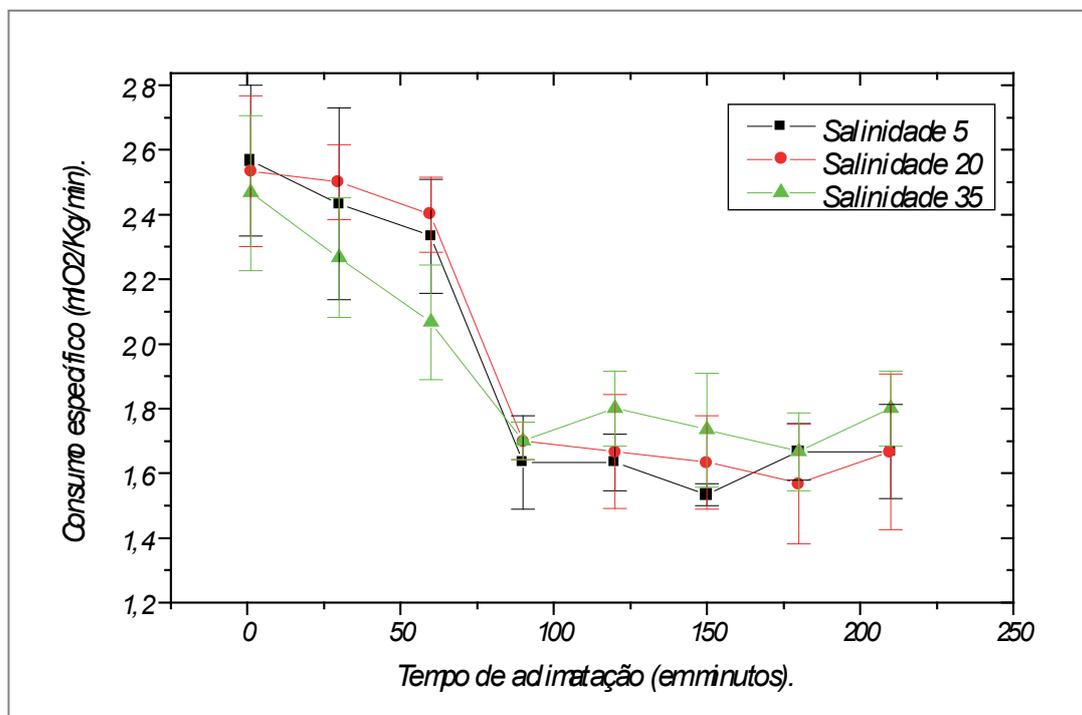
O procedimento adotado foi semelhante ao anterior, porém, neste caso, a temperatura foi mantida constante a 20°C, aclimatando-se os peixes a três salinidades (35; 20 e 5). Os resultados obtidos mostram que o consumo de oxigênio diminuiu constantemente até 90 minutos após a colocação da tainha no respirômetro. A partir de então estabilizou-se até o final dos experimentos (figura 3). A variação individual foi bem maior que no experimento no qual variou a temperatura, refletindo aqui no desvio padrão.

À salinidade de 5‰, as médias do consumo específico dos animais estudados foram de 2,46 ($\pm 0,24$) mLO₂/Kg/min para peixes aclimatados por 1 minuto, e de 1,80 ($\pm 0,11$) mLO₂/Kg/min para peixes aclimatados durante 210 minutos (figura 3). Para os peixes à salinidade de 20‰, as médias do consumo específico foram de 2,53 ($\pm 0,23$) mLO₂/Kg/min para os animais aclimatados durante 1 minuto, e de 1,66 ($\pm 0,24$) mLO₂/Kg/min para aqueles aclimatados por 210 minutos (figura 3). À salinidade de 35‰, as médias do consumo específico foram de 2,56 ($\pm 0,23$) mLO₂/kg/min para os exemplares com um minuto de aclimação e de 1,66 ($\pm 0,14$) mLO₂/Kg/min para aqueles adaptados durante 210 minutos (figura 3).

Aplicando-se a análise de variância para a comparação das médias, verificou-se que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) do consumo específico de oxigênio para as diferentes salinidades empregadas, quando se compararam períodos correspondentes. Porém, houve diferenças significativas entre os períodos de 1 min e 90 min, 1 min e 120 min, 1 min e 150 min, 1 min e 180 min, 1 min e 210 min, para o consumo específico, quando se considera cada salinidade testada.

Como as menores taxas observadas para o metabolismo estão associadas ao período mínimo de aclimação de 90 minutos, em todas as salinidades e temperaturas empregadas, este foi o tempo utilizado como padrão para aclimatar os peixes ao respirômetro, em todos os experimentos subsequentes.

Figura 3. Variação do consumo de oxigênio da tainha em função do tempo de aclimação ao respirômetro em salinidades diferentes. A temperatura foi mantida em 20°C. As barras são os respectivos desvios padrões.



Determinação da velocidade sustentada, prolongada e de explosão.

Para determinar as velocidades sustentada, prolongada e de explosão, submetemos as tainhas a várias velocidades de natação, a partir de 2cm/seg chegando até 24cm/seg.

No estudo da capacidade de natação de salmão, Brett (1964) denominou as velocidades menores na qual os salmões não se cansavam após nadarem por 200 minutos de “velocidade sustentada”. O autor denominou as velocidades nas quais os salmões se cansavam após 100 minutos de natação de “velocidade prolongada”. Neste experimento, aplicamos a nomenclatura de Brett para indicar as velocidades da figura 4.

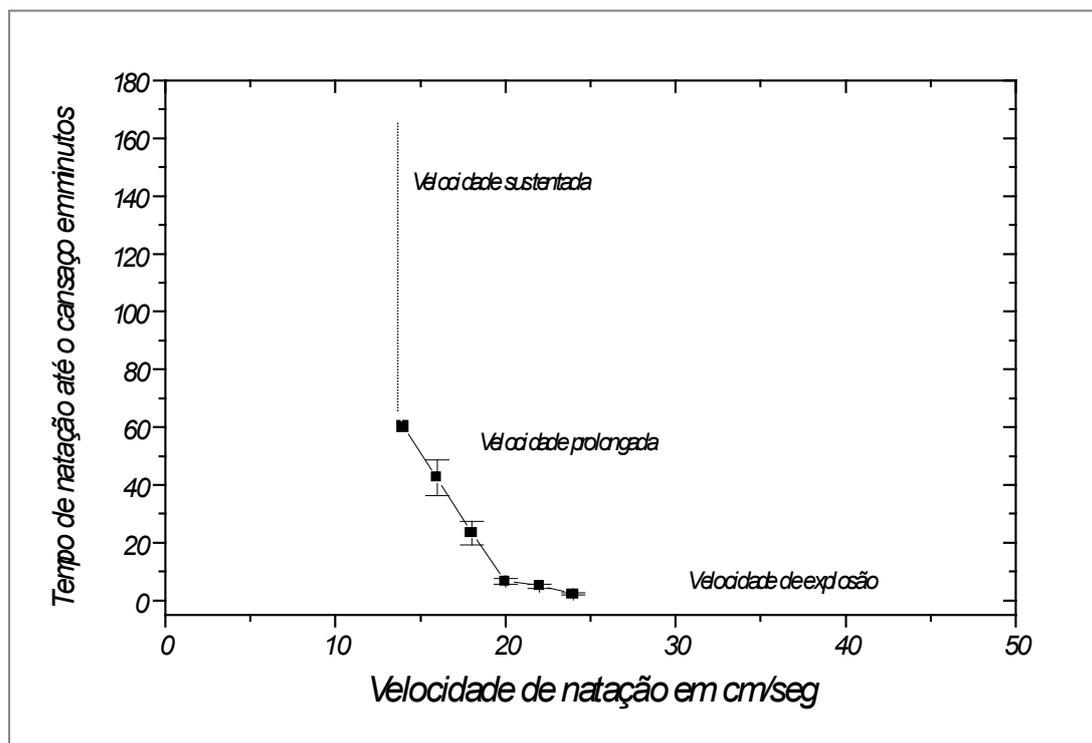
Nas velocidades menores de 14 cm/seg (2; 4; 6; 8; 10 e 12 cm/seg), as tainhas não se cansavam, consideramos assim, como sendo velocidade sustentada para tainhas de 4 cm. Na velocidade de 16 cm/seg os peixes cansavam-se após um tempo médio de 51,25 minutos (figura 4), consideramos assim velocidade prolongada. Os valores de velocidade prolongada crítica para o mandi *Pimelodus maculatus*, por exemplo, giram na faixa de 1 a 1,6 m/s, para essa espécie que é de pequeno porte (Vicentini & Martinez, 2009).

O tempo de natação até o cansaço diminuiu rapidamente nas velocidades mais altas testadas (18; 20; 22; e 24 cm/seg), sendo que os peixes cansavam-se em 5 minutos na velocidade de 20 cm/seg, essa velocidades consideramos de explosão.

A média do consumo específico de oxigênio na velocidade 14 cm/seg foi de 2,69 mlO₂/Kg/min e para a velocidade de 16 cm/seg, foi de 3,35 mlO₂/Kg/min (figura 2). Houve diferença significativa (Tukey) entre as médias do consumo específico de oxigênio nas velocidades de 14 cm/seg e 2 cm/seg, 14 cm/seg e 4 cm/seg e 14 cm/seg e 18 cm/seg. Para a velocidade de 16 cm/seg houve diferença significativa entre as médias para o consumo específico de oxigênio entre: 16 cm/seg e 2cm/seg, 16 cm/seg e 4 cm/seg, 16 cm/seg e 6 cm/seg e entre 16 cm/seg e 18cm/seg.

O consumo específico de oxigênio aumenta progressivamente com o aumento da velocidade de natação, até 20 cm/seg (figura 4). Após esta velocidade o consumo específico de oxigênio cai drasticamente, indicando estado de cansaço e o colapso do sistema metabólico aeróbico do peixe. Acima dessa velocidade considerou-se velocidade de explosão.

Figura 4. Determinação da velocidade: sustentada, prolongada e de explosão de tainhas de 4cm.



Consumo de oxigênio de tainhas nadando nas velocidades sustentada, prolongada e de explosão.

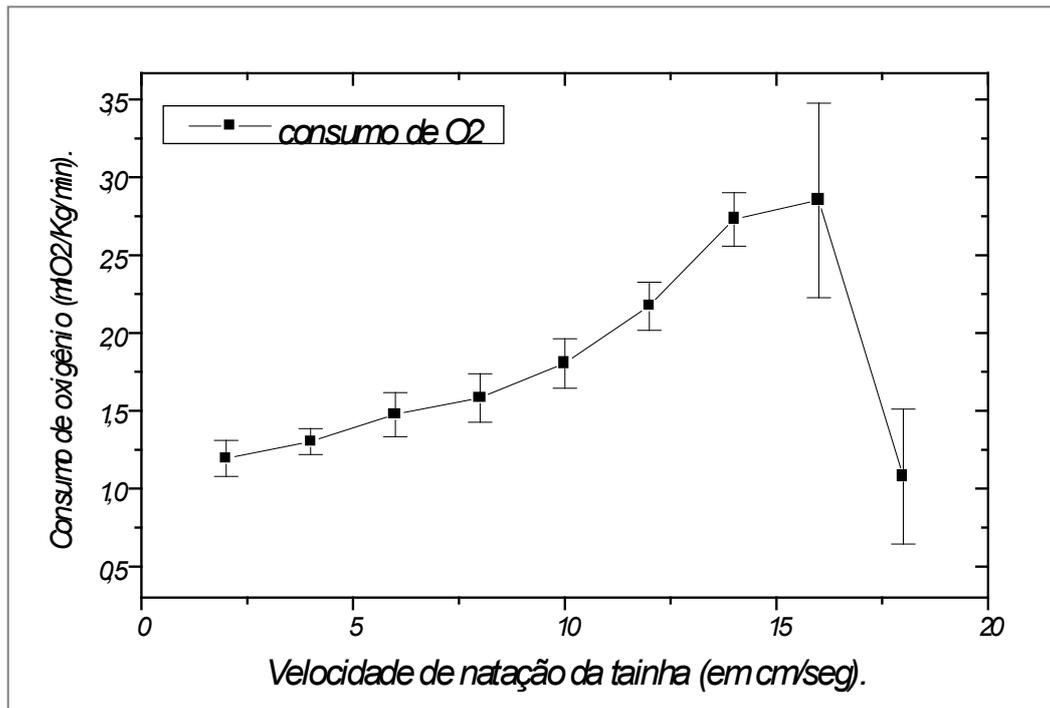
Nestes experimentos foram utilizados um total de 180 peixes divididos em grupos de cinco peixes cada, com média de peso de 5,2 (0,75) gramas e 4,9 (±0,82) de comprimento. Os peixes foram aclimatados a temperatura de 25°C e na salinidades 20, por 5 dias.

Cinco peixes de cada combinação foram submetidos a medição do consumo de oxigênio nas velocidades sustentada, prolongada e de explosão.

Para quantificar as velocidades sustentada, prolongada e de explosão, utilizou-se um respirômetro ativo construído em nosso laboratório, baseado no descrito por Brett (1964). O respirômetro consiste em uma câmara respiratória colocada dentro de uma caixa com água, para auxiliar na manutenção da temperatura. Uma bomba com rotação controlável por meio de um “variac” foi utilizada para criar uma corrente de água no interior da câmara na velocidade desejada, obrigando o animal a nadar no contra-fluxo com uma velocidade igual a da corrente gerada. A velocidade da corrente foi mensurada através de um medidor de fluxo tipo “Venturi”. Para orientar o fluxo e delimitar o espaço de natação, laminadores de fluxo foram instalados nas duas extremidades da câmara respiratória. O volume total do respirômetro foi de 1,2 litros.

Um peixe por vez foi colocado no respirômetro para um período de aclimatação de 90 minutos em água sem o contaminante, com velocidade do fluxo da água de 2,84 cm/seg (figura 5). A velocidade foi, então, lentamente aumentada (1cm/seg) até atingir 15 cm/seg ($\pm 0,71$), sendo o peixe obrigado a nadar nessa velocidade até o cansaço. Considerou-se cansaço quando o animal não mais conseguiu manter sua velocidade em relação ao fluxo d'água sendo arrastado pela corrente até a extremidade de saída do respirômetro, permanecendo nessa posição por mais de um minuto. O fluxo foi monitorado durante todo o experimento e a concentração de oxigênio dissolvido no respirômetro foi determinada no início e no final do mesmo, através do método de Winkler. O consumo total do oxigênio em cada experimento foi calculado pela diferença de concentração entre a amostragem inicial e final. Durante o experimento, a concentração final de oxigênio no respirômetro nunca declinou a níveis menores do que 70% em relação à inicial.

Figura 5. Variação do consumo de oxigênio de tainhas, após nadarem um hora em diferentes velocidade.



■ DISCUSSÃO

A fisiologia de natação de um peixe é afetada pela maturidade e condições orgânicas, grau de exposição a outros estressores, aclimatação, tempo de teste e parâmetros físicos e químicos tais como: temperatura, salinidade, qualidade da água, iluminação, tamanho ou forma do aquário teste (Olla *et al.*, 1974, Eiras *et al.*, 2022). Desta forma, testes envolvendo respostas comportamentais requerem um controle e padronização rígida da metodologia, com uma rigorosa uniformização do meio experimental e manuseio dos organismos teste.

Se analisarmos os resultados obtidos neste trabalho para tainhas sob uma ótica ecológica, talvez a primeira resposta do peixe poderia ser a fuga, e, caso o ambiente estivesse totalmente contaminado poderíamos, quiçá, encontrar a mesma resposta do ambiente em respirômetro selado onde realizamos os experimentos.

