

# AQUICULTURA no Século XXI

Desenvolvimento econômico,  
meio ambiente e pesquisas.

Organizadoras:

Anita Rademaker Valença  
Poliana Ribeiro dos Santos  
Luciana Guzella



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

ISBN 978-65-87206-18-9

**Aquicultura no século XXI:  
Desenvolvimento Econômico, Meio  
Ambiente e Pesquisas**

**Aquicultura no século XXI:  
Desenvolvimento Econômico, Meio  
Ambiente e Pesquisas**

**Anita Rademaker Valença  
Poliana Ribeiro dos Santos  
Luciana Guzella**

*Organizadoras*

1ª Edição



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

Editora UFSC  
2020

# UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

## **Reitor**

*Ubaldo Cesar Balthazar*

## **Vice-Reitora**

*Alacoque Lorenzini Erdmann*

## **Conselho Editorial**

*Bruno Da Silva Pierri  
Cecília de Souza Valente  
Debora Machado Fracalossi  
Esmeralda Chamorro Legarda  
Fabio Carneiro Sterzelecki  
Raoani Cruz Mendonça*

## **Comitê Científico**

*Ana Paula Mariane De Moraes  
Bianca Maria Soares Scaranto  
Bruna Roque Loureiro  
Carlos Frederico Deluqui Gurgel  
Carlos Peres Silva  
Carolina Antonieta Lopes  
Cristina Vaz Avelar De Carvalho  
Gabriel Adan Araujo Leite  
Gabriela Tomas Jerônimo  
Giustino Tribuzi  
Isabela Claudiana Pinheiro  
Jamilly Sousa Rocha  
Jaqueline Da Rosa Coelho  
Jorgelia De Jesus Pinto Castro  
Julianna Paula Do Vale Figueiredo  
Luciana Guzella  
Luciany Do Socorro De Oliveira Sampaio  
Maria Fernanda Oliveira Da Silva  
Maria Luiza Toschi Maciel  
Miguel Angel Saldaña Serrano  
Priscila Costa Rezende  
Rafael Sales  
Ramires Eloise Queiroz Rafael  
Scheila Anelise Pereira  
Tania Maria Lopes Dos Santos  
Wanessa De Melo Costa  
William Eduardo Furtado*

Copyright© 2020 by Universidade Federal de Santa Catarina

Conselho editorial: *Bruno Da Silva Pierri; Cecília de Souza Valente; Debora Machado Fracalossi; Esmeralda Chamorro Legarda; Fabio Carneiro Sterzelecki; Raoani Cruz Mendonça.*

Organizadoras da obra: Anita Rademaker Valença, Poliana Ribeiro dos Santos e Luciana Guzella.

Capa: Marcelli Rezende Queiroz

Diagramação: Poliana Ribeiro dos Santos

Revisão: Anita Rademaker Valença

*O conteúdo deste livro é de responsabilidade dos(as) autores(as) e não expressa posição técnica ou institucional das Organizadoras, Conselho editorial e da Universidade Federal de Santa Catarina. Da mesma forma, o conteúdo de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade de seus(as) respectivos(as) autores(as). Assim como, o padrão ortográfico, o sistema de citações e referências bibliográficas são prerrogativas de cada autor(a).*

*Os trabalhos que compõe esta obra foram submetidos à dupla avaliação cega (double-blind review) por pareceristas ad hoc, pós-graduados.*

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina

A656

Aquicultura no século XXI: desenvolvimento econômico, meio ambiente e pesquisas / organizadoras da obra Anita Rademaker Valença; Poliana Ribeiro dos Santos; Luciana Guzella – Florianópolis: UFSC, 2020.

240 p. : il.

E-book (PDF)

Disponível em: <https://semaqui.ufsc.br/>

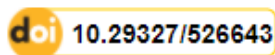
ISBN 978-65-87206-18-9

DOI: <https://doi.org/10.29327/526643>

1. Aquicultura – Brasil. 2. Aquicultura – Experiências. 3. Legislação - Aquicultura. I. Valença, Anita Rademaker, org. II. Santos, Poliana Ribeiro dos, org. III. Guzella, Luciana, org. IV. Título.

CDU: 639.3

Elaborada pelo bibliotecário Fabrício Silva Assumpção – CRB-14/1673



Este livro está sob a licença Creative Commons, que segue o princípio do acesso público à informação. O livro pode ser compartilhado desde que atribuídos os devidos créditos de autoria. Não é permitida nenhuma forma de alteração ou a sua utilização para fins comerciais.  
[br.creativecommons.org](http://br.creativecommons.org)

# Conselho Editorial

Bruno Da Silva Pierri  
Universidade Federal de Santa Catarina

Cecília de Souza Valente  
National University of Ireland Galway

Debora Machado Fracalossi  
Universidade Federal de Santa Catarina

Esmeralda Chamorro Legarda  
Universidade Federal de Santa Catarina

Fabio Carneiro Sterzelecki  
Universidade Federal Rural da Amazônia

Raoani Cruz Mendonça  
Instituto Federal do Pará



## PARECERISTAS DA OBRA

Os trabalhos que compõe a presente obra foram submetidos à dupla avaliação cega  
(*double-blind review*) por pareceristas *ad hoc*, pós-graduados:

Ana Paula Mariane de Morais  
Universidade Federal de Santa Catarina

Julianna Paula do Vale Figueiredo  
Universidade Federal de Santa Catarina

Bianca Maria Soares Scaranto  
Universidade Federal de Santa Catarina

Luciana Guzella  
Universidade Federal de Santa Catarina

Bruna Roque Loureiro  
Universidade Federal de Santa Catarina

Luciany do Socorro de Oliveira Sampaio  
Universidade Federal de Santa Catarina

Carlos Frederico Deluqui Gurgel  
Universidade Federal de Santa Catarina

Maria Fernanda Oliveira Da Silva  
Universidade Federal de Santa Catarina

Carlos Peres Silva  
Universidade Federal de Santa Catarina

Maria Luiza Toschi Maciel  
Universidade Federal de Santa Catarina

Carolina Antonieta Lopes  
Universidade Federal de Santa Catarina

Miguel Angel Saldaña Serrano  
Universidade Federal de Santa Catarina

Cristina Vaz Avelar de Carvalho  
Universidade Federal de Santa Catarina

Priscila Costa Rezende  
Universidade Federal de Santa Catarina

Gabriel Adan Araujo Leite  
Universidade Federal de Santa Catarina

Rafael Sales  
Universidade Federal de Santa Catarina

Gabriela Tomas Jerônimo  
Universidade Federal do Amazonas

Ramires Eloise Queiroz Rafael  
Universidade Federal de Santa Catarina

Giustino Tribuzi  
Universidade Federal de Santa Catarina

Scheila Anelise Pereira  
Universidade Federal de Santa Catarina

Isabela Claudiana Pinheiro  
Universidade Federal de Santa Catarina

Tania Maria Lopes Dos Santos  
Universidade Federal de Santa Catarina

Jamilly Sousa Rocha  
Universidade Federal de Santa Catarina

Wanessa de Melo Costa  
Fundação Instituto de Pesca do Estado do  
Rio de Janeiro

Jaqueline da Rosa Coelho  
Universidade Federal de Santa Catarina

William Eduardo Furtado  
City University of Hong Kong

Jorgelia De Jesus Pinto Castro  
Universidade Federal de Santa Catarina

# Sumário

PREFÁCIO.....	10
SOBRE AS ORGANIZADORAS DA OBRA .....	11
SOBRE OS(AS) AUTORES(AS) DA OBRA .....	12
ÍNDICE REMISSIVO .....	21