O estudo da capacidade de natação realizado para diferentes espécies de peixes subsidia o entendimento do papel ecológico das espécies no meio em que vivem pois avalia a capacidade de fuga diante de um predador (Kasapi *et al.*, 1992, Ferrarini *et al.*, 2016), os efeitos da atividade natatória sob o crescimento (Hammer e Schwarzl., 1996), a composição corporal e o conteúdo calórico (Reidy *et al.*, 1995, Barbieri *et al.*, 2000), a relação entre a natação e o consumo de oxigênio (Brett, 1965; Barbieri *et al.*, 1998, Garcia *et al.*, 2015), a relação da forma da nadadeira caudal e a velocidade de natação desenvolvida pelos peixes (Karposian *et al.*, 1990), a habilidade e a velocidade de natação como um fator na ocupação de vários ambientes dentro de uma mesma região (Peake *et al.*, 1997, Barbieri, 2007a).

Alterações na capacidade de natação têm reflexo sobre diversas atividades do organismo tais como migração, predação ou sucesso na fuga dos predadores, com sérias consequências ecológicas (Reidy *et al.*, 1995). Além disso, a diminuição do tempo de natação até o cansaço dificulta as chances de encontrar a presa pela redução da área de busca (Laurence, 1972, Barbieri 2007b). Esse fato acarreta prejuízo da eficiência alimentar com o concomitante decréscimo na quantidade de energia disponível para o crescimento (Little & Finger, 1990, Henriques *et al.*, 2018).

■ REFERÊNCIAS

BARBIERI, E.; NGAN, Phan Van ; GOMES, Vicente . Efeito do DSS, dodecil sulfato de sódio, no metabolismo e na capacidade de natação de *Cyprinus Carpio*. Revista Brasileira de Biologia (Impresso) (Cessou em 2001. Cont. ISSN 1519-6984 Brazilian Journal of Biology (Impresso)), São Paulo, v. 58, n.2, p. 263-272, 1998.

BARBIERI, E.; PHAN, V.G.; GOMES, V. 2000. Effects of LAS-C12, Linear Alkylbenzene Sulphonate, on Metabolic Rate and Swimming Capacity of *Ciprinus carpio*. Ecotoxicology and Environmental Restoration, Portugal, 3(2): 69-75.

BARBIERI, E. 2007a The use of active metabolism and swimming activity to evaluate the toxicity of Dodecil Benzen Sodium Sulfonate (LAS-C12) on the *Mugil platanus* (mullet) according to the temperature and salinity.. WATER ENVIRONMENT RESEARCH, Estados Unidos, v. 79, n.8, p. 707-719.

BARBIERI, E. 2007b. Use of metabolism and swimming activity to evaluate the sublethal toxicity of surfactant (LAS-C12) on *Mugil platanus*. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 50, p. 101-112.

BLASCO, F.R. 2015. Modulação autonômica cardíaca durante o exercício no peixe de respiração aérea bagre africano, *Clarias gariepinus*. Dissertação apresentada ao Programa Interinstitucional de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas/UFSCar-UNESP. <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/7207/DissFRB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BRETT, J. R. 1964. The respiratory metabolism and swimming performance of young sockeye salmon. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 21: 1183-1226.

CHAO, L. N.; L. E. PEREIRA; J. P. VIEIRA; M. A. BEMVENUTI & L. P. R. CUNHA. 1982. Relação preliminar dos peixes estuarinos e marinhos da Lagoa dos Patos e região costeira adjacentes, Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande 5: 65-75.

CLEVELAND, L.; E. E. LITTLE; S. J. HAMILTON; D. R. BUCKLER. & J. B. HUNN. 1986. Interactive toxicity of aluminum and acidity to early life stages of brook trout. *Trans. Am. Fish. Soc.* 115: 610-620.

DODSON, J. J. & C. I. MAYFIELD. 1979. Modification of the rheotropic response of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) by sublethal doses of the aquatic herbicides diquat and simazine. *Environ. Pollut.* 18: 147-157.

- EIRAS, M. I. O.; COSTA, L.S.; BARBIERI, E. 2022. Copper II oxide nanoparticles (CuONPs) alter metabolic markers and swimming activity in zebra-fish (*Danio rerio*). *Comparative Biochemistry and Physiology C-Toxicology & Pharmacology*, v. 258, p. 109343, 2022.
- FERRARINI, A.M.T., REZENDE, K.F.O., BARBIERI, E. 2016. Use of Swimming Capacity to Evaluate the Effect of Mercury on *Poecilia vivipara* (Poecílídeos) According to Salinity and Temperature. *Journal of Marine Biology & Oceanography*, v. 05, p. 1-5.
- GARCIA, J. C.; MARTINEZ, D. S. T.; ALVES, O.L.; BARBIERI, E. 2015. Ecotoxicological effects of carbofuran and oxidised multiwalled carbon nanotubes on the freshwater fish Nile tilapia: Nanotubes enhance pesticide ecotoxicity. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 111, p. 131-137.
- GODINHO, H. M.; E. T. KAVAMOTO; E. F. ANDRADE-TALMELLI, P. C. S. SERRALHEIRO; P. PAIVA & E. M. FERRAZ. 1993. Induced spawning of the mullet *Mugil Platanus* Günther, 1880, In Cananéia, São Paulo, Brasil. *Bolm. Inst. Pesca*, São Paulo, 20 (único): 59-66.
- GODINHO, H. M.; E. T. KAVAMOTO; E. F. ANDRADE-TALMELLI; P. C. S. SERRALHEIRO; P. PAIVA & E. M. FERRAZ. 1993. Induced spawning of the mullet *Mugil Platanus* Günther, 1880, In Cananéia, São Paulo, Brasil. *Bolm. Inst. Pesca*, São Paulo, 20 (único): 59-66.
- HAMMER, C. & G. SCHWARZ. 1996. The effect prolonged swimming activity on the growth proximate body composition and calorific content of O-age group whiting (*Merlangius merlangus* L., Gadidae). *Arch. Fish. Mar. Res.* 44 (1/2): 13-32.
- HENRIQUES, M.B., FAGUNDES, L., PETESSE, M.L., DA SILVA, N.J.R., REZENDE, K. F. O., BARBIERI, E. 2018. Lambari fish *Deuterodon iguape* as an alternative to live bait for estuarine recreational fishing. *Fisheries Management and Ecology*, v. 25, p. 400-407.
- HOAR, W. S.; RANDALL, D. J. *Fish Physiology: v.7 - Locomotion*. New York: Academic Press, 1978.
- HOWARD, T. E. 1975. Swimming performance of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) exposed to bleached kraft pulpmill effluent. *J. Fish. Res. Bd Can.* 32: 789-793
- KASAPI, W. A.; P. DOMENICI; R. W. BLAKE & D. HARPER. 1992. The kinematics and performance of escape responses of knifefish *Xenomystys nigri*. *Can. J. Zool.* 71: 189-195.
- KARPOSIAN, G.; G. SPEEDING & H. K. CHENG. 1990. Lunate-tail swimming propulsion. Part. 2. Performance analysis. *J. Fluid Mech.* 210: 329-351.
- LITTLE, E. E.; B. A. FLEROV & N. N. RUZHINSKAYA. 1985. Behavioral approaches in aquatic toxicity: A review. In: Mehrle, P. M. Jr., Gray, R. H. and Kendall, R. L. (eds.), *Toxic Substances in the Aquatic Environment: An International Aspect*. American Fisheries Society, Water Quality Section, Bethesda, MD. 72-98pp.
- LITTLE, E. E. & S. E. FINGER. 1990. Swimming behavior as an indicator of sublethal toxicity in fish. *Environm. Toxicol. and Chemistry* 9: 13-19.
- MENEZES, N. A. 1983. Guia prático para conhecimento e identificação de tainhas e paratis (Pisces, Mugilidae) do litoral brasileiro. *Rev. Bras. Zoologia.* 2(1):1-12.

- OLLA, B. L.; J. ATEMA; C. C. COUTANT; P. DECOURSEY; D. HANSEN; J. S. KITTERIDGE; J. J. MAGNUSON; D. MILLER; M. J. SCHNELDER & W. VERNBERG. 1974. Behavioral measurements of environment stress. In C. V. Cox, (ed.), *Proceeding, Workshop on Marine Bioassays*. Marine Technical Society Washington, D. C. pp. 1-31.
- PEAKE, S.; R. S. MCKINLEY & D. A. SCRUTON. 1997. Swimming performance of various freshwater Newfoundland salmonids relative to habitat selection and fishway design. *J. Fish Biol.* 51: 710-723.
- RADASEWSKY, A. 1976. Considerações sobre a captura de peixes por um cercofixo em Cananéia, São Paulo, Brasil. Bolm. Inst. Oceanogr. São Paulo. 25 (1): 1-28.
- RANDALL, D. J. The control of respiration and circulation in fish during exercise and hypoxia. *J. Exp. Biol.*, v. 100, p. 275–288, 1982
- RAND, G. M. 1984. The use of behavioral measurements to assess toxicant induced stress in marine organisms. In G. Persoone, E. Jaspers and C. Claus, (Eds.), *Ecotoxicological testing for the marine environment, vol.2*. Institute for Marine Scientific Research, Bredene, Belgium, pp.431-456.
- REIDY, S. P.; J. A. NELSON; Y. TANG & S. R. KERR. 1995. Post-exercise metabolic rate in Atlantic cod and its dependence upon the method of exhaustion. *J. Fish Biol.* 47: 377-386.
- SADOWSKI, V. & E. R. ALMEIDA-DIAS. 1986. Migração de tainha (*Mugil Platanus* Linnaeus, 1758 sensu lato) na costa sul do Brasil. Bolm Inst. Pesca. São Paulo. 118pp.
- SUDEPE - Relatório Anual de Controle de Desembarque (1983, 1984, 1985).
- VIEIRA, J. P. & C. SCALABRIM. 1991. Migração reprodutiva da “tainha” (*Mugil platanus* Gunther, 1880) no Sul do Brasil. *Atlântica* 13 (1): 131-142.
- VAZZOLER, G. 1975. A pesca marítima no Brasil. In: ROTHSCHILD, B. J. A. São Paulo, IBRASA. 283-297pp.
- VICENTINI, G. C., MARTINEZ, C.B. 2009. Levantamento da Velocidade Prolongada de Peixes — Um Estudo de Caso com o Mandi (*Pimelodus maculatus*). *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* Volume 14 (2): 05-17.
- WEBB, P. W. Swimming. In: EVANS, D. H. (Ed.). *The Physiology of Fishes*, 2 ed.,. Boca Raton, FL: CRC Press - Marine Science Series, 1998. p. 3–24.
- YAÑES-ARANCIBIA, A. 1976. Observaciones sobre *Mugil curena* Valenciennes en áreas naturales de crianza, México. Alimentacion, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.* 3(1):93-124.

INCORPORAÇÃO DE ADITIVOS NA RAÇÃO DE CAMARÕES PELO MÉTODO DE REPELETIZAÇÃO: AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS E BROMATOLÓGICOS

| **Guilherme Melgaço Heluy**

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

| **Ana Carla dos Santos Wanderley**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

| **Maria Angélica da Silva**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

| **Ranilson de Souza Bezerra**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

| **Douglas Lemos de Souza**

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

| **Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke**

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

| **Damaris Rodrigues da Silva Fonte**

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

| **Juliana Ferreira dos Santos**

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

| **José Arlindo Fragoso Neto**

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

RESUMO

Objetivo: Investigar os efeitos do processo de repeletização na qualidade física e bromatológica de uma ração comercial para camarões, com o objetivo de incluir dois aditivos específicos. **Métodos:** Foi adotado no processamento da ração comercial as etapas de moagem, inclusão dos aditivos, peletização e secagem. No final, foram obtidos três tratamentos: com aditivo 1 (ADT1), com aditivo 2 (ADT2) e controle (CTL), no qual foi utilizado o mesmo método, porém sem a inclusão do aditivo. Os parâmetros físicos dos pellets repeletizados e da ração comercial analisados foram os índices de solubilidade e resistência a água, índice de durabilidade, a flutuabilidade e a densidade aparente. Também foi calculado o rendimento do processamento da ração. Já os parâmetros bromatológicos avaliados foram a umidade, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e carboidratos totais. **Resultados:** O rendimento médio final da ração foi de aproximadamente 90% para todos os tratamentos repeletizados. Dentre as características físicas avaliadas, apenas a densidade aparente apresentou diferença significativa ($P < 0,05$), com menores valores para ração comercial. Com relação as propriedades bromatológicas, a umidade, a proteína bruta e os carboidratos totais diferiram significativamente ($P < 0,05$), porém todos os valores se encontraram dentro dos níveis de garantia recomendados. **Conclusão:** Os resultados do presente estudo mostram que a inclusão de aditivos na alimentação de camarões, pelo método de repeletização de rações comerciais, pode ser utilizado sem prejudicar a qualidade física e nutricional do produto final.

Palavras-chave: Aditivo, Camarão, Pellet, Ração, Repeletização.

■ INTRODUÇÃO

O cultivo de crustáceos em 2020 representou cerca de 9,2% da produção aquícola mundial, atingindo aproximadamente 6,7 milhões de toneladas, compostos majoritariamente por espécies de camarões, principalmente pelo camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*), com 51,7% e o camarão tigre gigante (*Penaeus monodon*), com 6,4% (FAO, 2022). O Brasil é atualmente o 10º maior produtor, com aproximadamente 78,6 mil toneladas de camarões cultivados, registrando um volume 18,1% maior que em 2020, com a Região Nordeste responsável por 99,7% da produção nacional (IBGE, 2021; FAO, 2022).

Na carcinicultura, a qualidade física e bromatológica do alimento utilizado, ou seja, a integridade do pellet e o balanço de nutrientes que atenderá as exigências da espécie, são parâmetros fundamentais para alcançar maior lucro e sustentabilidade, refletidos através de um melhor desempenho produtivo e menor liberação de efluentes, respectivamente (NRC, 2011; EMERENCIANO *et al.*, 2022). Porém, os custos com a alimentação de camarões continuam representando um dos maiores entraves para o seu cultivo, especialmente devido ao alto valor de algumas fontes tradicionais empregadas, expandindo assim, a busca por ingredientes alternativos que melhorem a relação custo-benefício das rações (MALCORPS *et al.*, 2019).

Além dos macroingredientes, normalmente já adicionados as formulações para atender as exigências de proteínas e energia, os microingredientes também possuem grande importância na alimentação dos camarões, como no caso dos aditivos (PASTORE *et al.*, 2013; KAZEMPOOR *et al.*, 2022). Esses compostos são conhecidos como ingredientes ou componentes de ingredientes, com valor nutritivo ou não, que podem ser incorporados nas dietas em baixas concentrações, com o objetivo de interferir positivamente nas propriedades físico-químicas das rações, influenciar no desempenho produtivo dos animais e/ou na qualidade dos produtos subsequentes (BAI *et al.*, 2015; KESSELRING *et al.*, 2020). Os aditivos são classificados como tecnológicos, sensoriais, nutricionais, zootécnicos ou anticoccidianos e, a depender da função que exerça na nutrição animal, um aditivo pode ser incluído em mais de uma categoria (Instrução Normativa nº 13/2004, MAPA).

Somado a escolha do aditivo que será empregado, outro fator importante é a forma como este será incorporado na ração (NAKANDAKARE *et al.*, 2013). Além da metodologia clássica e mais usual de se misturar todos os componentes durante o preparo manual (NRC, 2011), outras formas alternativas de se acrescentar tais produtos são pela sua mistura, ou puro, ou diluído em um veículo aquoso, oleoso ou inerte – a depender da composição do aditivo – na ração já processada, seja ela peletizada, extrusada, farelada ou triturada (IWASHITA *et al.*, 2014; FERREIRA *et al.*, 2019). O veículo pode ser incorporado por mistura manual ou por aspersão (DAIRIKI *et al.*, 2013; SOUZA *et al.*, 2020).

Alguns fatores, como a variação do preço dos ingredientes que compõem as dietas, a distância das fazendas aos centros comerciais e tamanho e o objetivo da produção, torna a inclusão de aditivos diretamente em rações comerciais uma possibilidade para muitos criadores (NAKANDAKARE *et al.*, 2013). Contudo, para se justificar o uso desse procedimento, os parâmetros físicos e nutricionais originais não podem ser comprometidos. Porém, carecem na literatura informações mais aprofundadas acerca da aplicação de diferentes métodos de processamento e uma maior padronização de medidas que descrevam as propriedades físicas dos pellets para camarões (OBALDO *et al.*, 2002).