## Capítulo 1

CULTIVO AQUAPÔNICO DE <i>Salicornia ambigua</i> E CAMARÃO MARINHO EM DUAS FASES DO SISTEMA DE BIOFLOCOS: HETEROTRÓFICA E QUIMIOAUTOTRÓFICA .....	25
<i>Daniele dos Santos; Isabela Pinheiro; Walter Quadros Seiffert.</i>	

## Capítulo 2

DESEMPENHO TÉCNICO E ECONÔMICO NO CULTIVO DO CAMARÃO MARINHO ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) NA FAZENDA MARMIRONDA, EM LAGUNA-SC (SAFRA 2019/20).....	40
<i>Antonio de Oliveira Vieira, Abdon de Oliveira Vieira, Cristiano Desconsi.</i>	

## Capítulo 3

DENSIDADE DE OVOS INCUBADOS EM FÊMEAS DE <i>Potimirim brasiliana</i> .....	65
<i>Juliana Máximo Siqueira de Souza; Suellen Araújo Alves; Caio Henrique do Nascimento Ferreira; Bruno de Lima Preto.</i>	

## Capítulo 4

CREVETTIC: UMA PLATAFORMA DE BUSINESS INTELLIGENCE PARA GESTÃO DA CARCINICULTURA.....	76
<i>Oton Crispim Braga; Francisco Milton Mendes Neto; Antônio Mauro Barbosa de Oliveira; Pedro Carlos Cunha Martins.</i>	

## Capítulo 5

INFLUÊNCIA DO COPÉPODE <i>Acartia</i> sp. E USO DE PROBIÓTICO NOS ESTÁGIOS INICIAIS DE CULTIVO DO CAVALO-MARINHO <i>Hippocampus reidi</i> .....	91
<i>Amanda Massucatto; Ana Silvia Pedrazzani; Ana Paula Lira de Souza; Sarah Pittigliani Ikebata; Rafael de Oliveira Jaime Sales; Alcinéa Malzete Correia; Carlos Peres Silva; Mônica Yumi Tsuzuki.</i>	

## Capítulo 6

O ESTADO DA ARTE DA PESQUISA BRASILEIRA SOBRE O ACARÁ BANDEIRA ( <i>Pterophyllum scalare</i> ) E O ACARÁ DISCO ( <i>Symphysodon aequifasciatus</i> ) .....	115
<i>Elciane Araújo de Freitas; Rodrigo Medeiros dos Santos.</i>	



*Capítulo 7*

CAMARÕES ORNAMENTAIS MARINHOS: ASPECTOS BIOLÓGICOS E PERSPECTIVAS PARA O CULTIVO COMERCIAL .....139

*João Rodolfo Matias da Cunha Costa; Mônica Yumi Tsuzuki.*

*Capítulo 8*

PROTEASES ALCALINAS RELACIONADAS À IDADE E AO PROTOCOLO ALIMENTAR NO CULTIVO DO NEON GOBI ELACATINUS FIGARO (PERCIFORMES: GOBIIDAE) .....163

*Mônica Yumi Tsuzuki; Juliet Kiyoko Sugai; Maria Fernanda da Silva Souza.*

*Capítulo 9*

DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO SOBRE O COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE JUVENIS DE JUNDIÁ CULTIVADOS EM TANQUES-REDE..... 181

*Joziane Soares de Lima; Thaís Soares dos Santos; Thaise Dalferth Zancan; Saymon Alex Capa Oliveira; Fernanda Rodrigues Goulart Ferrigolo; Leila Picolli da Silva.*

*Capítulo 10*

INFLUÊNCIA DO FOTOPERÍODO NO CICLO DE VIDA DOS PEIXES .....196

*Marisa Pereira de Souza; Filipe dos Santos Cipriano; Kauana Santos de Lima Cipriano; Fabiola Santiago Pedrotti; Caio Magnotti.*

*Capítulo 11*

NÍVEL DE PROTEÍNA EM DIETAS PARA CULTIVO DE JUNDIÁS (*Rhamdia quelen*) EM TANQUES-REDE NO PERÍODO DE OUTONO-INVERNO .....209

*Taida Juliana Adorian; Éverton Augusto Kowalski; Gregorio Cargnin; Leila Picolli da Silva.*

*Capítulo 12*

MBBR PARA SISTEMAS DE RECIRCULAÇÃO AQUÍCOLA E SANEAMENTO: VANTAGENS E DESVANTAGENS ..... 226

*Augusto Costa Cardoso; Katt Regina Lapa.*

## PREFÁCIO

Atualmente o Brasil é um país que apresenta enorme potencial para desenvolvimento e investimento em tecnologias voltadas a aquicultura, especialmente em virtude das condições climáticas e ambientais favoráveis aos cultivos, como também, por conta dos recursos hídricos abundantes. Nesse viés, o objetivo da presente obra é contextualizar a situação atual de pesquisa e produção voltada a aquicultura brasileira, a fim de produzir um material de consulta, estudo e aprofundamento sobre o tema.

Esta é uma publicação resultante do trabalho interdisciplinar desenvolvido em conjunto com 43 pesquisadores(as), entre autores(as) e coautores(as), vinculados(as) à Universidades, Institutos e empresas por todo o Brasil. Os(as) autores(as) principais possuem pós-graduação ou efetiva prática na área de pesquisa ou segmento de aquicultura, com formação em diversas áreas do conhecimento, como: Aquicultura, Agronomia, Biologia, Direito, Meio Ambiente, Recursos Pesqueiros e Zootecnia. Sendo de inteira responsabilidade dos(as) autores(as) a produção do conteúdo de cada capítulo da presente obra.

A obra foi organizada pela Doutora Anita Rademaker Valença, bióloga e professora da Universidade Federal de Santa Catarina, pela Advogada Esp. Poliana Ribeiro dos Santos e pela Mestre Luciana Guzella. Todos os capítulos da referida obra foram submetidos à dupla avaliação cega (*Double-blind review*) e analisados por pareceristas *ad hoc*. A equipe de pareceristas foi composta por pesquisadores experientes de áreas científicas multidisciplinares da ciência, pós-graduados e por professores universitários, igualmente qualificados, conforme relação de pareceristas e Conselho Editorial.

O livro é destinado a todos(as) que fazem parte da cadeia produtiva aquícola, como também a pesquisadores e estudantes, pois apresenta de modo didático pesquisas práticas, experiências de cultivos e pesquisas bibliográficas que poderão auxiliar no esclarecimento e aprofundamento do conhecimento específico da área de aquicultura. Parabéns aos(as) autores(as) e coautores(as) pelo excelente trabalho!

Boa leitura.