Logo, o objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos do processo de repeletização na qualidade física e bromatológica de uma ração comercial para camarões, com o objetivo de incluir dois aditivos específicos.

■ MÉTODOS

Processamento da Ração

Para o ensaio realizado, foi utilizado uma ração comercial peletizada para camarões com peso médio inicial de 3 a 5 g. Os macroingredientes presentes na sua composição básica são farelo de arroz, farelo de soja, farinha e farelo de trigo, lecitina de soja, farinha de peixes, farinha de carne e ossos de bovinos, farinha de sangue e óleo de peixe.

O procedimento de repeletização foi executado no Laboratório de Sistemas de Produção Aquícola (LAPAQ) do Departamento de Pesca e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco e foi aplicada uma metodologia na qual quinze quilos da ração foram distribuídos para a formação de três tratamentos, contendo cinco quilos cada. Em seguida, cada grupo foi moído em um moinho de facas tipo Willey. Posteriormente, foram adicionados um tipo diferente de aditivo nos dois primeiros tratamentos, na concentração de 2,5 g.kg⁻¹ ou 0,05% de suplementação, utilizando 100 g.kg⁻¹ de álcool de cereais como veículo incorporador (DAIRIKI *et al.*, 2013). No terceiro tratamento, foi incorporado somente o álcool de cereais, sem nenhum aditivo incluso.

Em todos os tratamentos foi efetuada uma pré-mistura, acrescentando o álcool de cereais primeiramente em uma pequena quantidade da ração moída e, gradativamente, foi incorporado o restante, para garantir uma completa homogeneização. A seguir, foi adicionada água destilada a 55°C – para promover a gelatinização do amido e contribuir para aglutinação da mistura – e novamente houve uma mistura, até a formação de uma consistência semissólida.

Finalmente, a ração foi novamente peletizada, passando a massa homogênea formada em um moedor de carnes, através de uma matriz com abertura de 2 milímetros. Os pellets

formados foram secos em estufa com circulação de ar forçada a 55°C por 24 horas. Depois da secagem, as rações foram quebradas e peneiradas, para a separação dos grânulos com tamanhos entre 1 e 2 milímetros, embaladas e armazenadas em freezer a -20°C até a realização das análises subsequentes. No final, foram obtidos três tratamentos: com aditivo 1 (ADT1), com aditivo 2 (ADT2) e controle (CTL). Foram então avaliados a qualidade física e bromatológica das três rações produzidas e da ração comercial.

Qualidade Física dos Pellets

Índice de Solubilidade em Água (ISA)

Para avaliar o índice de solubilidade em água, os pellets foram triturados e passados em uma peneira de 0,50 mm. Amostras de 2,5 g do pó fino formado foram suspensos em 30 mL de água (30°C), durante 30 minutos, usando um agitador mecânico para garantir a homogeneização das amostras. Imediatamente, as amostras foram centrifugadas a 3000 g x por 10 minutos. Finalmente, o sobrenadante formado foi seco em estufa de ventilação de ar forçado a 135°C por 2 horas. O índice de solubilidade em água foi medido a partir do peso seco do sobrenadante obtido, através da fórmula:

$$ISA (\%) = \frac{\text{Peso do sobrenadante seco (g)}}{\text{Peso seco da amostra (g)}} \times 100$$

Flutuabilidade (F)

A flutuabilidade da ração foi aferida utilizando dez pellets de cada tratamento, na qual foram alocados em um Becker de 1 L com água à temperatura ambiente (25,5°C). Foi contabilizado o tempo (em segundos) em que todos os pellets atingiram completamente o fundo do recipiente.

Índice de Durabilidade dos Pellets (IDP)

O índice de durabilidade dos pellets foi determinado ao adicionar amostras de 50 g de ração em um agitador e as submeter a um estresse mecânico durante 10 minutos, a uma velocidade de 25 rpm. Em seguida, foram separados o pó formado, após passarem por uma peneira de malha de 2 milímetros. O conteúdo restante foi pesado e o índice de durabilidade dos pellets foi medido com seguinte fórmula:

$$IDP (\%) = \frac{\text{Peso dos péletes após o teste (g)}}{\text{Peso do péletes antes do teste (g)}} \times 100$$

Índice de Resistência a Água (IRA)

Para analisar o índice de resistência a água, amostras de 50g de ração foram inseridas em recipientes de 1 L com água em temperatura ambiente (25,5°C) e agitados durante 30 minutos. Posteriormente, as amostras foram filtradas, com o uso de uma peneira de malha com abertura de 0,3 milímetros. Os pellets que permaneceram na peneira foram secos em estufa de ventilação de ar forçado por 24 horas a 105°C. O índice de resistência à água foi determinado a partir da pesagem da amostra seca pela equação:

$$IRA (\%) = \frac{\text{Quantidade de sólidos retidos (g)}}{\text{Quantidade de amostras da ração seca (g)}} \times 100$$

Densidade Aparente (DA)

A densidade aparente da ração foi medida ao selecionar dez pellets de cada tratamento e os adicionar em um recipiente cilíndrico de 1000 mL com água à temperatura ambiente (25,5°C). Em seguida, o recipiente foi pesado em balança analítica digital. A densidade aparente foi calculada em mg/mL, utilizando a seguinte fórmula:

$$DA (\%) = \frac{\text{peso dos peletes (mg)}}{\text{volume do recipiente (mL)}} \times 100$$

Rendimento do Processamento

O rendimento do processamento da ração foi calculado a partir da diferença do peso entre a quantidade de ração que foi utilizada inicialmente e a quantidade ao final de todo o seguimento, através da fórmula:

$$RP(\%) = \frac{\text{Peso final (g)}}{\text{Peso inicial (g)}} \times 100$$

Qualidade Bromatológica dos pellets

A análise bromatológica da ração repeletizada foi realizada no Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos (LEAAL) do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco. Nesta etapa, foi estimada a umidade, pela secagem do material em estufa de ventilação forçada a 105°C durante 12 horas (AOAC, 1996, método 926.12); a matéria mineral, obtida após a queima em forno mufla a 600°C durante 5 horas (AOAC, 1996b, método 920.39); a proteína bruta, pelo método de Kjeldahl, usando o fator de multiplicação de 6,25 (AOAC, 1996a, método 991.20); o extrato etéreo, por meio do extrator de Soxhlet, aplicando éter de petróleo como solvente, durante 12 horas (U.K.

FEEDING STUFFS, 1982, pp. 9–11); e os carboidratos totais, quantificados pela subtração de 100% da amostra pelos resultados dos itens citados acima (WATT E MERRILL, 1963).

Análises Estatísticas

Os dados obtidos para os parâmetros físicos e bromatológicos de cada tratamento foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilks e Barlett para verificar a normalidade e a homocedasticidade dos dados. Além disso, os valores percentuais foram transformados para arco cosseno. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando identificadas diferenças entre as médias, foi aplicado o teste Tukey (5%). As análises foram realizadas através do software SAS versão 9.0.

■ RESULTADOS

Qualidade Física dos Pellets e Rendimento do Processamento

No presente estudo, foram usados 5 kg da ração comercial para cada tratamento, com um rendimento médio final de aproximadamente 90% para todos os grupos. Os testes de qualidade física foram efetuados em triplicata. Os resultados estão apresentados na tabela 1, onde apenas a densidade aparente apresentou diferença significativa ($P < 0,05$), com menores valores para ração comercial.

Tabela 1. Médias (\pm desvio padrão) das análises físicas das rações repeletizadas e comercial. Letras diferentes na linha indicam diferenças significativas de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$). ISA = índice de solubilidade em água; F = flutuabilidade; IDP = índice de durabilidade dos pellets; IRA = índice de resistência à água; DA = densidade aparente.

Variáveis	Tratamentos				p-valor
	Controle	Aditivo 1	Aditivo 2	Comercial	
ISA (%)	73,387 \pm 0,037	75,613 \pm 0,016	74,827 \pm 0,021	72,64 \pm 0,019	0.481
F (segundos)	2,33 \pm 0,057	2,15 \pm 0,004	3,05 \pm 0,125	2,56 \pm 0,023	0.528
IDP (%)	99,733 \pm 0,021	98,633 \pm 0,119	98,367 \pm 0,045	99,4 \pm 0,079	0.174
IRA (%)	85,50 \pm 0,013	84,90 \pm 0,025	87,30 \pm 0,020	88,80 \pm 0,009	0.093
DA (%)	47,32 \pm 0,072A	55,26 \pm 0,029A	45,84 \pm 0,066A	31,11 \pm 0,035B	0.0038

Qualidade Bromatológica dos pellets

Os resultados das análises bromatológicas estão apresentados na tabela 2. Dentre os parâmetros avaliados, a umidade, a proteína bruta e os carboidratos totais diferiram significativamente ($P < 0,05$). O extrato etéreo e a matéria mineral não diferiram entre os tratamentos.

Tabela 2. Médias (\pm desvio padrão) das análises bromatológicas das rações repeletizadas e comercial. Letras diferentes na linha indicam diferenças significativas de acordo com ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$). U = umidade; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; CT = carboidratos totais.

Variáveis	Tratamentos				p-valor
	Controle	Aditivo 1	Aditivo 2	Comercial	
U (%)	6,37 \pm 0,0B	7,64 \pm 0,01A	6,19 \pm 0,06B	6,39 \pm 0,06B	0.0023
PB (%)	45,05 \pm 0,010A	43,4 \pm 0,06B	43,7 \pm 0,2B	45,05 \pm 0,070A	0.0052
EE (%)	7,105 \pm 0,005	7,19 \pm 0,21	7,04 \pm 0,0	6,835 \pm 0,065	0.269
MM (%)	14,875 \pm 0,045	15,405 \pm 0,095	15,115 \pm 0,115	14,625 \pm 0,235	0.064
CT (%)	26,60 \pm 0,05B	26,365 \pm 0,045B	27,955 \pm 0,255A	27,10 \pm 0,29AB	0.016

■ DISCUSSÃO

Alguns trabalhos demonstram que aditivos podem ser colocados com sucesso em rações já processadas para organismos aquáticos (DIAS *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2021; TACHIBANA *et al.*, 2021), inclusive pelo método de repeletização (RAMÍREZ *et al.*, 2013; HELUY *et al.*, 2020; MOHAMMADI *et al.*, 2020), sem causar nenhum efeito deletério ao alimento ou ao mecanismo de ação do aditivo testado. Segundo Nakandakare *et al.* (2013), ao avaliarem se diferentes meios de inclusão de um probiótico, em diferentes formas de processamento de rações poderiam influenciar nos parâmetros fisiológicos de juvenis de tilápia do Nilo, os autores concluíram que qualquer metodologia pode ser empregada.

No momento de produção da ração, podem ocorrer pequenas perdas, principalmente nas etapas de moagem e de peletização. No presente estudo, o rendimento final foi de aproximadamente 90% nos três tratamentos, o que está dentro de uma margem satisfatória (NRC, 2011).

As rações para organismos aquáticos devem apresentar propriedades físicas específicas, de acordo com o comportamento alimentar e digestivo de cada espécie. No caso dos camarões, é fundamental que os pellets afundem rapidamente e que possuam elevada estabilidade em água, devido à sua alimentação lenta (CAI *et al.*, 2022). Os índices de durabilidade e resistência são diretamente relacionados ao modo de processamento do alimento, o tamanho das partículas, o grau de mistura dos componentes e do tamanho da matriz peletizadora utilizada (MORO e RODRIGUES, 2015).

O nível de dureza se caracteriza como a resistência da ração à deformação causada pela pressão externa e sua avaliação é necessária para minimizar a perda do alimento, tanto no transporte do produto, quanto na alimentação pneumática (WANG *et al.*, 2021). A dureza e a estabilidade em água são fatores importantes na determinação da capacidade de retenção de nutrientes e na velocidade de afundamento do alimento. Em relação a durabilidade dos tratamentos, os índices foram próximos aos da ração comercial, mostrando que a metodologia adotada não diminuiu a resistência. Os dados para todos os tratamentos foram superiores as médias encontradas para rações de organismos aquáticos, que variam de

70,66 a 92,62% (KHATER *et al.*, 2014). Esses dados corroboram com os encontrados por Cai *et al.* (2022), na qual as rações para camarão feitos com variados ingredientes também apresentaram elevados índices de durabilidade.

A lixiviação de nutrientes causada pela desintegração da ração em pequenas partículas, leva à maiores custos com alimentação e a saúde dos camarões, pois quando os pellets quebram facilmente, reduzem a sua biodisponibilidade e a qualidade de água do ambiente de cultivo, o que pode comprometer o desempenho produtivo e até a sobrevivência dos animais (UMAR *et al.*, 2013; OBIRIKORANG *et al.*, 2015). Segundo Khater *et al.* (2014), a estabilidade em água das rações comerciais varia entre 54,15 a 91,78%.

Os índices de resistência e solubilidade em água encontrados permaneceram constantes em todos os tratamentos. Esses resultados evidenciam que o procedimento adotado permitiu que o amido presente gelatinizasse e aglutinasse todos os demais componentes (NAKANDAKARE *et al.*, 2013). Informações similares foram obtidas por Gao *et al.* (2019), após examinarem as características de pellets contendo diferentes tamanhos de partícula.

A densidade aparente entre os tratamentos repeletizados apresentou diferença significativa, quando comparados com a ração comercial, o que pode ser atribuído a metodologia adotada, que originou grânulos um pouco maiores. Contudo, a sua flutuabilidade não foi afetada, pois na etapa de peletização, a mistura formada passa por uma intensa compressão mecânica aliada ao calor, gerando pellets mais densos e que afundam rapidamente (MORO e RODRIGUES, 2015).

Outro ponto avaliado foi a caracterização nutricional dos tratamentos, com o objetivo de analisar se o método empregado poderia causar algum efeito deletério a composição do alimento. Com relação a umidade, dos três tratamentos repeletizados, apenas o que utilizou o aditivo 1 diferiu significativamente ($P < 0,05$), em relação a dieta comercial.

O nível de umidade de rações para organismos aquáticos deve ser inferior a 14%, pois altos teores de umidade apresentam maior risco de contaminação por um ou mais tipos de aflatoxinas, que podem alterar as características organolépticas do produto, além de degradar as vitaminas A e C, deprimindo o sistema imunológico do animal e diminuindo o seu desempenho zootécnico (DIRICAN, 2015). Contudo, os níveis de umidade em todos os tratamentos estão dentro dos limites recomendados.

Somado a esse fator, a composição centesimal das dietas desempenha um papel significativo na característica física do produto final. De acordo com Wang *et al.* (2021), o teor de umidade possui uma correlação negativa com os índices de dureza, densidade e solubilidade em água. Já Umar *et al.* (2013), que produziram diferentes dietas com variados teores de umidade, observaram que o seu aumento elevou o valor de todas as propriedades examinadas (densidade, flutuabilidade, estabilidade hídrica e índice de durabilidade). Essas

diferenças também se sucederam pela variação dos ingredientes empregados e pelas diferenças no processamento da ração em cada estudo.

Com relação aos níveis de proteína bruta, em dois tratamentos (aditivo 1 e 2), os percentuais desse nutriente diferiram significativamente da dieta comercial. Entretanto, todos os tratamentos se encontram dentro dos níveis de garantia de proteína bruta estabelecidos pelo fabricante da ração. Logo, seria impreciso afirmar que as diferenças encontradas foram devido a erros na aplicação da metodologia proposta. As proteínas também podem induzir uma maior ligação no momento da peletização. Segundo Sørensen *et al.* (2009) a proteína presente na soja, especialmente quando utilizada como principal fonte proteica da ração, como no presente estudo, melhora a qualidade e a estabilidade dos pellets, devido a forças intermoleculares presentes que promovem maior aderência.

Os resultados encontrados para matéria mineral e extrato etéreo não diferiram em nenhum dos tratamentos, enquanto que, para carboidratos totais, os valores estimados entre os grupos repeletizados diferiram entre si, porém nenhum tratamento foi significativamente diferente ($P < 0,05$) da ração comercial. Esses resultados foram similares aos encontrados por Heluy *et al.* (2020) que, ao adicionarem diferentes concentrações de óleo essencial de orégano como aditivo em uma ração comercial para tilápia do Nilo, pelo processo de repeletização, não encontraram diferenças significativas para nenhum dos parâmetros bromatológicos avaliados (umidade, proteína bruta, cinzas, extrato etéreo e carboidratos totais).