*Poliana Ribeiro dos Santos*

## SOBRE AS ORGANIZADORAS DA OBRA

Anita Rademaker Valença

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Viçosa (1998), Mestre em Biologia Animal pela Universidade Federal de Pernambuco (2001) e Doutora em Oceanografia pela Universidade Federal de Pernambuco (2006). Desde 2009 é professora da Universidade Federal de Santa Catarina, lotada no Departamento de Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias. Exerceu os cargos de Coordenação de estágios, Sub-coordenação de curso e Coordenação do curso de Engenharia de Aquicultura. Atualmente é Coordenadora de Estágios e TCC do curso de Engenharia de Aquicultura. Possui experiência em coordenação e apoio de projetos de extensão, tais como: Cursos de extensão; AQL na rua; SEMAQUI; Mostra de pesquisa científica; novembro lilás: CCA/UFSC pelo enfrentamento da violência contra a mulher; e, Curso livre: ensinando a produção de peixes ornamentais de acordo com as normas. Atualmente é coordenadora do NCED/UFSC – Núcleo de Cidadania e Ensino Digital. Contato: anita.valenca@ufsc.br

Poliana Ribeiro dos Santos

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação Profissional em Direito da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGPD/UFSC), na área de concentração: Direito e acesso à justiça, linha de pesquisa: Acesso à justiça e formas alternativas de resolução de conflitos: a administração da justiça sob o enfoque do diálogo. Pós-graduada em Direito Penal e Processual Penal, com capacitação para o Ensino no Magistério Superior, pela Faculdade de Direito Professor Damásio de Jesus (2015). Bacharel em Direito, pela Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL (2011). Graduanda de Engenharia de Aquicultura, pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atua como Advogada desde janeiro de 2013 e como professora desde 2017. Pesquisadora integrante do Núcleo de Estudos em Direito e Feminismos (CNPQ/UFSC). Atualmente é co-coordenadora do NCED/UFSC – Núcleo de Cidadania e Ensino Digital. Atua, principalmente, na área de direitos humanos, direitos das mulheres, mediação extrajudicial de conflitos, educação e novas tecnologias educacionais, aquicultura e direito do trabalho. Contato: polianaaribeiro@gmail.com

Luciana Guzella

Engenheira Ambiental, Mestre em Aquicultura. Pesquisadora do Laboratório de Moluscos Marinhos/UFSC e Laboratório de Ecofisiologia Aplicada (Sisal/UNAM) nas áreas de: 1) reprodução e desenvolvimento embrionário do polvo *Octopus americanus* (Brasil) afim de viabilizar seu cultivo; 2) fisiologia térmica de ectotermos aquáticos: mecanismos fisiológicos e limites térmicos com as espécies *Octopus maya* e *O. americanus*. Docente voluntária no Departamento de Aquicultura/UFSC, ministra aulas no campo da ecofisiologia térmica e fisiologia de polvos. Professora de Educação Ambiental do Núcleo de Cidadania e Ensino Digital/UFSC. Consultora Ambiental em processos de Licenciamento Ambiental, Estudos Ambientais, Avaliação de Impacto Ambiental, Programas de Proteção Ambiental e Ações Mitigatórias, Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas. Contato: lu\_lg@hotmail.com

## **S**OBRE OS(AS) AUTORES(AS) DA OBRA

**Ana Paula Lira de Souza** - Possui graduação em zootecnia pela Universidade Federal de Alagoas (2010), mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Alagoas (2013) e doutorado em Aqüicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina (2018). Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em nutrição animal, utilizando ingredientes alternativos e enzimas. Tem experiência com peixes ornamentais, principalmente com cavalo - marinho *Hippocampus reidi*. <http://lattes.cnpq.br/2833163353510535>

**Ana Silvia Pedrazzani** - Possui graduação em Medicina Veterinária pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2005). É Mestre e Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Paraná (2007/2014) com ênfase em piscicultura e bem-estar de peixes. Realizou doutorado sanduíche no Vero Beach Marine Laboratory do Florida Institute of Technology, Melbourne, Estados Unidos, executando um trabalho sobre reprodução de peixes ornamentais marinhos. Posteriormente, foi pesquisadora no Laboratório de Peixes e Ornamentais Marinhos (UFSC). Atualmente é pós-doutoranda do Laboratório de Bem-estar Animal da UFPR. <http://lattes.cnpq.br/593289087715710>

**Antônio Mauro Barbosa de Oliveira** - Professor do IFCE (desde 1974), foi pesquisador bolsista de produtividade da FUNCAP (2016-2018). Possui graduação em Engenharia Elétrica (UFC - 1982); mestrado em Sistemas de Computação (PUC Rio - 1987); doutorado em Informática (Paris VI - 1993) e dois pós-doutorados em Telecomunicações: King's College of London - Inglaterra (2003-2004) e University of Ottawa - Canadá (2009-2010). É coordenador do grupo de pesquisa cadastrado no CNPq: Laboratório de Redes de Computadores e Sistemas Multimídia (LAR). É membro do colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do IFCE, da Academia Aracatiense de Letras (Aracati - Ceará), do Conselho O POVO de Educação do Instituto Albanisa Sarasate e articulista do Jornal O POVO (desde 1987). Foi Secretário de Telecomunicações do Ministério das Comunicações (2004), Secretário Adjunto de C&T do Ceará (2007) e Diretor Geral do CEFET Ceará (1998). Foi Professor Visitante da Universidade de Troyes (França 2003) e Professor Visitante da Universidade de Evry (França 2015). Criou o projeto de responsabilidade social Pirambu Digital. <http://lattes.cnpq.br/1357467185030086>. [amauroboliveira@gmail.com](mailto:amauroboliveira@gmail.com).

**Abdon de Oliveira Vieira** - Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Catarina, empreendedor e carcinicultor na fazenda Marmironda. Contato: [abdondeoliveira@gmail.com](mailto:abdondeoliveira@gmail.com)

**Alcinéa Malzete Correia** - Possui graduação em Engenharia de Aquicultura (2009) e Mestrado em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina (2015). Tem experiência na área de Aquicultura e Recursos Pesqueiros, atuando principalmente nos seguintes temas: maricultura, carcinocultura e piscicultura ornamental. <http://lattes.cnpq.br/0312691275434236>

**Amanda Massucatto** - Possui graduação em Oceanografia pela Universidade do Vale do Itajaí (2013) e mestrado em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina (2016). Atualmente é assistente de laboratório do Instituto Federal Catarinense. Tem experiência na área de Aquicultura, com ênfase em peixes ornamentais marinhos, atuando principalmente com o cavalo-marinho *Hippocampus reidi*. <http://lattes.cnpq.br/0871207706995696>

**Antonio de Oliveira Vieira** - Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Catarina, empreendedor e carcinicultor na fazenda Marmironda. Contato: [antoniovieiralg@gmail.com](mailto:antoniovieiralg@gmail.com)

**Augusto Costa Cardoso** - Bacharel em Oceanografia pela Universidade Federal do Maranhão (2019). Mestrando em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina. <http://lattes.cnpq.br/0792931138058479>. Contato: [augusto.oceano12@gmail.com](mailto:augusto.oceano12@gmail.com).

**Bruno de Lima Preto** - Graduado em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2005), mestrado e doutorado em Aquicultura pelo Centro de Aquicultura da UNESP (2007 e 2012). Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo Campus de Alegre, onde atuou nos cursos de Engenharia de Aquicultura, Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas e também no Programa de Pós-Graduação em Agroecologia (Mestrado Profissional e Especialização). Suas principais linhas de pesquisa são: ecologia de crustáceos, sistemas de produção em aquicultura e avaliação da sustentabilidade de sistemas de aquícolas.

**Caio Henrique do Nascimento Ferreira** - Possui graduação em Engenharia de Aquicultura, Inst. Federal de Educ., Ciên. e Tecnol. do Espírito Santo - Campus Alegre (2019). Mestrando em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal do Paraná. Atuou como vice-presidente (2015 - 2017) e presidente (2018 - 2019) da empresa ACQUA JR Soluções em Aquicultura. Atua principalmente nos seguintes temas: Carcinicultura de água doce e Carcinicultura de água Salgada.