Os níveis de cinzas, extrato etéreo e carboidratos são diretamente relacionados com a qualidade física dos pellets. Dietas com alto conteúdo de cinzas, lipídios e carboidratos insolúveis, por exemplo, contribuem para a formação de pellets fracos e com baixa estabilidade em água (CAVALHEIRO *et al.*, 2007). Essa informação foi corroborada em diferentes estudos que avaliaram a qualidade física de pellets com elevados teores de lipídios e fibras (RAWSKI *et al.*, 2020; WETHTHASINGHE *et al.*, 2021). Já Obirikorang *et al.* (2015), verificaram que rações com menores teores de fibras e lipídios, resultaram em maior densidade, estabilidade em água, taxa de retenção de nutrientes e velocidade de afundamento.

■ CONCLUSÃO

A criação de camarões está em constante crescimento no Brasil, contudo os custos com a sua alimentação ainda representam um grande obstáculo para os carcinicultores, o que eleva as buscas por ingredientes e formas de processamento de rações alternativas e viáveis. Os resultados do presente estudo mostram que a inclusão de aditivos na alimentação de camarões, pelo método de repeletização de rações comerciais, pode ser utilizado sem prejudicar a qualidade física e nutricional dos pellets. Essas informações possibilitam

o emprego desse processo em novas pesquisas, com o objetivo de avaliar o potencial de uso de diferentes aditivos na aquicultura.

■ REFERÊNCIAS

Association of Official Analytical Chemists. In **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (method 991.20), 33. A.O.A.C., Arlington, pp. 10–12, 1995a

Association of Official Analytical Chemists. In **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (method 920.39, C). A.O.A.C., Arlington, pp. 10–12, 1995b.

Association of Official Analytical Chemists. In **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (method 926.12), 33. A.O.A.C., Arlington, pp. 5, 1996.

BAI, S.C.; KATYA, K.; YUN, H. Additives in aquafeed: An overview. **Feed and feeding practices in aquaculture**, p. 171-202, 2015.

CAI, Y., HUANG, H., YAO, W., YANG, H., XUE, M., LI, X., LENG, X. Effects of fish meal replacement by three protein sources on physical pellet quality and growth performance of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Aquaculture Reports**, v. 25, p. 101210, 2022.

CAVALHEIRO J.M.O.; SOUZA E.O.; BORA P.S. Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 3, p. 602-606, 2007.

DAIRIKI, J. K. *et al.* Procedimento para inclusão de óleos essenciais em rações para peixes. **Embrapa Amazônia Ocidental-Circular Técnica (INFOTECA-E)**. ISSN 1517-2449, Manaus, AM Setembro, 2013

DIAS, D. C. *et al.* Effect of incorporating probiotics into the diet of matrinxã (*Brycon amazonicus*) breeders. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 28, n. 1, p. 40-45, 2012.

DIRICAN, S. A review of effects of aflatoxins in aquaculture. **Applied Research Journal**, v. 1, p. 1191-1196, 2015.

EMERENCIANO, M.G.C. *et al.* Intensification of Penaeid Shrimp Culture: An Applied Review of Advances in Production Systems, Nutrition and Breeding. **Animals**, v. 12, n. 3, p. 236, 2022.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022 (SOFIA): Towards Blue Transformation**. Rome, 266 p.; 2022.

FERREIRA, A. L. *et al.* Probiotic, antibiotic and combinations in Nile tilapia juveniles culture. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, 2019.

GAO, S. *et al.* Effects of pelleted and extruded feed of different ingredients particle sizes on feed quality and growth performance of gibel carp (*Carassius gibelio* var. CAS V). **Aquaculture**, v. 511, p. 734236, 2019.

HELUY, G. M. *et al.* Oregano (*Origanum vulgare*) essential oil as an additive in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings reared in salinized water. **Aquaculture Research**, v. 51, n. 8, p. 3237-3243, 2020.

IBGE. **Produção da Pecuária municipal**, Rio de Janeiro, v. 49, p. 1-12, 2021.

IWASHITA, M. K. P.; MORO, G. V.; NAKANDAKARE, I. V. Incorporação de aditivos na ração de peixes. **Embrapa Pesca e Aquicultura-Circular Técnica (INFOTECA-E)**. ISSN 2359-1854, Palmas, Outubro, 2014.

KAZEMPOOR, R., ALAVINEZHAD, S. S., PARGARI, M. M., SHAKERI, Y. S., HAGHIGHI, M. M. A Review on the Application of Phytochemicals as Feed Additives for Aquatic Animals. **International Journal of Aquatic Research**, v. 2, n. 2, p. 46-78, 2022.

KESSELRING, J. *et al.* Effect of a phytochemical feed additive on the growth performance and immunity of Pacific white leg shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed a low fishmeal diet. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 52, n. 2, p. 303-315, 2021.

KHATER, E.G.; BAHNASAWY, A.H.; ALI, S.A. Physical and mechanical properties of fish feed pellets. **Journal of Food Processing & Technology**, v. 5, n. 10, p. 1, 2014.

MALCORPS, W. *et al.* The sustainability conundrum of fishmeal substitution by plant ingredients in shrimp feeds. **Sustainability**, v. 11, n. 4, p. 1212, 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Aprovar o regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. **Diário Oficial da União, Instrução normativa n.º 13**, de 1 de dezembro de 2004.

MOHAMMADI, G. *et al.* Oregano (*Origanum vulgare*), St John's-wort (*Hypericum perforatum*), and lemon balm (*Melissa officinalis*) extracts improved the growth rate, antioxidative, and immunological responses in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) infected with *Aeromonas hydrophila*. **Aquaculture Reports**, v. 18, p. 100445, 2020.

MORO, G.V.; RODRIGUES, A.P.O. Rações para organismos aquáticos: tipos e formas de processamento. **Embrapa Pesca e Aquicultura-Documentos (INFOTECA-E)**, 2015.

NAKANDAKARE, I.B. *et al.* Incorporação de probióticos na dieta para juvenis de tilápias-do-Nilo: parâmetros hematológicos, imunológicos e microbiológicos. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 39, n. 2, p. 121-135, 2013.

NRC. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. **National Academic Press**, Washington, National Research Council, 2011.

OBALDO, L. G., DIVAKARAN, S., TACON, A. G. Method for determining the physical stability of shrimp feeds in water. **Aquaculture research**, v. 33, n. 5, p. 369-377, 2002.

OBIRIKORANG, K.A. *et al.* Effects of dietary inclusions of oilseed meals on physical characteristics and feed intake of diets for the Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Reports**, v. 1, p. 43-49, 2015.

PASTORE, S.C.G.; GAIOTTO, J.R.; RIBEIRO, F.A.S.; NUNES, A.J.P. Formulação de rações e boas práticas de fabricação. In: FRACALLOSSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. (Eds.). Nutriaqua: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura. **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, Florianópolis, pp. 295-346, 2013.

- RAMÍREZ, N.B. *et al.* Dieta suplementada com prebiótico, probiótico e simbiótico no cultivo de camarões marinhos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 913-919, 2013.
- RAWSKI, M. *et al.* Black soldier fly full-fat larvae meal as an alternative to fish meal and fish oil in Siberian sturgeon nutrition: The effects on physical properties of the feed, animal growth performance, and feed acceptance and utilization. **Animals**, v. 10, n. 11, p. 2119, 2020.
- SILVA, A.F.C. *et al.* Inclusão de aditivos probióticos em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e seus efeitos no desempenho, parâmetros hematológicos, hepáticos e intestinais. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e38210817568-e38210817568, 2021.
- SØRENSEN, M. *et al.* Soybean meal improves the physical quality of extruded fish feed. **Animal Feed Science and Technology**, v. 149, n. 1-2, p. 149-161, 2009.
- SOUZA, E.M. *et al.* Uso do óleo essencial de capim santo como aditivo nutricional na dieta de juvenis de piau verdadeiro. **Revista Semiárido De Visu**, v. 8, n. 2, p. 379-390, 2020.
- TACHIBANA, L. *et al.* *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis* in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Effects on growth performance, gut microbiota modulation and innate immunology. **Aquaculture Research**, v. 52, n. 4, p. 1630-1642, 2021.
- UMAR, S.; KAMARUDIN, M.S.; RAMEZANI-FARD, E. Physical properties of extruded aquafeed with a combination of sago and tapioca starches at different moisture contents. **Animal Feed Science and Technology**, v. 183, n. 1-2, p. 51-55, 2013.
- U.K. FEEDING STUFFS (SAMPLE AND ANALYSIS) REGULATIONS. **The Determination of Oil in Feeding Stuffs**, 1119, I, 9-11, 1982.
- WANG, H. *et al.* Optimization of the process parameters for extruded commercial sinking fish feed with mixed plant protein sources. **Journal of Food Process Engineering**, v. 44, n. 1, p. e13599, 2021.
- WATT, B.K.; MERRILL, A.L. Composition of Foods, Agriculture Handbook 8. **Superintendent of Documents, US Government Printing Office, Washington, DC**, v. 20402, 1963.
- WETHTHASINGHE, P. *et al.* Full-fat black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) meal and paste in extruded diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*): Effect on physical pellet quality, nutrient digestibility, nutrient utilization and growth performances. **Aquaculture**, v. 530, p. 735785, 2021.

REVISÃO: EFEITO DE FATORES ABIÓTICOS NO DESENVOLVIMENTO DE COPÉPODES CALANOIDA

| Wesley Freitas da Anunção

RESUMO

A aquicultura é a área com maior crescimento em nível mundial para produção de proteína animal, porém, os alimentos vivos tradicionalmente utilizados na larvicultura de peixes marinhos, os rotíferos e artêmia, não são capazes de suportar o desenvolvimento adequado de larvas de diversas espécies de peixes, limitando assim a atividade. Alimentos vivos alternativos vêm sendo estudados ao longo das últimas décadas e dentro da produção aquícola, os copépodes calanoida tem ganhando, sendo considerados como organismos muito promissores. Copépodes são presas naturais de larvas de um grande número de espécies de peixes marinhos e representam uma importante ligação entre o fitoplâncton e os níveis tróficos superiores na cadeia alimentar marinha, podendo representar até 80% da biomassa do mesozooplâncton. Apesar das vantagens do uso de copépodes na aquicultura, ainda existem limitações à sua produção, sendo necessário otimizar as técnicas e protocolos de produção afim de se maximizar a produtividade. A investigação de fatores abióticos é de fundamental importância pois pode influenciar no crescimento, sobrevivência e na fecundidade dos copépodes. Nesta revisão abordaremos a influência como a temperatura, fotoperíodo e salinidade sobre aspectos produtivos e biológicos de copépodes calanoida.

Palavras-chave: Aquicultura, Maricultura, Alimento Vivo, Zooplâncton.

■ INTRODUÇÃO

A aquicultura é a área com maior crescimento em nível mundial para produção de proteína animal (FAO, 2010). No ano de 2012 a maricultura atingiu a produção de 24,6 milhões de toneladas, gerando o valor aproximado de 57 bilhões de dólares (FAO, 2014). Desse montante a piscicultura marinha representou cerca de 9% (2,18 milhões de toneladas) da produção e 15,7 % (9 bilhões de dólares) do valor arrecadado (FAO, 2014). Apesar da atividade apresentar um crescimento anual superior a 5 %, a produção de peixes marinhos ainda possui diversos gargalos, sendo que um dos principais é a produção e a disponibilidade de formas jovens (Qin, 2013).

Muitas espécies de peixes marinhos apresentam elevadas taxas de mortalidade e de deformidades durante a etapa de larvicultura (Rajkumar; Kumaraguru, 2006), principalmente durante o período de transição da alimentação endógena para a exógena (Olivotto *et al*, 2010). Grande parte dessa mortalidade ocorre devido à diversas espécies produzidas em cativeiro possuírem larvas altriciais, que apresentam escassa reserva de vitelo, trato digestório rudimentar e baixa atividade enzimática (Conceição *et al.*, 2010). Devido a essas características, essas larvas são altamente dependentes do alimento externo, sendo de vital importância fornecer organismos que atendam às exigências nutricionais das larvas e possuam tamanho e padrão natatório adequados, evitando o processo de inanição e de mortalidade em massa (Zambonino Infante; CAHU, 2001; J, 2014).

Segundo alguns autores o reduzido número de espécies de peixes marinhos produzidas em cativeiro na atualidade é uma consequência da falta de um alimento vivo adequado, sendo este um dos principais fatores que limitam a larvicultura em escala comercial (PAYNE; RIPPINGALE, 2001; HOLT, 2003; AJIBOYE *et al.*, 2011). Com isso se faz necessária a busca por dietas alternativas, principalmente pelo aumento na demanda da produção aquícola e da quantidade de espécies produzidas em cativeiro (STØTTRUP, 2000; DRILLET *et al.*, 2011; KLINE; LAIDLEY, 2015).

Diversos alimentos vivos que vêm sendo pesquisados ao longo das últimas décadas (LAVENS; SORGELOOS, 1996; STØTTRUP, 2003; OLIVOTTO *et al.*, 2005), entre eles, os copépodes estão entre os mais promissores. Os copépodes são microcrustáceos que possuem elevado conteúdo de ácidos graxos essenciais que fazem parte da dieta das larvas de diversas espécies de peixes marinhos no ambiente natural (SAMPLEY *et al.*, 2007; BI *et al*, 2011). O nome copépode vêm do grego “kópe”, que significa remo e “podos” que significa pés, que são uma referência ao formato das pernas natatórias achadas, possuindo a aparência de remos (MAUCHLINE, 1998). Eles são organismos aquáticos, predominantemente marinhos, mas também podem ser encontrados em estuários e na água doce (STØTTRUP, 2003). Os copépodes estão entre os animais mais numerosos do planeta e são compostos

por mais de 11.500 espécies divididas em cerca de 200 famílias (HUMES, 1994), agrupadas em 10 ordens. Porém apenas três delas apresentam interesse para a aquicultura, os calanoida, harpacticoida e cyclopoida (STØTTRUP, 2003). Segundo Sampey *et al.* (2007), entre as famílias de peixes especializadas no consumo de copépodes existe uma clara preferência por calanoidas, principalmente pelas espécies menores.

No ambiente natural, os copépodes representam uma importante ligação entre o fitoplâncton e os níveis tróficos superiores na cadeia alimentar marinha (STØTTRUP, 2003), podendo representar até 80% da biomassa do mesozooplâncton (MAUCHLINE, 1998). Diversos trabalhos têm demonstrado que os náuplios de copépodes são fundamentais na cadeia alimentar de peixes marinhos no ambiente natural, sendo uma das presas mais importantes para as larvas desses animais, chegando a representar mais de 50% do conteúdo do trato digestório (KLEPPEL, *et al.*, 2002).

■ DESENVOLVIMENTO

COPÉPODES CALANOIDA

Os copépodes da ordem Calanoida são predominantemente pelágicos, ocorrendo em diversas profundidades (DUSSART; DEFAYE, 2001) e possuem grande importância nos ecossistemas marinhos servindo como alimento para as larvas de diversos organismos marinhos (MAUCHLINE, 1998). Entre os gêneros de calanoida mais estudados na aquicultura estão a *Acartia* sp., *Eurytemora* sp., *Gladioferens* sp., *Temora* sp., *Pseudocalanus* sp., *Parvocalanus* sp., *Pseudodiaptomus* sp. (MAUCHLINE, 1998; DRILLET *et al.*, 2001; McKINON *et al.*, 2003; RHYNE *et al.*, 2010; KLINE; LAIDLEY, 2015).