**Caio Magnotti** - Doutor em Aquicultura - Mestre em Aquicultura (2013) e Engenheiro de Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2011). Engenheiro de Segurança do Trabalho - SOCIESC (2013). Atualmente é Servidor Técnico Federal, cargo Engenheiro/Pesca do Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR) - UFSC. Trabalha com manutenção de reprodutores, análises de qualidade de gametas, conservação de sêmen (refrigeração, criopreservação e vitrificação), indução hormonal, reprodução e larvicultura de peixes marinhos. Também tem

experiência na produção de alimento vivo (rotífero e artêmia) e de microalgas em sistema autotrófico. Foi professor voluntário (2018) no PPG Aqüicultura da UFSC, onde ministrou a disciplina condensada; Tópicos especiais em piscicultura marinha: Larvicultura de espécies de interesse econômico; (2 créditos). Participa dos grupos de pesquisa do CNPq: Biologia Cultivo e Biotecnologia de Microalgas - Santa Catarina; Piscicultura marinha e estuarina. <http://lattes.cnpq.br/5589319787500823>. [caio.magnotti@ufsc.br](mailto:caio.magnotti@ufsc.br)

**Carlos Peres Silva** - Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará (1986), mestrado em Bioquímica pela Universidade Federal do Ceará (1990), doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica) pela Universidade de São Paulo (1994) e pós-doutorado pelo Departamento de Biologia e Bioquímica da University of Bath, Inglaterra (2002). Atualmente é professor Associado do Departamento de Bioquímica do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina. Exerceu o cargo de Coordenador do Curso de Licenciatura em Biologia da UENF (gestão 2003-2005), Chefe do Departamento de Bioquímica da UFSC (gestão 2010-2012), Coordenador do Programa de Pós-graduação em Bioquímica da UFSC (gestão 2014-2016). Tem experiência nas áreas de Bioquímica e Biologia Molecular, com ênfase em Bioquímica e Biologia Molecular de Insetos, atuando principalmente nos seguintes temas: Digestão em Insetos e Crustáceos, Coleoptera, Bruchinae, Hemiptera, Lepidoptera, Decapoda, Entomofagia e Controle de Pragas. <http://lattes.cnpq.br/1915826985515007>

**Cristiano Desconsi** - Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural [DZDR] do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina [CCA/UFSC], área de Administração Rural. Tem experiência de trabalho gestão de empreendimentos rurais, desenvolvimento rural, crédito rural, análises sócio econômicas, planejamento e elaboração de projetos, além de pesquisas desenvolvidas nas áreas gestão rural, custos de produção e sociologia econômica. Contato: [cristiano.desconsi@ufsc.br](mailto:cristiano.desconsi@ufsc.br)

**Daniele dos Santos** - Ensino médio completo (2015) pela Escola de Educação Básica Simão José Hess. Graduanda em Aqüicultura na Universidade Federal de Santa Catarina. Membro da equipe de pesquisas científica no Laboratório de Camarões Marinhos – LCM/UFSC. Possui experiência na área de carcinicultura. Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/1465055756376510>. Contato: [danielesantos322@gmail.com](mailto:danielesantos322@gmail.com).

**Elciane Araújo de Freitas** - É estudante de graduação do curso de Engenharia de Aqüicultura da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), campus Monte Alegre. Tem interesse na pesquisa e no manejo de peixes ornamentais, com foco no cultivo do Betta Splendens. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4347919740100467>; E-mail: [elcianeaf@gmail.com](mailto:elcianeaf@gmail.com).

**Éverton Augusto Kowalski** - Possui graduação em Zootecnia pelo Instituto Federal Farroupilha (IFFar) no ano de 2019, mestrando em Zootecnia na área de piscicultura pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestrando em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria. <http://lattes.cnpq.br/9082839831311729>. [evertonzootecnia@outlook.com](mailto:evertonzootecnia@outlook.com).

**Fabiola Santiago Pedrotti** - Atualmente é servidora Técnica Federal, cargo Engenheiro/ área Pesca do Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR) UFSC desde 2013. Doutora em Aquicultura com foco em compostos nitrogenados no cultivo de peixes marinhos pela Universidade Federal (2018). Mestre em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com ênfase em microbiologia e nutrição em peixes de água doce, realizando intercâmbio acadêmico na University of Plymouth, Inglaterra (2010). Graduada em Engenharia de Aquicultura pela UFSC (2008), com intercâmbio acadêmico na Universidade da Coruña, Espanha. Técnica em Meio Ambiente pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (2012). Engenheira de Segurança do Trabalho pela UNI SOCIESC (2014). <http://lattes.cnpq.br/9171028509508780>. [fabiola.pedrotti@ufsc.br](mailto:fabiola.pedrotti@ufsc.br)

**Fernanda Rodrigues Goulart Ferrigolo** - Possui graduação em Zootecnia (2009) pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Formação de Professores para Educação Profissional pela Universidade Federal de Santa Maria (2012). Mestrado em Zootecnia (2012) na área de concentração Produção Animal. Doutorado em Zootecnia (2015) na área de concentração Produção Animal e Pós-doutorado pela Universidade Federal de Santa Maria (2019). Atualmente é professora do Magistério Superior (Adjunto A1) do Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal de Pampa (Unipampa) atuando na área de Tecnologia de Pescado, Nutrição de peixes e Microbiologia.

**Filipe dos Santos Cipriano** - Zootecnista, graduado pela Universidade Federal do Espírito Santo (2011). Mestre em Ciência Animal pela Universidade Estadual Santa Cruz (2013). Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2017). Foi bolsista pela Capes de pós-doutorado em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina, atuando com reprodução e larvicultura de peixes marinhos. Atua na área de aquicultura, principalmente em piscicultura. Possui experiência com espécies de peixes ornamentais e de corte nativas continentais e marinhas. Professor substituto no Instituto Federal do Mato Grosso do Sul. <http://lattes.cnpq.br/7026502076140347>. [filipecipriano@hotmail.com](mailto:filipecipriano@hotmail.com)

**Francisco Milton Mendes Neto** - Possui graduação em Ciência da Computação pela Universidade Estadual do Ceará (1997), mestrado em Informática pela Universidade Federal de Campina Grande (2000), doutorado em Engenharia Elétrica, na área de Processamento da Informação, pela Universidade Federal de Campina Grande (2005) e pós-doutorado pelo Instituto de Robótica y TIC da Universitat de València (2014). Trabalhou, durante oito anos, como Analista de Sistemas no Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO), obtendo experiência em gerência de grandes projetos de software. Atualmente é Coordenador de Informação Tecnológica - NIT/UFERSA e professor permanente do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência da Computação e do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Cognição, Tecnologias e Instituições (Interdisciplinar) e professor colaborador do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu POSENSINO (Multidisciplinar/Ensino) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). É professor Associado 4 do curso de graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Engenharia de Software, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino a distância, aprendizagem ubíqua, engenharia do conhecimento, gestão do conhecimento e sistemas multiagente. Alguns livros publicados podem ser



encontrados em <http://www.igi-global.com/affiliate/francisco-miltonmendes-neto/1054>  
e <https://www.eae-publishing.com/system/covergenerator/build/20741>.  
<http://lattes.cnpq.br/5725021666916341>. [miltonmendes@ufersa.edu.br](mailto:miltonmendes@ufersa.edu.br)

**Gregorio Cargnin** - Possui graduação em zootecnia pela Universidade Federal De Santa Maria (2020). Graduando em Programa Especial de Graduação de Formação de Professores para a Educação Profissional. Tem experiência na área de ciências agrárias, com ênfase em Zootecnia. <http://lattes.cnpq.br/0891753401882662>. [gregoriocargnin@hotmail.com](mailto:gregoriocargnin@hotmail.com).

**Isabela Claudiana Pinheiro** - Doutoranda em Aquicultura na Universidade Federal de Santa Catarina, com período sanduíche no Alfred Wegener Institut for Polar and Marine Research (AWI) na Alemanha, financiado pelo Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico (DAAD). Possui Mestrado em Aquicultura (2015) e graduação em Engenharia de Aquicultura também pela UFSC. Trabalha na área de Aquicultura e Recursos Pesqueiros, com ênfase no cultivo de camarões marinhos em sistema de bioflocos, cultivo de Salicornia (*Sarcocornia ambigua*) e outras plantas halófitas, tratamento de efluentes da aquicultura, análise de qualidade de água e sistema de aquaponia. Possui experiência também no planejamento e ordenamento da pesca de organismos aquáticos com fins de ornamentação e aquariorfilia, tendo trabalhado na Secretaria de Planejamento e Ordenamento da Pesca do Ministério da Pesca e Aquicultura. Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/6775872426391975>. Contato: [isabelapinheiro@outlook.com](mailto:isabelapinheiro@outlook.com).

**João Rodolfo Matias Da Cunha Costa** - Engenheiro de pesca, mestrando em aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, bolsista do Laboratório de Peixes Ornamentais, <http://lattes.cnpq.br/8026549369910963>, [joaormcc@hotmail.com](mailto:joaormcc@hotmail.com)

**Joziane Soares de Lima** - Possui Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria (2018/2), com experiência na área de Zootecnia/Recursos Pesqueiros com ênfase em Piscicultura de Água doce. Atualmente, aluna de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria, na área de Produção Animal e linha de pesquisa em Produção e Manejo de Peixes.

**Juliana Máximo Siqueira de Souza** - Possui graduação em Bacharel de Engenharia de Aquicultura pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus Alegre (2019). Atuou como estagiária do Laboratório de Carcinicultura e Maricultura no período de 2016 à 2020. <http://lattes.cnpq.br/1763910335419998>. [julianamxm@hotmail.com](mailto:julianamxm@hotmail.com)

**Juliet Kiyoko Sugai** - Doutora em Ciências (Bioquímica) pela Universidade Federal do Paraná (1988) e pós-doutorado no "Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) / Unidade de Narbonne" (1993-1994). Professor Titular da Universidade Federal de Santa Catarina. Desenvolve pesquisa na área de Bioquímica, com ênfase em Enzimologia. <http://lattes.cnpq.br/8220935957265890>. Email: [juliet.sugai@ufsc.br](mailto:juliet.sugai@ufsc.br)

**Katt Regina Lapa** - Engenharia Civil pela FURB em 1999, mestre e doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP em 2003 e 2016. Atualmente é professora associada da Universidade Federal de Santa Catarina dos cursos de graduação em Engenharia de Aquicultura e pós-graduação em Aquicultura. Ocupou o cargo de sub-chefe (2016-2017) e chefe (2018-2019) do Departamento de Aquicultura do Centro de Ciências Agrárias da UFSC. Realiza pesquisa e extensão nas áreas de: sistemas de recirculação para aquicultura, modelagem hidrodinâmica, tratamento de efluentes aquícolas, impactos ambientais dos cultivos no ambiente e dos ambientes nos cultivos. <http://lattes.cnpq.br/1124880386577565>. Contato: [katt.lapa@ufsc.br](mailto:katt.lapa@ufsc.br)

**Kauana Santos de Lima Cipriano** - Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (2010), mestrado em Ciência Animal pela Universidade Estadual de Santa Cruz (2013), doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal da Bahia (2016) e especialização em Estatística Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais (2017). Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em produção animal, atuando principalmente nos seguintes temas: nutrição animal, estatística experimental, controle estatístico de processos e elaboração de projetos. <http://lattes.cnpq.br/6575230796330130>. [kauanacipriano@gmail.com](mailto:kauanacipriano@gmail.com)

**Leila Picolli da Silva** - Possui graduação em Agronomia pela Universidade de Passo Fundo (1995), mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1997) e doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2002). Atualmente é Professora Associada do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Coordenadora do Laboratório de Piscicultura e Coordenadora Substituta do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia desta Instituição. Orientadora de mestrado e doutorado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Tem experiência nas áreas de nutrição animal, piscicultura e ciência e tecnologia dos alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade nutricional e tecnológica de coprodutos e resíduos agroindustriais, nutrição e alimentação de peixes, otimização de desempenho zootécnico e qualidade de produto cárneo pelo uso de ingredientes alternativos no arraçoamento animal.

**Maria Fernanda da Silva Souza** - Mestre em Aquicultura pela Universidade de Santa Catarina. <http://lattes.cnpq.br/9068164222339137>. E-mail: [nana.ssouza@hotmail.com](mailto:nana.ssouza@hotmail.com)

**Marisa Pereira de Souza** - Graduada em Bacharelado em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST), atualmente é mestranda no Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina, desenvolvendo pesquisa no Laboratório de Piscicultura Marinha - LAPMAR/UFSC. <http://lattes.cnpq.br/7823877471263249>. [mariszprr@gmail.com](mailto:mariszprr@gmail.com)

**Mônica Yumi Tsuzuki** - Possui graduação em Oceanografia Biológica pela Universidade Federal do Rio Grande (1991), mestrado em Oceanografia Biológica pela Universidade Federal do Rio Grande (1995) e doutorado em Aquatic Biosciences - Tokyo University Of Fisheries (2000) e Licença Sabática (estágio Sênior) na James Cook University, Austrália (2016). Atualmente é Professora Titular do Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina. Tem experiência na área de

Maricultura, com ênfase no Cultivo de Peixes Marinhos Ornamentais e destinados ao Consumo, atuando principalmente nos seguintes temas: Cultivo, Peixes Marinhos, Robalo-peva *Centropomus parallelus*, Peixes Marinhos Ornamentais, Neon gobi *Elacatinus figaro*, Cavalo Marinho, *Gramma brasiliensis*, *Pomacanthus paru*, peixes palhaço, espécies ameaçadas, alimento vivo (copépodes, protozoários ciliados).  
<http://lattes.cnpq.br/8686019355597417>. [monica.tsuzuki@ufsc.br](mailto:monica.tsuzuki@ufsc.br);  
[monicaufsc@hotmail.com](mailto:monicaufsc@hotmail.com).