Esse grupo de copépodes é considerado como um dos mais promissores para a larvicultura, devido ao pequeno tamanho dos náuplios (TURINGAN *et al.*, 2005), o que é particularmente importante para a primeira alimentação das larvas de espécies tropicais; ao elevado valor nutricional (STØTTRUP, 2003; CONCEIÇÃO *et al.*, 2010); são animais pelágicos, se mantendo mais disponíveis a predação das larvas por estarem na coluna d'água (MAUCHLINE, 1998); estão entre as presas preferidas das larvas no meio ambiente (PAULY; CHRISTENSEN, 1995) e por serem relativamente abundantes em ambientes costeiros (MAUCHLINE, 1998).

PRODUÇÃO DE COPÉPODES EM AMBIENTE CONTROLADO

A forma mais comum de utilização de copépodes na aquicultura têm sido através de coletas em viveiros (LIAO; SU; CHANG, 2001; STØTTRUP, 2003) ou no ambiente natural

(TOLEDO *et al.*, 1999; STØTTRUP, 2003). A produção extensiva é baseada na fertilização dos viveiros, gerando “blooms” de microalgas (CONCEIÇÃO *et al.*, 2010) e muitas espécies de peixes já foram produzidas com base na criação extensiva de copépodes (TOLEDO *et al.*, 1999; LIAO; SU; CHANG, 2001; STØTTRUP, 2003; OGLE *et al.*, 2005; TOLEDO *et al.*, 2005). Porém este método de produção de copépodes é altamente dependente das condições climáticas e meteorológicas (KNUCKEY *et al.*, 2005) e apresenta o risco de introdução de parasitas e patógenos na larvicultura (SU *et al.*, 2005; CONCEIÇÃO *et al.*, 2010).

Diversos estudos já demonstraram ser possível produzir copépodes em sistema intensivo, com ambiente controlado (PAYNE; RIPPINGALE, 2001; BUTTINO *et al.*, 2012; KLINE; LAIDLEY, 2015). Apesar das vantagens do sistema de produção intensiva, como a maior biossegurança e controle da produção, um dos principais problemas ainda é a dificuldade de obtenção de elevadas densidades e a baixa produtividade de alguns copépodes calanoida (STØTTRUP, 2003; McKINNON *et al.*, 2003).

Segundo STØTTRUP (2003) um dos obstáculos para utilização de copépodes em escala comercial na aquicultura é a falta de protocolos que otimizem a produção em massa, o que implica na necessidade de se definir condições ambientais e nutricionais ótimas para a manutenção dos animais, ocorrendo no aumento da produção e diminuição dos custos. De acordo com Morehead (2005) a identificação de condições ótimas para a produção de espécies com potencial aquícola é um fator chave para o sucesso da atividade e a adequação dos parâmetros ambientais não apenas influencia no aumento da produtividade, mas também possui um grande impacto econômico.

Parâmetros, como a temperatura e a salinidade, ainda podem ser utilizados como uma ferramenta para inibir o crescimento de agentes patogênicos e de organismos indesejáveis na produção (JEPSEN, 2014). Um terceiro parâmetro que também afeta o ciclo reprodutivo e migratório de copépodes marinhos (MAUCLINE, 1998; NELSON *et al.*, 2011), mas que ainda é pouco estudado, é o fotoperíodo. Alguns autores já demonstraram sua influência na taxa de produção de ovos (STEARNS *et al.*, 1989; CERVETTO *et al.*, 1993; CAMUS; ZENG 2008; MILIOU, 1992) e no desenvolvimento naupliar (CAMUS; ZENG, 2008; PECK, 2008; FEREIDOUNI; MESKAR; ASIL, 2015).

Fatores abióticos podem afetar a produtividade de copépodes, influenciando em diversos aspectos reprodutivos e no desenvolvimento dos animais (DUSSART; DEFAYE, 2001; PETERSON, 2001; HALL; BURNS, 2002; CHINNERY; WILLIAMS, 2004; HOLSTE; PECK, 2006)).

TEMPERATURA

Dentre os parâmetros ambientais, a temperatura é considerada como um dos fatores que mais influenciam na fisiologia e no ciclo de vida dos copépodes, regulando o crescimento e o potencial reprodutivo (CHINNERY; WILLIAMS, 2004; HOLSTE; PECK, 2006; MILIONE; ZENG, 2008; RHYNE *et al.*, 2010). A temperatura também pode afetar a distribuição espacial e sazonal de copépodes marinhos na natureza (MILLER; MARCUS, 1994; DRIRA *et al.*, 2014)

O período de desenvolvimento em copépodes calanoida pode variar de alguns dias, como no caso de *A. sijiensis*; *A. tonsa*; *P. crassirostris*, até meses, como no caso de *Calanus marshallae*, sendo que diversos estudos já demonstraram a influência direta da temperatura sobre o desenvolvimento e sobrevivência de copépodes (MAUCHLINE, 1998; DUSSART; DEFAYE, 2001; PETERSON, 2001). Para diversas espécies como *Acartia* sp., *Paraeuchaeta elongata*, *Sinocalanus tenellus*, *Pseudocalanus newmani*, verificou-se que o tempo de desenvolvimento diminui consideravelmente com o aumento da temperatura (OZAKI; IKEDA, 1998; CHINNERY; WILLIAMS, 2004; MILIONE; ZENG, 2009; RHYNE *et al.*, 2010; DRILLET *et al.*, 2011), porém existe uma faixa de temperatura ótima para cada uma delas. O período de desenvolvimento é uma importante característica para o zooplâncton, pois está diretamente relacionada à taxa de crescimento populacional, sendo que o desenvolvimento mais rápido leva à maior abundância de indivíduos em um menor intervalo de tempo (ALLAN, 1976), gerando assim uma maior vantagem competitiva sobre as espécies de desenvolvimento mais lento.

Assim como ocorre em outros animais heterotérmicos, os processos fisiológicos nos copépodes, incluindo ingestão e respiração, também são sensíveis à temperatura (Mauchline, 1998). Porém, os efeitos da temperatura sobre os índices fisiológicos em copépodes podem variar dependendo do tamanho do corpo do copépode, estágio de desenvolvimento e concentração de alimento (VIDAL, 1980). De uma maneira geral, a taxa de metabolismo dos organismos aumenta com a elevação da temperatura (CLARKE, 2004), pois, as reações celulares ganham maior energia térmica e muitas enzimas se tornam mais ativas à medida que a temperatura aumenta. Esse processo ocorre até que se alcance um limiar máximo, na qual as enzimas se desnaturam e perdem suas propriedades funcionais. Para diversas espécies de copépodes tropicais utilizados na aquicultura essa temperatura máxima geralmente é atingida quando a água ultrapassa a faixa dos 30° C (RHYNE *et al.*, 2009). Essa faixa de temperatura já foi observada em espécies como *Diaptomus pallidus* (GEILING; CAMPBELL, 1972), *Acrocalanus gibber* (McKINNON, 1996), *Acartia sinjiensis* (MILIONE; ZENG, 2008) e *Pseudodiaptomus pelagicus* (RHYNE *et al.*, 2009).

Junto com os fatores nutricionais, a temperatura é um dos elementos que mais influencia na frequência reprodutiva e na regulação da produção de ovos em copépodes

calanoida, geralmente apresentando uma correlação positiva até um determinado limite, a partir da qual começa a ocorrer o declínio da produção (HOLSTE; PECK, 2006; CASTRO-LONGORIA, 2003; ARA, 2001). Este efeito da temperatura foi descrito por Milione e Zeng (2008) para *A. sinjiensis*; Rhyne *et al.* (2009) para *P. pelagicus*; Holste e Peck (2006) para *Acartia tonsa* e Takahashi e Ohno (1996) para *Acartia tsuensis*. Segundo Peck e Holste (2005), o efeito da temperatura na produção de ovos não é apenas espécie específico, mas também pode variar entre diferentes populações. A temperatura também pode afetar a taxa de eclosão de ovos de copépodes (CASTRO-LONGORIA, 2003; CHINNERY; WILLIAMS, 2004; HOLSTE; PECK, 2006), porém sua influência parece ser menos acentuada, quando comparamos com outros índices reprodutivos (Milione e Zeng, 2008; Annuniação, 2016).

Além dos efeitos sobre o desenvolvimento e a reprodução, alguns estudos já demonstraram também que a temperatura pode influenciar na proporção sexual de algumas espécies de copépodes (VOORDOUW *et al.*, 2005), como é o caso da *Eurytemora affinis* (KATONA, 1970) e *Pseudodiaptomus newmani* (LEE *et al.*, 2003). Em ambos os trabalhos, a elevação da temperatura resultou em uma variação significativa da proporção de fêmeas na população. Evidências sugerem que o desenvolvimento mais rápido que acontece em elevadas temperaturas tende a ocorrer na produção de fêmeas de menor tamanho (MCLAREN, 1963), que por sua vez pode influenciar na produção de ovos (HALSBAND-LENK *et al.*, 2002). Entretanto, a produção de ovos nem sempre está correlacionada com o comprimento do cefalotórax da fêmea (KOSKI; KUOSA, 1999).

A temperatura possui a vantagem de ser um parâmetro que além de afetar a produtividade dos copépodes ainda pode ser manipulado com certa facilidade dentro de laboratórios de produção de organismos aquáticos. Apesar das vantagens, o controle da temperatura também pode influenciar de forma considerável nos custos de produção.

FOTOPERÍODO

Poucos trabalhos foram realizados para avaliar os mecanismos de atuação do fotoperíodo e do seu efeito na produtividade de copépodes (PECK; HOLSTE, 2006; NELSON *et al.*, 2011). A relação entre o fotoperíodo e o período de desenvolvimento dos copépodes pode estar relacionada à regulação hormonal no processo de muda dos crustáceos (FEREIDOUNI; MESKAR; ASIL, 2015). Apesar do sistema endócrino dos copépodes ainda não estar bem descrito, o processo de muda é similar a dos demais crustáceos e com isso alguns autores sugerem que os copépodes possuem uma regulação hormonal análoga (GUSMÃO; MCKINON, 2009).

Camus e Zeng (2008) ao avaliarem cinco diferentes fotoperíodos, verificaram que o período de desenvolvimento do copépode *Acartia sinjiensis*, do ovo até a fase adulta, foi

significativamente menor para animais mantidos em fotoperíodos prolongados de 18 a 24 h de luz, quando comparado com aqueles mantidos em 0 e 6 h luz. Através dessas observações, os autores sugerem que o fotoperíodo pode ser utilizado como uma ferramenta de controle na produção de copépodes, contribuindo para o aumento da produtividade com o uso de fotoperíodos prolongados, ou pode ser utilizado para retardar o desenvolvimento naupliar, aumentando assim o período em que os náuplios estão disponíveis para serem utilizados na larvicultura. Segundo STØTTRUP (2003), fotoperíodos acima de 12 h de luz são mais adequados para a produção de copépodes de uma forma geral.

Apesar do efeito do fotoperíodo sobre o desenvolvimento e a reprodução de copépodes ainda não estar bem esclarecido, alguns estudos verificaram que o número de horas de luz a que os animais são expostos pode afetar significativamente a produção de ovos em copépodes calanoida (CAMUS; ZENG, 2008), harpacticoida (MILIOU, 1992) e cyclopoida (FEREIDOUNI; MESKAR; ASIL, 2015).

O efeito do fotoperíodo pode estar relacionado a distribuição geográfica, onde fotoperíodos mais extensos parecem beneficiar espécies que habitam regiões tropicais, que possuem naturalmente fotoperíodos mais longos (CAMUS; ZENG, 2008). Camus, Zeng e Mckinon (2009) observaram que fotoperíodos acima de 12 h luz proporcionaram uma maior produção de ovos por fêmeas para a espécie *Acartia sijensis*. Anunciação (2016), também observou um resultado semelhante para *Bestiolina similis*.

Peck e Holste (2006) observaram que o fotoperíodo não afetou a produção de ovos do copépode *Acartia tonsa*, mas verificaram um efeito positivo do aumento do fotoperíodo na taxa de eclosão. Laabir *et al.* (1995) também não observaram diferenças na produção de ovos para o copépode *Calanus helgolandicus* mantidos em três diferentes fotoperíodos, 24L:0E; 12L:12E e 24L:0E. Fereidouni, Meskar, Asil (2015) atribuem essas diferenças observadas sobre a reprodução dos copépodes ao efeito espécie específico dos ciclos luminosos.

Algumas espécies de copépodes como *B. similis* apresenta uma produção contínua de ovos durante 24 h (VANDERLUNGT *et al.*, 2009), diferente de outros copépodes que possuem um comportamento mais específico quanto ao ciclo diurno, como algumas espécies do gênero *Calanus* sp., que se reproduzem preferencialmente durante o dia (MAUCHLINE, 1998), ou algumas espécies do gênero *Acartia* sp., que se reproduzem preferencialmente à noite (MAUCHLINE, 1998). Essas características biológicas específicas possuem uma influência importante na determinação do fotoperíodo e no desempenho reprodutivo de cada espécie.

Segundo Nelson *et al.* (2011) existe ainda a possibilidade da influência indireta do fotoperíodo sobre o crescimento e a reprodução de copépodes em função da alimentação, uma vez que diversos estudos já demonstraram que a concentração e a qualidade das microalgas exercem forte efeito sobre produção de ovos em copépodes (KIØRBOE *et al.*,

1985; MAUCLINE, 1998; STOTTRUP, 2003; CAMUS; ZENG, 2008; DRILLET *et al.*, 2011) e que o fotoperíodo e a intensidade luminosa são considerados como fatores chave no controle da produção primária, podendo afetar o crescimento e o perfil nutricional do fitoplâncton (ISARI, 2014).

A manipulação do fotoperíodo pode favorecer o aumento da produtividade da espécie *B. similis*, sendo uma ferramenta interessante, uma vez que o fotoperíodo é parâmetro facilmente controlado em laboratório

SALINIDADE

A salinidade é um parâmetro que também afeta a produtividade de copépodes tanto no ambiente natural como em cativeiro (OHS *et al.*, 2010; RHYNE *et al.*, 2010). Seus efeitos sobre o crescimento e a fecundidade de copépodes marinhos e estuarinos já foram descritos em diversos estudos (CHINNERY; WILLIAMS, 2004; CHENG *et al.*, 2006; HOLSTE; PECK, 2006; SOUZA SANTOS *et al.*, 2006; MILIONE; ZENG, 2008; OHS *et al.*, 2010). Assim como a temperatura, a salinidade também é um importante fator em relação à distribuição de organismos marinhos devido a faixa de tolerância de cada espécie decorrente da sua capacidade de osmorregulatória (CERVETTO *et al.*, 1999).

Diversos trabalhos apontam que existe maior tolerância à variação da salinidade de copépodes costeiros e estuarinos (CHINNERY; WILLIAMS, 2004; RHYNE *et al.*, 2010), regulando sua atividade fisiológica de forma a se adaptar rapidamente, uma vez que a amplitude da variação de salinidade nesses ambientes geralmente é muito maior e em intervalos de tempos menores, quando comparamos com ambientes oceânicos (MCKINNON; KLUMPP, 1997).

Apesar da temperatura ser o principal parâmetro ambiental correlacionado com o tempo de desenvolvimento de copépodes (MAUCLINE, 1998; DUSSART; DEFAYE, 2001; PETERSON, 2001; CHINNERY; WILLIAMS, 2004), alguns trabalhos sugerem que a salinidade também pode ter influência sobre este índice zootécnico (CHINNERY; WILLIAMS, 2004; MILIONE; ZENG, 2008; RHYNE *et al.*, 2010). As diferenças observadas no desenvolvimento de copépodes em função da alteração da salinidade pode estar relacionada com o gasto energético do transporte ativo de íons, envolvendo a degradação de compostos como lipídios e proteínas nos processos de osmoregulação, podendo inclusive afetar a qualidade nutricional dos náuplios (PHELPS *et al.*, 2005). Populações diferentes da mesma espécie ainda podem se adequar a faixas de salinidade distintas, como resultado de transformações progressivas da sua tolerância fisiológica (CERVETTO *et al.*, 1999).

O efeito da salinidade na sobrevivência de copépodes calanoida parece não apresentar um padrão bem definido quando analisamos alguns estudos já realizados em laboratório (CERVETTO *et al.*, 1999; CHINNERY; WILLIAMS, 2004; CHEN *et al.*, 2006; RHYNE *et al.*,

2010). Rhyne *et al.* (2010) observaram elevada sobrevivência para *P. pelagicus* no intervalo entre 15 e 20 g . L⁻¹, mas houve queda da sobrevivência com o aumento ou diminuição da salinidade fora desse intervalo. Chen *et al.* (2006) observaram melhor sobrevivência para *P. annandaei* em salinidades mais baixas, entre 5 e 10 g . L⁻¹, e verificaram o aumento da mortalidade com a elevação da salinidade. Já Chinnery e Willians (2004) observaram melhor sobrevivência para quatro espécies de *Acartia* sp. em salinidades mais próximas da densidade da água do mar, 33.3 g . L⁻¹, com queda da sobrevivência conforme o decréscimo da salinidade. A influência da salinidade pode estar relacionada ao efeito espécie específico e ao habitat das populações de copépodes estudadas. Segundo Castro-Longoria (2003) é difícil determinar a faixa adequada de salinidade para espécies estuarinas, pois cada espécie pode se adaptar a diferentes salinidades nos seus diferentes estágios de maturação.

A fecundidade é outro parâmetro que pode sofrer influência da salinidade em copépodes calanoida, ocorrendo uma queda na produção de ovos quando os animais são mantidos em níveis sub-ótimos (CASTRO-LONGORIA, 2003; CHENG *et al.*, 2006; PECK; HOLSTE, 2006). Segundo Peck e Holste (2006), a relação entre a salinidade e a produção de ovos também pode estar relacionada ao custo energético para a osmoregulação, por isso, é importante encontrar a faixa adequada de salinidade para cada espécie de copépode, pois ao mantermos copépodes adultos em salinidades adequadas, mais energia pode ser direcionada para o processo reprodutivo.

Ao observarmos alguns estudos, podemos verificar que a faixa ótima de salinidade para produção de ovos em copépodes calanoida pode variar conforme a espécie analisada. No estudo de Peck e Holste (2006), os autores verificaram que a produção de ovos para o copépode *Acartia tonsa* foi superior na salinidade 14 g . L⁻¹ quando comparada com a produção em 30 g . L⁻¹. Lin *et al.* (1998) também observaram uma maior fecundidade para o copépode *Acartia spinicauda* em baixa salinidade, 17 g . L⁻¹. Já Payne e Rippingale (2001) ao avaliarem a salinidade na faixa de 9 a 35 g . L⁻¹ observaram uma maior produção de ovos para o copépode *Gladioferens imparipes* quando este foi mantido em salinidades intermediárias de 18 a 27 g . L⁻¹. Cheng *et al.* (2006) verificaram a queda na produção de ovos do copépode *Pseudodiaptomus annandalei* apenas nas salinidades de 30 e 35 g . L⁻¹. A salinidade ainda pode ter um efeito indireto sobre o crescimento e a reprodução dos copépodes em laboratório através do efeito exercido sobre o fitôplancton, alterando seu crescimento e composição bioquímica e conseqüentemente modificando sua densidade e o perfil nutricional (FABREGAS *et al.*, 1985).

Segundo Milione e Zeng (2008), o efeito da salinidade na eclosão de ovos de copépodes calanoida é menos evidente quando comparado ao da fecundidade. Ao avaliar o efeito da salinidade em quatro espécies do gênero *Acartia* (*A. discaudata*, *A. clausi*, *A. tonsa* e *A. bifilosa*),

Chinnery e Williams (2004) também verificaram que salinidades entre 15,5 e 33,3 g . L-1 não afetaram a taxa de eclosão, que se manteve elevada em todos os tratamentos.

Apesar dos copépodes costeiro e estuarinos possuírem a capacidade de se adaptar a uma ampla faixa de salinidade, ainda é importante se determinar a faixa ótima para maximizar o desempenho zootécnico, melhorando assim a eficiência da produção e reduzindo custos. Para isso se faz necessário a realização de pesquisas para se determinar a faixa ideal de salinidade para cada grupo de copépodes cultivados.

■ CONSIDERAÇÕES FINAIS

A otimização da produtividade dos copépodes é um dos pontos mais importantes para viabilidade de sua criação como alimento vivo na aquicultura. Fatores abióticos podem ser manipulados em favor de melhorar o desempenho zootécnico de copépodes cultivados. A determinação de valores ótimos desses fatores no desenvolvimento de copépodes é importante para aquicultura, pois o desenvolvimento mais rápido pode contribuir para o aumento da produtividade. Em contrapartida, o desenvolvimento mais lento também pode ser benéfico para o uso na larvicultura de peixes marinhos, pela maior duração do estágio naupliar dos copépodes. Assim a manipulação dos parâmetros abióticos pode ser utilizada como uma importante ferramenta de controle e otimização da produção.

A realização de pesquisas e da adequação de protocolos de produção são de fundamental importância, para a otimização da produção e redução de custos, avaliando o modelo que melhor se ajuste as condições climáticas e as especificidades de produção de cada laboratório.

■ REFERÊNCIAS

Ajiboye, O. O., Yakubu, A. F., Adams, T. E., Olaji, E. D., Nwogu, N. A. A review of the use of copepods in marine fish larviculture. **Rev Fish Biol Fisher** 21, 225- 246, 2011.

Allan, JD. Life history patterns in zooplankton. **Am Nat** 110:165–180. 1976

Annuniação, W. F. Influência de fatores abióticos na produção do copépode *Bestiolina similis* e do protozoário ciliado *Euplotes* sp. 2016.

Bi, H. S., Peterson, W. T., Lamb, J., Casillas, E., 2011. Copepods and salmon: Characterizing the spatial distribution of juvenile salmon along the Washington and Oregon coast, USA, Fish. **Oceanogr.**, 20(2), 125–138.

Camus, T., Zeng, C. The effects of stocking density on egg production and hatching success, cannibalism rate, sex ratio and population growth of the tropical calanoid copepod *Acartia sinjiensis*. **Aquaculture** 287, 145–151, 2008.

- Castro-Longoria, E., 2003. Egg production and hatching success of four *Acartia* species under different temperature and salinity regimes. **J Crustacean Biol** 23(2), 289-299.
- Cervetto, G., Gaudy, R., Pagano, M., Saint-Jean, L., Verriopoulos, G., Arfi, R., Leveau, M., 1993. Diel variations in *Acartia tonsa* feeding, respiration and egg production in a Mediterranean coastal lagoon. **J Plankton Res** 15(11), 1207-1228.
- Chinnery, F. E., Williams, J. A., 2004. The influence of temperature and salinity on *Acartia* (Copepoda: Calanoida) nauplii survival. **Marine Biology** 145, 733-738.
- Clarke, a.; Fraser, K. P. P. Why does metabolism scale with temperature? **Functional ecology**, v. 18, n. 2, p. 243-251, 2004.
- Conceicao, L. E., Yufera, M., Makridis, P., Morais, S., Dinis, M. T. Live feeds for early stages of fish rearing. **Aquac Res** 41, 613–640, 2010.
- Drillet, G., Frouël, S., Sichlau, M. H., Jepsen, P. M., Højgaard, J. K., Joarder, A.K., Hansen, BW. Status and recommendations on marine copepod cultivation for use as live feed. **Aquaculture** 315, 155–166, 2011.
- Drira, Z., Hassen, M.B., Ayadi, H. and Aleya, L. What factors drive copepod community distribution in the Gulf of Gabes, Eastern Mediterranean Sea? **Environ Sci Pollut R** 21(4), 2918-2934, 2014
- Dussart, B. H. and Defaye, D. Introduction to the Copepoda. In Dumont, H. J. (ed.), **Guides to the Identification of the Macroinvertebrates of the Continental Waters of the World**. 16. Backhuys, Leiden, p. 344.2, 2001
- Fábregas J, Herrero C, Cabezas B, Abalde J. Mass culture and biochemical variability of the marine microalga *Tetraselmis suecica* Kylin (Butch) with high nutrient concentrations. **Aquaculture** 49:231-244, 1985.
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2010**. Food and Agriculture Organization of the United. Nations, Rome, 2010.
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2014**. Food and Agriculture Organization of the United. Nations, Rome, 2014.
- Fereidouni, A. E., Meskar, S., Asil, S. M. Effects of photoperiod on offspring production, development and generation time, survival, adult sex ratio and total life span of freshwater cyclopoid copepod, *Mesocyclops* sp.: comments on individual variations. **Aquac Res** 46, 163-172, 2015.
- Gaudy, R., Cervetto, G. and Pagano, M. Comparison of the metabolism of *Acartia clausi* and *A. tonsa*: influence of temperature and salinity. **J Exp Mar Biol Ecol** 247(1), 51-65, 2000.
- Geiling, W. T. & Campbell, R. S. The effect of temperature on the development rate of the major life stages of *Diaptomus pallidus* Herrick. **Limnol. Oceanogr.** 17 (2): 304–306, 1972.
- Gusmão, L. f. M., McKinnon, A. Sex ratios, intersexuality and sex change in copepods.” **J Plankton Res** 31 (9), 1101-1117, 2009.
- Hall, C.J. and Burns, C.W.. Effects of temperature and salinity on the survival and egg production of *Gladioferens pectinatus* Brady (Copepodas: Calanoida). **Estuar Coast Mar Sci** 55(4), 557-564, 2002.

Halsband-Lenk, C., Hirche, H. J., & Carlotti, F. (2002). Temperature impact on reproduction and development of congener copepod populations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 271(2), 121–153.

Holste, L., Peck, M. The effects of temperature and salinity on egg production and hatching success of Baltic *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoida): a laboratory investigation. *Mar. Biol*, 148, 1061–1070, 2006.

Holt, G. J. Research in culturing the early life stages of marine ornamental fish. In: *Marine Ornamental Species Collection, Culture and Conservation* (eds J. C. Cato and C. I. Brown), **Iowa State Press**. p. 252-254, 2003.

Humes, Arthur G. How many copepods?. In: **Ecology and Morphology of Copepods: Proceedings of the 5th International Conference on Copepoda, Baltimore, USA, June 6–13, 1993**. Springer Netherlands, p. 1-7.1994.

Isari, S., Zervoudaki, S., Calbet, A., Saiz, E., Ptacnikova, R., Nejstgaard, J. C., Ptacnik, R. Light-induced changes on the feeding behaviour of the calanoid copepod *Clausocalanus furcatus* (Brady, 1883): evidence from a mesocosm study. *J Plankton Res* 36(5), 1233-1246, 2014.

Jepsen, P. M. **Copepods as live feed - optimisation and use in aquaculture**. 194 p. Tese de doutorado. Department of Environmental, Social and Spatial Changes, Roskilde University, Denmark Januar, 2014.

Katona, S. K. 1975. Copulation in the copepod *Eurytemora affinis* (Pope, 1880). *Crustaceana*, 28 (1), 89-95, 1975.

Kleppel, G. S., Hazzard, S. E. The significance of zooplankton nutrition in the aquatic sciences. **Outcomes of an international workshop on zooplankton nutrition**. University of South Carolina, Columbia. 2002

Kline, M. D., Laidley, C. W. Development of intensive copepod culture technology for *Parvocalanus crassirostris*: Optimizing adult density. *Aquaculture* 435, 128-136, 2015

Knuckey, R. M., Semmens, G. L., Mayer, R. J., Rimmer, M. A. Development of an optimal microalgal diet for the culture of the calanoid copepod *Acartia sinjiensis*: effect of algal species and feed concentration on copepod development. *Aquaculture* 249, 339-351, 2005.

Koski, M., Kuosa, H. The effect of temperature, food concentration and female size on the egg production of the planktonic copepod *Acartia bifilosa*. *J Plankton Res* 21, 1779-1790, 1999.

Laabir M., Poulet S.A., Ianora A., Miralto A., Cueff A. Reproductive response of *Calanus helgolandicus*. II. In situ inhibition of embryonic development. **Marine Ecology Progress Series** 129, 97-105, 1995.

Lavens P., Sorgeloos P. In: **Manual on the production and use of live food for aquaculture, FAO Technical Papers 361**. FAO, Rome, Italy, p. 295, 1996.

Lee, H. W., Ban, S., Ikeda, T., & Matsuishi, T. Effect of temperature on development, growth and reproduction in the marine copepod *Pseudocalanus newmani* at satiating food condition. **Journal of Plankton Research**, 25(3), 261-271, 2003.

Liao, I. C., Su, H. M., Chang, E. Y. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. **Aquaculture** 200, 1-31, 2000.

- Mckinnon, A. D., Klumpp, D. W. Mangrove zooplankton of north Queensland, **Australia. Hydrobiologia**, 362(13), 145-160, 1997.
- Miliou, H. Effects of light (photoperiod, spectral composition) on the population dynamics of *Tisbe holothuriae* Humes (Copepods, Harpacticoida). **Hydrobiologia**, 232(3), 201-209, 1992.
- Miller, D. D., Marcus, N. H. The effects of salinity and temperature on the density and sinking velocity of eggs of the calanoid copepod *Acartia tonsa* Dana. **J Exp Mar Biol Ecol** 179(2), 235-252, 1994.
- Morehead, David T. et al. Copepods as a live feed for striped trumpeter *Latris lineata* larvae. **Copepods in aquaculture**, p. 195-208, 2005.
- Nelson, R. J., Denlinger, D. L., & Somers, D. E. (Eds.) **Photoperiodism: the biological calendar**. Oxford University Press. 2011.
- Ogle, J. T., Lemus, J. T., Nicholson, L. C., Barnes, D. N., Lotz, J. M. Characterization of an extensive zooplankton culture system coupled with intensive larval rearing of red snapper *Lutjanus campechanus*. In: **Copepods in aquaculture** (Lee C-S, O'Bryen PJ, Marcus N. H. ed.). Blackwell, Oxford, p. 225–244, 2005.
- Ohs, C. L., A. L. Rhyne, S. W. Grabe, M. A. DiMaggio, Stenn E. Effects of salinity on reproduction and survival of the calanoid copepod *Pseudodiaptomus pelagicus*. **Aquaculture** 307, 219-224, 2010.
- Olivotto, I., Tokle, N. E., Nozzi, V., Cossignani, L., Carnevali, O. Preserved copepods as a new technology for the marine ornamental fish aquaculture: A feeding study. **Aquaculture** 308(3), 124-131, 2010.
- Olivotto, I., Zenobi, A., Rollo, A., Migliarini, B., Avella, M. and Carnevali, O. Breeding, rearing and feeding studies in the cleaner goby *Gobiosoma evelynae*. **Aquaculture** 250(1), 175-182, 2005.
- Ozaki, K., Ikeda, T. Development time and generation length of the mesopelagic copepod *Paraeuchaeta elongata*. **Plankton Biol. Ecol** 45(1), 75-78, 1998.
- Pauly, D., Christensen, V. Primary production required to sustain global fisheries. **Nature** 374 (6519), 255-257, 1995.
- Payne, M. F., Ripplingale, R. J. Intensive cultivation of the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*. **Aquaculture** 201, 329-342, 2001.
- Peck, M. A.; Holste, L. Effects of salinity, photoperiod and adult stocking density on egg production and egg hatching success in *Acartia tonsa* (Calanoida: Copepoda): optimizing intensive cultures. **Aquaculture** 255(1), 341-350, 2006.
- Peterson, W. T. Patterns in stage duration and development among marine and freshwater calanoid and cyclopoid copepods: a review of rules, physiological constraints, and evolutionary significance. **Hydrobiologia** 453-454, 91–105, 2001.
- Phelps, R.P., Sumiarsa, G.S., Lipman, E.E., Lan, H.P., Moss, K.K., Davis, A.D. Intensive and extensive production techniques to provide copepod nauplii for feeding larval red snapper *Lutjanus campechanus*. In: Lee, C.-S., O'Bryen, P.J., Marcus, N.H. (Eds.), **Copepods in Aquaculture**. Blackwell Scientific Publications Ltd, Melbourne, p. 151–168, 2005.
- Qin J. G. In: **Larval Fish Aquaculture**. (J. G. Qin ed.) Nova Science Publishers, New York.p. 230, 2013.