**Oton Crispim Braga** - Bacharel em Ciência da Computação pelo IFCE (Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Aracati); Tem experiência nas áreas de Ciência da Computação e de Informática, com atenção para sistemas móveis. Foi bolsista FIOCRUZ pelo CNPq durante um ano, desenvolvendo atividades de pesquisa e tecnologia. Fez parte do BEPiD (Brazilian Education Program for iOS Development), implantado no IFCE - Campus Fortaleza. Atualmente exerce atividades de pesquisa e desenvolvimento de aplicações voltadas para área da saúde com foco em saúde móvel. Também faz parte do Grupo de Redes de Computadores e Sistemas Multimídia - IFCE (LAR-A), cadastrado no CNPq, onde já foi líder do grupo desenvolvimento de aplicações. Foi bolsista FUNCAP/BPI, sendo líder do projeto SACI-Adhoc, um sistema de atenção domiciliar. Também foi Coordenador de Ciência e Tecnologia no Município de Icapuí, elaborando e executando diversos projetos na área de tecnologia, com foco na inclusão digital. Hoje é aluno bolsista do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação pela Ufersa/UERN.  
<http://lattes.cnpq.br/7435615899790843>. [otoncbraga@gmail.com](mailto:otoncbraga@gmail.com)

**Pedro Carlos Cunha Martins** - Possui graduação em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará (1994), mestrado em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará (1997) e doutorado em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (2003). Atualmente é outro (especifique) do Instituto de Ciências do Mar, professor adjunto da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Tem experiência na área de Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, com ênfase em Patologia de Organismos Aquático, atuando principalmente nos seguintes temas: *Litopenaeus vannamei*, carcinicultura marinha, carcinicultura, enfermidades e sanidade. <http://lattes.cnpq.br/9303700581868330>.  
[pedro.martins@ufersa.edu.br](mailto:pedro.martins@ufersa.edu.br).

**Rafael de Oliveira Jaime Sales** - Bacharel em Oceanologia pela Universidade Federal do Rio Grande. Mestre em Oceanografia pela Universidade Federal de Pernambuco. Doutor em Aqüicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina. Tem experiência em cultivo de microalgas e aplicação dessa biomassa para biocombustíveis e alimento em aqüicultura, também trabalhou com produção de alimento vivo (artêmia e copépodes), cultivo de peixes ornamentais e de corte e formulação de ração para peixes marinhos. <http://lattes.cnpq.br/3333955268611221>

**Rodrigo Medeiros dos Santos** - É doutor em Educação, na linha de Ensino e Práticas Culturais, pela Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. Atualmente, é professor adjunto do programa de Ciências Exatas da Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA. Tem experiência na área de Ensino, com ênfase em Didática da Matemática, Saberes docentes e Formação do professor; Educação Especial; Educação Estatística; e Probabilidade e Estatística. ORCID: <https://orcid.org/0000->

0002-9108-9826; Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4147392589407409>; E-mail: [rodrigomedeiros182@hotmail.com](mailto:rodrigomedeiros182@hotmail.com).

**Sarah Pittigliani Ikebata** - Zootecnista formada pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis/SC. Foi integrante do Laboratório de Peixes e Ornamentais Marinhos (LAPOM-UFSC), no período de 2014.2 a 2018.2. Foi Bolsista de Iniciação Científica no ano de 2016. Possui experiência com peixes ornamentais marinhos ameaçados e/ou de interesse para a aquariofilia. <http://lattes.cnpq.br/6923175224096802>

**Saymon Alex Capa Oliveira** - Acadêmico do 10º semestre do Curso de Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atualmente é estagiário não remunerado do grupo de Fisiologia de Peixes (Lafipe-UFSM). Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Nutrição e Alimentação Animal.

**Suellen Araújo Alves** - Possui graduação em andamento em Engenharia de Aquicultura pelo Instituto Federal do Espírito Santo Campus de Alegre. Atuo desde 2016/2 no Laboratório de Carcinicultura e Maricultura do IFES de Alegre. Realizei estágio de férias no Laboratório de Carcinicultura da UNESP em Jaboticabal. Atuo nas áreas de Carcinicultura e Larvicultura de camarão de água doce. <http://lattes.cnpq.br/2793546194882895>. [suellenaraujoalves@hotmail.com](mailto:suellenaraujoalves@hotmail.com)

**Taida Juliana Adorian** - Mestre e Doutora em Zootecnia - Produção Animal pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) na linha de pesquisa Produção e manejo de peixes. Possui graduação em Zootecnia (2012) e Licenciatura Plena no Programa Especial de Formação de Professores para a Educação Profissional (2014) pela mesma universidade. Atua na área de Nutrição Animal, com ênfase em nutrição, saúde e metabolismo de peixes; tecnologia de produtos para nutrição animal e aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação animal. Atualmente é aluna de Pós-Doutorado (PNPD) na Universidade Federal de Santa Maria. Pós-doutoranda em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria. [Lattes.cnpq.br/5315093891875912](http://lattes.cnpq.br/5315093891875912). [taidajuliana@yahoo.com.br](mailto:taidajuliana@yahoo.com.br)

**Thaís Soares dos Santos** - Possui Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM (2018/2). Tem experiência na área de Piscicultura.

**Thaise Dalferth Zancan** - Acadêmica do 10º semestre do Curso de Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com conclusão prevista para Fevereiro de 2021. Como bolsista de Iniciação Científica (CNPq, FIPE), desenvolveu atividades relacionadas à nutrição de peixes, vinculada ao Laboratório de Piscicultura (UFSM). Possui experiência e interesse nas áreas de aquicultura, análise de alimentos e nutrição animal.

**Walter Quadros Seiffert** - Concluiu o pós-doutorado em 2013 na temática "Sistemas Eco Eficientes de Produção" no Centro de Investigaciones Marinas del Noroeste, México. Realizou seu doutorado em Planejamento e Gestão Territorial/Engenharia pela Universidade Federal de Santa Catarina em 2003. Atualmente é professor titular da Universidade Federal de Santa Catarina, pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Diretor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Foi coordenador do projeto

Capes/Ciência sem Fronteiras (Pesquisador Visitante Especial - 2014-2017), que envolveu 4 universidades brasileiras (UFSC, UFC, FURG, UFRP) e a Universidade Texas A&M University-Corpus Christi - EUA. É integrante do comitê gestor da rede Alemanha-Brasil Blueconet (2017-2022). Participou de 2 redes internacionais do CYTED (Rede Iberoamericana de Ciencia y Tecnologia para el desarrollo) como assessor técnico. Foi consultor do FINEP em 2006, 2009 e 2019. Atualmente é integrante da equipe PRINT/CAPES/UFSC/CCA (2019-2022). Publicou 79 artigos em periódicos especializados e 105 trabalhos em anais de eventos. Possui 5 capítulos de livros e um livro publicado. É orientador e coorientador em programas de graduação e pós-graduação. Atualmente participa de 10 projetos de pesquisa. Atua na área de cultivo de camarões marinhos e planejamento e gestão da aqüicultura. Em suas atividades profissionais interagiu com 90 colaboradores em coautorias de trabalhos científicos. Em seu Currículo Lattes os termos mais frequentes na contextualização da produção científica, tecnológica e artístico-cultural são: cultivo de camarões marinhos; cultivo de camarões marinhos em bioflocos; aquaponia; maricultura; planejamento e gestão territorial da aqüicultura. Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/3237367442868876>. Contato: [Walter.seiffert@ufsc.com](mailto:Walter.seiffert@ufsc.com).

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acará Bandeira.....	116, 117, 118, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 133, 134, 135
Acará Disco .....	116, 117, 118, 120, 121, 123, 124, 125, 129, 130, 132, 134, 135, 137
Alimento vivo .....	96, 164, 174
Aquaponia .....	26
aquapônica.....	26, 29, 30, 37
aquapônico.....	26, 125
aquário .....	98
aquários.....	96, 97, 98, 125, 128, 129, 132, 133, 141, 143, 151, 164, 165, 167
Aquicultura.....	1, 2, 4, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 27, 38, 62, 63, 64, 66, 92, 96, 116, 140, 164, 182, 183, 194, 197, 222, 224, 227, 232
Aquicultura ornamental.....	140
artêmia.....	14, 19, 92, 94, 104, 105, 106, 110, 126, 127

### B

Biofilme.....	227
biofiltros .....	227, 228, 230
bioflocos .....	17, 20, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 56, 64
Bioflocos.....	26
Biorreator .....	227
<i>Business Intelligence</i> .....	77, 78

### C

Camarão de água doce .....	66
camarões.....	17, 20, 26, 29, 31, 32, 35, 36, 42, 44, 45, 46, 47, 52, 54, 55, 56, 59, 60, 63, 65, 67, 68, 72, 74, 75, 77, 78, 87, 90, 134, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 167
Camarões ornamentais .....	140
carcinicultura.....	15, 19, 28, 41, 42, 43, 44, 59, 61, 63, 78, 80, 83, 86, 87, 88, 90
Carcinicultura .....	14, 17, 20, 41, 66, 68, 77, 79, 90
cavalo-marinho.....	13, 92, 93, 95, 104, 110, 111, 112
cavalos-marinhos .....	92, 93, 94, 95, 98, 99, 102, 105, 106, 107, 108, 110
Ciclo .....	47, 51, 57, 58, 59, 148, 197
Comportamento alimentar .....	182, 192, 195
cultivo.....	12, 15, 17, 19, 20, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 44, 45, 46, 47, 48, 52, 53, 54, 56, 59, 60, 63, 64, 86, 88, 90, 92, 93, 94, 95, 107, 109, 118, 120, 121, 124, 125, 127, 128, 133, 135, 140, 141, 151, 152, 153, 168, 170, 171, 182, 183, 184, 185, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 203, 207, 210, 211, 214, 219, 220, 223, 228, 232
Custo.....	41, 48, 50, 58, 59

### D

Densidade de incubação.....	66
desova .....	76, 131, 150, 167
despesca .....	41, 45, 46, 49, 61
doenças .....	41, 45, 55, 77, 78, 83, 86, 87, 92, 95, 107, 197, 199

*E*

eclosão.....	69, 96, 131, 148, 164, 167, 168, 199, 200
ecológico .....	44, 45, 138, 142
ecossistema .....	42, 44, 45, 46, 56, 220
enzima.....	101, 164, 170, 172, 173, 175, 198, 199
Esgoto .....	227
espécies nativas .....	183, 184, 201, 211, 222
Espécies nativas .....	194, 210, 221
Estímulos ambientais.....	197

*F*

Fluidizado.....	227
fotoperíodo .	29, 96, 98, 167, 185, 193, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 208

*H*

Hábito alimentar .....	164
halófitas.....	17, 26, 28, 37
<i>Hippocampus reidi</i> .....	7, 13, 92, 93, 95, 102, 103, 104, 105, 111, 112, 113, 114, 115
hormônio .....	198, 203, 204

*J*

jundiá	182, 183, 184, 185, 187, 189, 192, 193, 194, 195, 211, 214, 215, 218, 219, 220, 221, 223, 225
Jundiá.....	182, 194, 196, 221, 225

*L*

laboratório .....	13, 29, 47, 48, 68, 69, 75, 80, 87, 95, 96, 107, 138, 173, 185
larvas	29, 43, 48, 51, 53, 69, 74, 92, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 108, 109, 110, 129, 131, 138, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 173, 174, 175, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 207, 208
Larvicultura.....	14, 20, 140, 200
<i>Litopenaeus vannamei</i>	19, 26, 27, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 56, 62, 63, 64, 96, 109, 113
Luz.....	197

*M*

MBBR.....	8, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236
Meio ambiente .....	41
melatonina .....	198, 199, 204
microbiano.....	95, 230
Microbiologia.....	16, 92
Moluscos .....	12

*N*

neon gobi.....	164, 165, 166, 167, 168, 171, 172, 173, 174, 175
Níveis de sombreamento .....	182, 192
Nutrição .....	16, 19, 20, 92, 123, 124, 125, 180, 224



nutricionais.....79, 94, 124, 125, 150, 152, 165, 180, 200, 211, 216

*O*

ornamentais12, 13, 15, 16, 19, 108, 117, 118, 120, 124, 130, 132, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 153, 154, 165, 167

ovos..... 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 131, 147, 148, 167, 176, 199, 203, 204

*P*

peixe ornamental.....118, 129, 137, 165

Peixe ornamental .....92, 164

peixes.....12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 45, 63, 65, 93, 94, 95, 99, 102, 108, 113, 117, 118, 127, 128, 129, 130, 132, 135, 141, 142, 143, 144, 153, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 172, 173, 175, 180, 182, 183, 184, 187, 188, 189, 190, 192, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 210, 211, 212, 213, 214, 216, 218, 219, 228, 233

Peixes ornamentais ..... 116

plantas ..... 17, 26, 28, 29, 31, 36, 44, 56, 232, 234

*Potimirim brasíliana* ..... 66, 67, 74, 76

produção.....11, 12, 14, 15, 18, 19, 20, 26, 27, 29, 35, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 77, 78, 81, 84, 85, 86, 87, 89, 107, 108, 110, 116, 118, 119, 124, 134, 135, 137, 147, 150, 151, 153, 154, 164, 165, 166, 172, 175, 183, 184, 196, 198, 199, 211, 219, 220, 221, 230

Proteases.....100, 164

proteases alcalinas.....164, 166, 169, 170, 171, 172, 173, 175

proteína.....31, 105, 124, 126, 135, 137, 139, 164, 166, 168, 170, 172, 173, 183, 188, 196, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 220, 224, 225

*Q*

Qualidade de água..... 41, 48

*R*

RAS ..... 224, 228, 235

Reprodução ..... 66, 125, 131, 195, 203, 207

*Rhamdia quelen* ..... 8, 182, 183, 189, 194, 195, 196, 210, 211, 220, 221, 222, 223, 225

rotíferos..... 92, 94, 97, 98, 102, 104, 105, 106, 109, 110, 153, 154, 164, 168, 169, 174, 175

*S*

*Salicornia ambigua* ..... 26, 27, 29, 37

Sanidade..... 92, 123, 125, 132

Saúde..... 77, 80, 86, 90, 137

saúde dos animais.....80

*Scopthalmus maximum*.....232, 233

Sistema intensivo ..... 210

sistemas14, 16, 17, 18, 60, 61, 63, 79, 83, 84, 98, 116, 128, 133, 135, 141, 146, 151, 152, 219, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234

*T*

tilápia.....43, 184, 204, 206, 234

*W*

Web ..... 77, 78, 84, 85

## CULTIVO AQUAPÔNICO DE *Salicornia ambigua* E CAMARÃO MARINHO EM DUAS FASES DO SISTEMA DE BIOFLOCOS: HETEROTRÓFICA E QUIMIOAUTOTRÓFICA

Daniele dos Santos<sup>1</sup>; Isabela Pinheiro<sup>2</sup>; Walter Quadros Seiffert<sup>3</sup>.