- Rajkumar, M., Vasagam, K. Suitability of the copepod, *Acartia clausi* as a live feed for Seabass larvae (*Lates calcarifer* Bloch): compared to traditional live-food organisms with special emphasis on the nutritional value. **Aquaculture** 261,649-658, 2006.
- Rhyne, A. L., Ohs, C. L., Stenn, E. Effects of temperature on reproduction and survival of the calanoid copepod *Pseudodiaptomus pelagicus*. **Aquaculture** 292(1), 53-59, 2009.
- Sampey, A., McKinnon, A. D., Meekan, M. G., McCormick, M. I. Glimpse into guts: overview of the feeding of larvae of tropical shorefishes. **Mar Ecol Prog Ser** 339, 243–257, 2007.
- Stearns, D. E., Tester, P., Walker, R. L. Diel changes in the egg production rate of *Acartia tonsa* (Copepoda, Calanoida) and relation to environmental factors in two estuaries. **Mar Ecol Prog Ser** 52, 7-16, 1989.
- Støttrup, J. G. Production and nutritional value of copepods. In: **Live feeds in marine aquaculture** (Støttrup J. G., McEvoy L. A. ed.). Blackwell, Oxford, p. 318, 2003.
- Støttrup, J. G. The elusive copepods: their production and suitability in marine aquaculture. **Aquaculture Res** 31(8-9), 703-711, 2000.
- Su, H. M., Cheng, S. H., Chen, T. I., Su, M. S. Culture of copepods and applications to marine finfish larval rearing in Taiwan. In: **Copepods in aquaculture** (Lee C-S, O' Bryen P. J., Marcus N. H. ed.). Blackwell, Oxford, p. 11–24, 2005.
- Toledo, J. D., Golez, M. S., Doi M., Ohno, A. Use of copepod nauplii during early feeding stage of grouper *Epinephelus coioides*. **Fish Sci** 65, 390–397, 1999.
- Toledo, J. D., Golez, M. S., Ohno, A. Studies on the use of copepods in the semi-intensive seed production of grouper *Epinephelus Coioides*. In: Lee C-S, O'Bryen PJ, Marcus NH (eds) **Copepods in aquaculture**. Blackwell, Oxford, p. 11–24, 2005.
- Turingan, R. G., Beck, J. L., Krebs, J. M., Licamele, J. D. Development of feeding mechanics in marine fish larvae and the swimming behavior of zooplankton prey: implications for rearing marine fishes. In: **Copepods in aquaculture** (Lee C-S, O'Bryen PJ, Marcus NH ed.). Blackwell, Oxford. p. 119-132, 2005.
- VanderLugt, K., Cooney, M.J., Lechner, A., Lenz, P.H. Cultivation of the paracalanid copepod, *Bestiolina similis* (Calanoida: Crustacea). **J World Aquaculture Soc** 40, 523-635, 2009.
- Vidal J. Physioecology of zooplankton. I. Effects of phytoplankton concentration, temperature, and body size on the growth rate of *Calanus pacificus* and *Pseudocalanus* sp. **Mar. Biol.** 56, 111–134, 1980.
- Voordouw, M. J., H., Eve, R., Bradley, R. Paternal inheritance of the primary sex ratio in a copepod. **Journ of evolut biol** 18.5,1304-1314, 2005.
- Zambonino Infante, J. L., Cahu, C. L. Ontogeny of the gastrointestinal tract of marine fish larvae. **Comp Biochem Physiol** 130, 477-487, 2001.

USO DO EXTRATO DE *ARRABIDEA CHICA* COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO DO PEIXE AMAZÔNICO *HYPHESOBRYCON EQUES* (STEINDACHNER, 1882)

| Danilo Vitor Vilhena Batista

Universidade Federal do Pará - UFPA

| Jucimauro de Araújo Pereira Junior

Universidade Federal do Pará - UFPA

| Ainoã Stephanny Almeida Pinheiro

Universidade Federal do Pará - UFPA

| Ítalo Antônio de Freitas Lutz

Universidade Federal do Pará - UFPA

| Daiana Silva dos Santos

Universidade Federal do Pará - UFPA

| Natalino da Costa Sousa

Universidade Federal do Pará - UFPA

| Edileno Tiago de Sousa Nascimento

Universidade Federal do Pará - UFPA

| Márcia Valéria Silva do Couto

Casa-Escola da Pesca-FUNBOSQUE

| Fernando Araújo Abrunhosa

Universidade Federal do Pará - UFPA

| Carlos Alberto Martins Cordeiro

Universidade Federal do Pará - UFPA

RESUMO

Objetivo: O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de dietas suplementadas com o extrato aquoso de *Arrabidea Chica* no crescimento do peixe ornamental *Hyphessobrycon eques*. **Métodos:** Foram utilizados 125 peixes da espécie *H. eques* adquiridos através de captura no meio natural. O experimento teve duração de 30 dias, com quatro tratamentos e um controle: dieta controle (C) com apenas ração comercial, dieta com 0.05 mL (T1), 0.075 mL (T2), 0.1 mL (T3) e 0.125 mL (T4) de *A. chica* adicionadas à ração comercial. **Resultados:** Os resultados mostraram que o tratamento T2 teve um melhor resultado em ganho de comprimento ($5,96 \pm 1,60$ mm) e Taxa de comprimento específico para comprimento ($1,56 \pm 0,36\%$). Já o T3 teve melhores resultados em ganho de biomassa ($2,16 \pm 0,20$ g), ganho de peso ($0,15 \pm 0,03$ g) e Taxa de crescimento específico para peso ($0,63 \pm 0,12\%$). O tratamento com 0.075 mL (T2) de *A. chica* promove melhor ganho de crescimento em *H. Eques*, e a utilização de *A. chica* beneficiou a sobrevivência em todos os tratamentos, em relação ao controle. **Conclusão:** O extrato contendo a concentração de 0.075 mL da *A. chica* (T2), promoveu um melhor ganho de crescimento para a espécie Amazônica *H. Eques*, além da *A. chica* ter beneficiado a sobrevivência em todos os tratamentos em relação ao tratamento controle.

Palavras-chave: Ornamental, Aquicultura, Amazônia, Fitoterápico, Suplementação.

■ INTRODUÇÃO

No mercado global de aquarioria, mais de 60% de peixes ornamentais são provenientes de água doce (TAVARES-DIAS, 2020), com o comércio de peixes ornamentais crescendo ano a ano, onde as exportações atingem US\$ 372 milhões de dólares (LADISA *et al.*, 2017). Os países do continente asiático são os maiores responsáveis pela exportação de peixes ornamentais com cerca de 80% do volume, já a América do Sul representa em torno de 8% (DEY, 2016). No Brasil a indústria de peixes ornamentais gera emprego de forma direta e indireta (ABLA, 2021), com os peixes ornamentais figurando como papel de destaque na preferência como animais de estimação (ARAUJO, 2021).

Cerca de 1.500 espécies de peixes ornamentais são marinhas e quase 5.000 são oriundas de água doce (STEVENS *et al.*, 2017). Entre essas espécies, *Hyphessobrycon eques* pertence à família Characidae, sendo nativa das bacias dos rios Amazonas, Guaporé, Paraná e Paraguai, é uma espécie exportada para fins ornamentais (PORTO *et al.*, 2021). Essa aceitação como ornamental se deve à sua alta resistência e adaptabilidade (PORTO *et al.*, 2021), com característica onívora e de fácil aceitação de comida seca ou viva (MUNIZ, 2021). Possuem comportamento pacífico, contudo, em grandes cardumes mordem as nadadeiras uns dos outros (PLANQUETTE *et al.*, 1996). É uma espécie ornamental com importância econômica (YAMACHITA *et al.*, 2020). *H. eques* é facilmente encontrado no meio natural, apresenta baixa mortalidade, além de ser resistente ao manejo (RAND & PETROCELLI, 1985). Todavia seu cultivo e manejo são poucos conhecidos, havendo uma necessidade de desenvolver pacotes tecnológicos, visando seu cultivo em cativeiro (ABE *et al.*, 2015).

Além de ser uma espécie de grande importância econômica e medicinal, *Arrabidea Chica* apresenta na composição de suas folhas pigmentos avermelhados (MAFIOLETI, 2013). Os promissores efeitos terapêuticos do extrato da folha de *A. Chica* são principalmente na cicatrização de feridas e nas propriedades antioxidantes (ZAGO, 2020). Na literatura, *A. Chica* se destaca com seu potencial antifúngico e antibacteriano (BRANDÃO, 2021). Estudos mostram a inibição de *Staphylococcus aureus* e a inatividade de *Pseudomonas aeruginosa*, assim destacando seu potencial antibacteriano (DO CARMO *et al.*, 2019). Sua composição química apresenta ácido anísico, alcalóides, bixina, carajurina, carajurone (pigmentos flavônicos), cianocobalamina, cumarinas, 3-deoxiantocianidina, ferro assimilável, flavonóides, genipina, pseudoindicinas, quinonas, saponinas, taninos, triterpenos (PLANTAMEDE, 2020). De acordo com a literatura, são encontradas ações para *A. chica* como sendo tripanocida e antifúngica como um extrato etanólico (BARBOSA, 2008), anti-inflamatória como extrato aquoso (OLIVEIRA *et al.*, 2009), antimicrobiana como extrato diclorometano (HOFLING *et al.*, 2010), hepatoprotetora como extrato hidroetanólico (MEDEIROS

et al., 2011) e cicatrizante de feridas para o extrato metanólico em ácido acético 0,3% (ARO *et al.*, 2012).

Assim, o objetivo do respectivo estudo foi avaliar o efeito de dietas suplementadas com o extrato aquoso de *A. Chica*, no crescimento do peixe ornamental *H. eques*, conhecido popularmente como Mato Grosso.

■ MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), Laboratório de Carcinologia. Foram utilizados 125 peixes da espécie *H. eques* adquiridos através de captura em ambiente natural, com comprimento inicial médio de 18,06 mm e peso médio de 0,28 g. As folhas de pariri *A. Chica*, foram coletadas de ambiente natural.

Para a preparação do extrato aquoso, utilizou-se a metodologia de extração de CLAUDIANO *et al.* (2012). Foi utilizada folhas maduras de *A. Chica*, secas à sombra e posteriormente desidratadas em estufa de fluxo laminar a 50°C por 24 horas. Após este período, ocorreu a maceração das folhas, posteriormente pesadas e realizado o extrato, foram adicionadas 2 gramas de folhas maceradas à 100 ml de solução aquosa à temperatura de 60°C, onde permaneceu por um período de 30 min. Ao fim deste período, o extrato foi coado em filtro de papel, modelo 103 com volume de 30 mililitros com dimensões de 9 x 15.5 x 24 cm, com peso de 86.9 g para remoção de qualquer partícula sólida em suspensão. Após a separação do extrato aquoso, ocorreu a aspersão do mesmo, que consistiu em três etapas de acordo com OLIVEIRA & PETROVICK (2010).

Para se obter a quantidade de 2 g de ração, foi utilizado uma balança de precisão de 0,1g à 2200g (S2202H), onde foram divididas em frascos de polipropileno com capacidade de 80 ml estéril, em seguida colocadas em estufa de fluxo laminar à 40°C por 24 horas, para a secagem da mesma, após o decorrer de 24 horas, ocorreu a maceração das rações de cada tratamento, com isso se utilizou um crisol de porcelana de 35 ml com diâmetro de 60 mm da marca Chiarotti.

O experimento decorreu em um período de 30 dias, com distribuição dada através de 25 potes (polietileno), com volume de 1L, com aeração constante. O desenho contou com Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 5 repetições e cinco tratamentos, que consistem em: Dieta Controle (C), dieta com suplementação de 0.05 mL da *A. chica* (T1), 0.075 mL da *A. chica* (T2), 0.1 mL da *A. chica* (T3), 0.125 mL da *A. chica* (T4).

A frequência alimentar foi de quatro vezes ao dia (8h, 11h, 14h e 16h), ao final da última alimentação, após uma hora, os recipientes foram sifonados, ocorrendo a retirada de aproximadamente 30% do volume, para remoção das fezes e resíduos das alimentações. A iluminação

do ambiente foi feita de forma artificial, utilizando lâmpadas fluorescentes, com foto período de 12 horas. Quando observada mortalidade nas unidades experimentais, o indivíduo era retirado.

Com o término do experimento, os espécimes foram contabilizados e pesados em balança de precisão de 0,1g à 2200g (S2202H), para poder determinar os cálculos de desempenho produtivo tais como Ganho de Peso (GP), Ganho de Comprimento (GC), Uniformidade (U), Sobrevivência (S), Taxa de Crescimento Específico para peso e comprimento (TCEp) e (TCEc). Após reunir os dados, os mesmos foram submetidos ao teste de anormalidade de Shapiro-Wilk, análise de variância e ao teste de Tukey a 5% ($p < 0,05$). As análises foram realizadas no programa Biostat 5.0.

■ RESULTADOS

Para o desempenho zootécnico, constatou que o tratamento contendo 0.075 mL da *A. chica* (T2) teve um melhor resultado em relação aos Ganhos de Comprimento (GC) e Taxa de Comprimento Específico para comprimento (TCEc) ($p < 0,05$). Observou-se um aumento no Ganho de Comprimento (GC) ($5,96 \pm 1,60$ mm) e Taxa de Crescimento Específico para comprimento (TCEc) ($1,56 \pm 0,36\%$) dos espécimes do tratamento T2 em relação aos demais tratamentos. No entanto, com o tratamento contendo 0.1 mL da *A. chica* (T3) notou-se um melhor resultado com o Ganho de Biomassa (GB) ($2,16 \pm 0,20$ g), Ganho de Peso (GP) ($0,15 \pm 0,03$ g), Taxa de Crescimento Específico para peso (TCEp) ($0,63 \pm 0,12\%$) e Taxas de Crescimento Específico para comprimento (TCEc) ($1,56 \pm 0,36\%$) dos espécimes aos demais tratamentos. O tratamento T4 contendo 0.125 mL da *A. chica* seguiu um bom desempenho junto com os demais tratamentos, sendo esses para Uniformidade do lote (U) e Sobrevivência (S). Todos os tratamentos contendo o extrato de aquoso de *Arrabidea Chica* diferiram do tratamento controle (C), demonstrando dessa forma que o uso do fitoterápico beneficiou a espécie amazônica *H. Eques* (Tabela 1).

Tabela 1. Desempenho produtivo e sobrevivência (média±desvio padrão) dos exemplares de *Hyphessobrycon eques* alimentados com extrato aquoso de *Arrabidaea Chica*.

	GC(mm)	B (g)	GP(g)	TCEp(%)	TCEc(%)	U (%)	S (%)
C	4,06±0,12b	1,91±0,11ab	0,07±0,29b	0,33±0,12b	1,11±0,03b	30,0±7,07b	60,0±14,14b
T1	4,19±0,08b	1,64±0,11b	0,10±0,02ab	0,44±0,09ab	1,15±0,02b	50,0±0,00a	100,0±0,00a
T2	5,96±1,60a	1,92±0,27ab	0,10±0,05ab	0,45±0,20ab	1,56±0,36a	42,0±8,36a	100,0±0,00a
T3	4,31±0,10b	2,16±0,20a	0,15±0,03a	0,63±0,12a	1,18±0,03b	50,0±0,00a	100,0±0,00a
T4	4,40±0,10b	1,94±0,14ab	0,10±0,02ab	0,47±0,10ab	1,20±0,03b	50,0±0,00a	100,0±0,00a

*Os valores (média ± desvio padrão) nas colunas com letras diferentes representam diferenças estatisticamente pelo teste de tukey ($p < 0,05$). GC = Ganho de comprimento, B = biomassa, GP = Ganho de Peso, TCEp = Taxa de Crescimento Específico para peso, TCEc = Taxa de Crescimento Específico para crescimento, U = Uniformidade e S = Sobrevivência. C = Tratamento Controle. T1, T2, T3, T4 = Tratamentos com suplementação de 0.05 mL, 0.075 mL, 0.1 mL, e 0.125 mL de *Arrabidaea Chica*, respectivamente.

■ DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que o uso do extrato de *A. Chica* teve influência no ganho de comprimento dos organismos aquáticos, além do impacto positivo na taxa de sobrevivência, onde foi observado uma taxa de 100% nos tratamentos T1 (0.05 mL), T2 (0.075 mL), T3 (0.1 mL) e T4 (0.125mL), diferindo do tratamento controle (C), onde a taxa foi de 60%. SAFARI *et al.* (2016) e WANG *et al.* (2018) relatam que o emprego de bioativos na nutrição de organismos aquáticos promovem o crescimento zootécnico, indicando como uma alternativa para a suplementação de dietas para peixes ornamentais.

Extratos de plantas são considerados uma alternativa para tratar infecções causadas por fungos e bactérias (SHAKYA, 2016). Como resultado, o uso de produtos naturais é usado em estudos fitoterápicos, promovendo ganhos para fins de ornamentação (TAVECHIO *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2017). As ervas têm sido usadas com o objetivo de favorecer a subsistência do ambiente e a prevenção de doenças, além de ajudar a melhorar o bem-estar animal (SIQUEIRA, 2019). Na maioria dos casos, as propriedades curativas das plantas estão relacionadas à sua atividade antioxidante (SÜNTAR *et al.*, 2012). ABE *et al.* (2016) observaram que o uso de *Cinnamomum zeylanicum* inibiu infecções causadas por fungos e bactérias, conseqüentemente, elevando a taxa de sobrevivência de larvas de *Pyrrhulina brevis* Steindachner, 1876.

A. Chica possui atributos anti-inflamatórios, além de ocasionalmente possuir características curativas (LIMA *et al.*, 2019). No presente estudo observou-se que o tratamento controle apresentou uma alta taxa de mortalidade no decorrer do experimento, contudo os tratamentos contendo *A. Chica*, promoveu um melhor desempenho zootécnico de *H. Eques*. Na literatura, não existem informações sobre a influência do extrato aquoso de *A. Chica* em dietas para peixes ornamentais, sendo necessário mais estudos sobre a aplicação do mesmo. O parirri *A. Chica*, é encontrado no ambiente natural, dessa forma seu cultivo é de fácil acesso, não havendo custos financeiros expressivos.

■ CONCLUSÃO

Diferentes tratamentos com suplementação de extrato de *A. chica* foram testados na dieta do peixe amazônico *H. Eques*. A concentração de 0.075 mL (Tratamento 2), promoveu um melhor ganho de crescimento e todos os tratamentos (T1, T2, T3 e T4) beneficiaram a sobrevivência de *H. Eques* relação ao tratamento controle (C). Dito isto, a inclusão de *A. chica* auxilia no desempenho zootécnico, promovendo melhor crescimento e taxa de sobrevivência, sendo uma possibilidade de suplementação de *H. Eques*.

■ REFERÊNCIAS

- ABE, H.A., DIAS, J.A.R., REIS, R.G.A., COUTO, M.V.S., MENEZES, J.O. & FUJIMOTO, R.Y. (2016). Extrato aquoso de canela como promotor de crescimento para larvas do peixe ornamental amazônico *Pyrrhulina brevis*. **Boletim de Indústria Animal**, 73(4):267–271. <http://dx.doi.org/10.17523/bia.v73n4p267>
- ABE, H.A.; DIAS, J.A.R.; CORDEIRO, C.A.M.; RAMOS, F.M.; FUJIMOTO, R.Y. *Pyrrhulina brevis* (Steindachner, 1876) como uma nova opção para a piscicultura ornamental nacional: larvicultura. **Boletim do Instituto da Pesca**, v.41, p.113–122, 2015.
- ABLA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LOJAS DE AQUARIOFILIA. 2021. Disponível em: [https:// www.ablaquariofilia.org.br/institucional/ impacto-social/](https://www.ablaquariofilia.org.br/institucional/impacto-social/). Acesso em 10 de novembro de 2021.
- ARAUJO, R. M. D. (2021). Avaliação do mercado de peixes ornamentais em Goiânia e região metropolitana.
- ARO, A. A.; SIMÕES, G. F.; ESQUISATTO, M. A. M., *et al.* *Arrabidaea chica* extract improves gait recovery and changes colagem content during healing of the Achilles tendo. Injury, **Int. J. Care Injured**, v. 44, n. 7, p. 884- 92, 2012.
- BARBOSA, W. L. R. *et al.* *Arrabidaea chica* (HBK) Verlot: phytochemical approach, anti-fungal and trypanocidal activities. **Ver. Bras. de Farmacogn.**, v. 18, n. 4, p. 544-48, 2008.
- BRANDÃO, C. M. M., HASS, V., ZAGO, P. W., DE CARVALHO GALVÃO, L. C., DIBAI, D. B., SILVA, F. B., ... & DE JESUS TAVAREZ, R. R. (2021). Ação do extrato de *Arrabidaea chica* em biofilmes de *Candida albicans*, efeito citotóxico em fibroblastos e queratinócitos, e nas propriedades físico/mecânicas de resina de poli (metilmetacrilato). **Research, Society and Development**, 10(13), e292101320667-e292101320667.
- CLAUDIANO, GDS, PILARSKI, F., CRUZ, CD, SALVADOR, R., BELO, MDA, & DE MORAES, FR (2012). Concentração letal CL50 do extrato aquoso das folhas de Terminalia catappa em guppy, *Phalloceros caudimaculatus*. **Archives of Veterinary Science** , 17 (3), 15-19.
- DO CARMO, J. T. A., DE SOUSA, A. J. A., SILVA, F. S., DA SILVA TORRES, F. N., & PESSOA, C. V. (2019). PROPRIEDADES TERAPÊUTICAS DA *Arrabidaea chica*: REVISÃO DE LITERATURA. **Mostra Científica da Farmácia**, 6(1).

- LADISA, C., BRUNI, M., & LOVATELLI, A. (2017). Overview of ornamental species aquaculture. **FAO Aquaculture Newsletter**, (56), 39.
- LIMA, FCVM (2017). Efeito de **Arrabidaea chica** Verlot na dor neuropática pós traumática em ratos.
- LIMA, LL, TAKETA, TB, BEPPU, MM, DE OLIVEIRA SOUSA, IM, FOGGIO, MA, & MORAES, AM (2019). Curativos bioativos eletrofiados com revestimento: Propriedades mecânicas e capacidade de controlar o microambiente da lesão. **Ciência e Engenharia de Materiais: C**, 100, 493-504.
- MAFIOLETI, L. (2013). Avaliação da toxicidade, da atividade antiulcerogênica e antimicrobiana do extrato hidroetanólico de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verl.
- MEDEIROS, B. J. L., DOS SANTOS COSTA, K., RIBEIRO, J. F. A., SILVA JR, J. O. C., BARBOSA, W. L. R., & CARVALHO, J. C. T. (2011). Liver protective activity of a hydroethanolic extract of *Arrabidaea chica* (Humb. and Bonpl.) B. Verl.(pariri). **Pharmacognosy Research**, 3(2).
- MUNIZ, C. C. Peixes que encantam no Pantanal: espécies com potencial para o aquarismo. – Cáceres, MT: Instituto Sustentar de Responsabilidade Socioambiental, 2020. Disponível em:<<http://www.bichosdopantanal.org/wp-content/uploads/2020/11/Livro-Peixes-que-encantam-no-Pantanal.pdf>> Acesso dia 18 de abril de 2021.
- OLIVEIRA, D. P. C. D., BORRÁS, M. R. L., FERREIRA, L. C. D. L., & LÓPEZ-LOZANO, J. L. (2009). Atividade antiinflamatória do extrato aquoso de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verl. sobre o edema induzido por venenos de serpentes amazônicas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 19, 643-649.
- OLIVEIRA, L. F. G., PEREIRA, B. A. S., GILBERT, B., CORRÊA, A. L., ROCHA, L., & ALVES, C. R. (2017). Natural products and phytotherapy: an innovative perspective in leishmaniasis treatment. **Phytochemistry reviews**, 16(2), 219-233.
- OLIVEIRA, OLIVIA WERNER; PETROVICK, PEDRO ROS. Secagem por aspersão (spray drying) de extratos vegetais: bases e aplicações. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 2010, 20.4: 641-650.
- PLANQUETTE, P., P. KEITH E P.-Y. LE BAIL, 1996. Atlas des poissons d'eau douce de Guyane. Tomo 1. **Collection du Patrimoine Naturel** Volume 22, MNHN, Paris & INRA, Paris. 429 pág.
- PLANTAMEDE. *Arrabidaea chica* Verlot. Disponível em < <https://www.plantamed.com.br> > Página revisada: 28/09/2020.
- PORTO, E. L. N. (2021). Benefícios da adição de óleo bruto de Bacuri (*Attalea phalerata* mart. ex Spreng) no desenvolvimento e coloração do peixe Mato grosso (*Hyphessobrycon eques*, Steindachner 1882).
- RAND, G. M. & PETROCELLI, S.R., 1985, **Fundamentals of aquatotoxicology**. 665 p.
- SAFARI, R., HOSEINIFAR, S.H., NEJADMOGHADAM, S., JAFAR, A (2016). Transcriptomic study of mucosal immune, antioxidant and growth related genes and non-specific immune response of common carp (*Cyprinus carpio*) fed dietary *Ferula* (*Ferula assafoetida*). **Fish & Shellfish Immunology**, 55:242–248. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.05.038>

- SHAKYA, A. K. (2016). Medicinal plants: future source of new drugs. **International Journal of Herbal Medicine**, 4(4), 59-64.
- SIQUEIRA, FC, LEITÃO, DDSTC, MERCADANTE, AZ, CHISTE, RC, & LOPES, AS (2019). Perfil de compostos fenólicos e carotenóides de folhas de *Arrabidaea chica* e a capacidade de supressão de oxigênio singlete in vitro de seu extrato hidrofílico. **Food research international**, 126, 108597.
- STEVENS, C. H.; CROFT, D. P.; PAULL, G. C.; TYLER, C.R. Stress and welfare in ornamental fishes: what can be learned from aquaculture? **Journal of Fish Biology**, v. 91, n. 2, p. 409-428, 2017.
- SÜNTAR, I., AKKOL, E. K., NAHAR, L., & SARKER, S. D. (2012). Wound healing and antioxidant properties: do they coexist in plants? *Free Radicals and Antioxidants*, 2(2), 1-7.
- TAVARES-DIAS, M. (2020). Espécies de peixes ornamentais capturados pela pesca no estado do Amapá. **Embrapa Amapá-Documentos** (INFOTECA-E).
- TAVECHIO, W. L. G., GUIDELLI, G., PORTZ, L.; ALTERNATIVAS PARA A PREVENÇÃO E O CONTROLE DE PATÓGENOS EM PISCICULTURA, B. **Instituto da Pesca**, São Paulo, 35, agosto. 2009.
- WANG, C.Y., LI, Z.B., SUN, Y.Z., CHEN, Q., LI, W.J., HUANG, Y.C., LU, J (2018). Effects of Chinese herbal medicines mixture on growth performance digestive enzyme activity immune response of juvenile Japanese seabass *Lateolabrax japonicus*. **Aquaculture Nutrition**, 24(2):683–693. <https://doi.org/10.1111/anu.12597>
- YAMACHITA, A. L., PANDOLFI, V. C. F., SOUZA, F. P. D., GODOY, S. M. D., LIMA, E. C. S. D., PEREIRA, U. D. P., ... & LOPERA-BARRERO, N. M. (2020). Evaluation of a panel of microsatellite markers to study their applications in *Serrapinnus notomelas* and to reveal the genetic diversity in *Hyphessobrycon eques*. **Animal Biotechnology**, 1-9.
- ZAGO, P. M. W., SOUSA, I. M. O., SERVAT-MEDINA, L., JORGE, M. P., NETO, L. G. L., HASS, V., ... & FOGLIO, M. A. (2020). Standardized *arrabidaea chica* extract shows cytoprotective effects in zoledronic acid-treated fibroblasts and osteoblasts. **Clinical, cosmetic and investigational dentistry**, 12, 327.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Carlos Alberto Martins Cordeiro

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Pará (1995), mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (1999) e doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2002) com área de concentração em Ciência e tecnologia de alimentos. Professor Associado da Universidade Federal do Pará, locado no Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), no Curso de Engenharia de Pesca, Campus de Bragança (PA), atua na área de Qualidade e Tecnologia do Pescado, onde realiza pesquisa com desenvolvimento de produtos à base de pescado e estudos com isolamento e uso de bactérias probióticas na aquicultura.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5010139685215361>

Francisco Carlos Alberto Fonteles Holanda

Possui graduação em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará (1997) e Mestrado em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará (2001). Atualmente é Professor da Universidade Federal do Pará - Engenharia de Pesca e Doutor em Ciências Marinhas Tropicais, pela Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área de Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, com ênfase em Tecnologia e Prospecção Pesqueira, atuando principalmente nos seguintes temas: distribuição, abundância, ocorrência, espécies pelágicas e demersais, norte do Brasil.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8493376458861060>

Dioniso de Souza Sampaio

Graduação em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará (UFC) em 2000; Mestrado em Biologia Ambiental em 2004; Master in Business Administration (MBA) em Gestão Empresarial pelo Instituto Brasileiro de Pós-Graduação e Extensão (IBPEX) em 2006; Especialização em Agente de Inovação e Difusão Tecnológica (AGINTEC) pelo Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA) em 2007 e Doutorado em Biologia Ambiental em 2017 pela Universidade Federal do Pará (UFPA/Bragança). No período de 2004/2008 atuou como analista e gestor de Projetos de Aqüicultura e Pesca (SEBRAE/PA) e de 2012/2014 atuou como Inspetor Chefe (Cargo Honorífico) da Inspeção do CREA/PA na cidade de Bragança e região. Têm experiência no ensino superior desde maio/2008. Linhas de pesquisa e extensão atualmente: Educação Empreendedora; Associativismo e Cooperativismo; Negócios de Impacto Social; Indicadores de Sustentabilidade em Empreendimentos; Inovação/Transferência de Tecnologia e Extensão Universitária. Desde 2018 membro da Rede de Academia do Instituto de Cidadania Empresarial (ICE). Atualmente é Professor Adjunto IV da Universidade Federal do Pará do Campus de Bragança no Instituto de Estudos Costeiros (IECOS) e Coordenador do Laboratório Interdisciplinar de Empreendedorismo e Sustentabilidade (LIES).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2193736281754259>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aditivo: 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 93

Alimento Vivo: 95, 96, 104

Amazônia: 30, 32, 33, 34, 37, 42, 63, 64, 91, 110

Aquicultura: 24, 30, 33, 34, 37, 38, 45, 46, 48, 50, 54, 63, 64, 66, 68, 84, 91, 92, 95, 96, 97, 98, 99, 104, 110

B

Bexiga Natatória: 12, 27, 28, 29

C

Camarão: 14, 16, 82, 83, 89

Ciência: 118

Comercialização: 12, 15, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 61, 62

Costa Norte: 12, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 22, 27, 29, 30, 31, 32, 33

Covina: 12

F

Fauna Acompanhante: 12, 16, 32

Fitoterápico: 110, 113

M

Maricultura: 95, 96

Mugil Platanus: 65, 66, 68, 70, 78, 79, 80

N

Natação: 66, 67, 72, 74, 75, 76, 77, 78

O

Ornamental: 106, 107, 110, 111, 112, 115, 116, 117

Ostras: 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

P

Pará: 11, 13, 14, 25, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36,

39, 42, 43, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 63, 64, 109, 112

Pellet: 82, 83, 91, 93

Pescada-Cambuçu: 12, 14, 16, 18, 25, 26

Pescado: 118

Produção Animal: 37

Q

Qualidade: 118

R

Ração: 70, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 110, 112

Repeletização: 81, 82, 84, 88, 90

S

Suplementação: 84, 110, 112, 114, 115

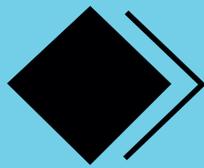
T

Tainha: 65, 66, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 80

Tecnologia: 118

Z

Zooplâncton: 95, 99



científica digital



VENDA PROIBIDA - ACESSO LIVRE - OPEN ACCESS