### RESUMO

Este projeto teve como objetivo avaliar o cultivo aquapônico de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* com plantas halófitas da espécie *Salicornia ambigua*, em duas fases do sistema de bioflocos: heterotrófica e quimioautotrófica. No tratamento heterotrófico há a adição de açúcar como fonte de fertilização orgânica, para controlar as bactérias na água, o tratamento quimioautotrófico iniciou com adição de inóculo de água de um tanque matriz, com nitrificação estabelecida. Para cada tratamento empregou-se três repetições, totalizando seis unidades. Essas consistiam em um tanque de cultivo em bioflocos de 800L, com aquecimento, aeração e substratos artificiais. A estrutura de cultivo das plantas foi construída 50cm acima de cada tanque de cultivo de camarões. Foram povoados em cada tanque 240 camarões e para cada unidade experimental 13 mudas da halófitas. O experimento teve duração de seis semanas. Foram avaliados os parâmetros fitotécnicos da planta, parâmetros zootécnicos do camarão e parâmetros físico-químicos de qualidade de água. Os parâmetros de qualidade de água se mantiveram em concentrações aceitáveis para o cultivo de *L. vannamei* em bioflocos. A sobrevivência, biomassa final e produtividade dos camarões foram significativamente maiores no tratamento quimioautotrófico, assim como, o peso médio final, biomassa final e produtividade das plantas. Os demais fatores não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. O tratamento quimioautotrófico é mais eficiente e estável para produção aquapônica de *S. ambigua* e *L. vannamei*. Entretanto, o cultivo integrado é viável no início da fase heterotrófica do sistema de bioflocos, ou seja, durante o período de fertilização e estabilização da amônia.

**Palavras-chave:** Aquaponia. *Salicornia ambigua*. *Litopenaeus vannamei*. Bioflocos.

### ABSTRACT

This project aimed to evaluate the aquaponic cultivation of marine shrimp *Litopenaeus vannamei* with halophyte plants of the species *Salicornia ambigua*, in two phases of the biofloc system: heterotrophic and chemoautotrophic. In the heterotrophic treatment there is the addition of sugar as a source of organic fertilization, to control the bacteria in the water, the chemoautotrophic treatment started with the addition of water inoculum from a matrix tank, with established nitrification. For each treatment, three repetitions were used, totaling six units. These consisted of an 800L biofloc cultivation tank, with heating, aeration and artificial substrates. The structure for

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia de Aqüicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina.  
<http://lattes.cnpq.br/1465055756376510>

<sup>2</sup>Doutoranda em Aqüicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina.  
<http://lattes.cnpq.br/6775872426391975>

<sup>3</sup>Doutor em Planejamento e Gestão Territorial/Engenharia pela Universidade Federal de Santa Catarina. Professor do Departamento de Aqüicultura da Universidade Federal de Santa Catarina.  
<http://lattes.cnpq.br/3237367442868876>

cultivating the plants was built 50 cm above each shrimp tank. 240 shrimp were populated in each tank and 13 halophyte seedlings for each experimental unit. The experiment lasted six weeks. The phytotechnical parameters of the plant, zootechnical parameters of the shrimp and physicochemical parameters of water quality were evaluated. The water quality parameters were maintained in acceptable concentrations for the cultivation of *L. vannamei* in bioflocs. Shrimp survival, final biomass and productivity were significantly higher in chemoautotrophic treatment, as well as the final average weight, final biomass and plant productivity. The other factors showed no statistical difference between treatments. Chemoautotrophic treatment is more efficient and stable for aquaponic production of *S. ambigua* and *L. vannamei*. However, integrated cultivation is viable at the beginning of the heterotrophic phase of the biofloc system, that is, during the period of fertilization and stabilization of ammonia.

**Keywords:** Aquaponics. *Salicornia ambigua*. *Litopenaeus vannamei*. Bioflocs.

## INTRODUÇÃO

A aquicultura de água salgada é uma importante atividade provedora de alimentos. A escala de produção é muito variável e a intensidade desses cultivos é determinada pela densidade de estocagem, quantidade de água, ração e fertilizantes utilizados, bem como pela necessidade de aeração suplementar (WASIELESKY et al., 2006; MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010). No documento “Estado Mundial da Pesca e Aquicultura 2016” (SOFIA) é estimado que o Brasil deva registrar um crescimento de mais de 100% na produção da pesca e aquicultura em 2025, principalmente devido aos investimentos feitos no setor nos últimos anos (FAO, 2016).

Este aumento na produção se deve muito às pesquisas que vêm sendo realizadas para aprimorar os cultivos. Entre eles, está o cultivo em bioflocos – BFT, uma tecnologia que foi desenvolvida para controlar o acúmulo de compostos nitrogenados (amônia e nitrito) que podem ser tóxicos para os organismos cultivados (AVNIMELECH et al., 2007). Esse sistema possui diversas vantagens quando comparado ao cultivo convencional. Por se tratar de um cultivo fechado, não há troca de água constante, sendo necessária apenas a reposição por conta da evaporação, sendo mais biosseguro e com uma menor descarga de efluente no ambiente natural (SAMOCHA et al., 1998, 2007; OTOSHI et al., 2009; CRAB et al., 2009; KRUMMENAUER et al., 2011; PEREZ-FUENTES et al., 2013).

No sistema de bioflocos o processo de remoção dos compostos nitrogenados pode variar. O processo de decomposição depende da relação entre carbono e nitrogênio (C:N) do sistema (AVNIMELECH, 1999). Dois tipos de bactérias estão envolvidos nesse sistema: bactérias heterotróficas e bactérias quimioautotróficas.

As bactérias heterotróficas precisam de uma alta relação C:N (maior que 12:1), sendo assim é necessário adicionar nesse sistema carbono orgânico, como por exemplo melão, açúcar, dextrose, glicose ou qualquer outra forma de carboidrato. O nitrogênio é assimilado pelas bactérias heterotróficas durante esse processo e é convertido em biomassa bacteriana (EBELING et al., 2006; HARGREAVES, 2006). As bactérias quimioautotróficas absorvem compostos inorgânicos ( $\text{CaCO}_3$  ou  $\text{CO}_2$ ) e a relação carbono e nitrogênio no sistema é a mais baixa possível (EBELING et al., 2006). Essa relação favorece o crescimento da biomassa de bactéria quimioautotrófica, diminuindo o lodo no sistema e, conseqüentemente, reduz o impacto no meio ambiente (AUDELO-NARANJO et al., 2010).

Junto com o sistema BFT vem ganhando destaque na aquicultura atual outros modelos de cultivo promissores. Seguindo a linha do melhor aproveitamento do efluente de cultivo, uma das alternativas é o cultivo integrado. Existem várias formas de se fazer um cultivo integrado seja pela utilização de plantas ou mesmo vários organismos aquáticos de diferentes espécies junto de um mesmo cultivo, ou mesmo pela utilização de organismos aquáticos de diferentes espécies com plantas (WALLER et al., 2015).

Quando utilizado plantas, pode ser feito através da aquaponia, união da hidroponia com a aquicultura, para obtenção de dois produtos comercialmente viáveis (RAKOCY, 2006). Em se tratando de aquaponia, as raízes das plantas funcionam como filtro e são utilizados como substrato para o desenvolvimento de bactérias nitrificantes que oxidam o nitrogênio na forma de nitrogênio amoniacal total ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) até nitrato ( $\text{NO}_3$ ) (TOKUYAMA et al., 2004). As plantas então aproveitam os nutrientes em excesso e os utilizam para o desenvolvimento de biomassa (HU et al., 2015).

Mesmo o sistema de cultivo em bioflocos sendo mais sustentável comparado com o cultivo convencional, a preocupação na aquicultura mundial é o aproveitamento dos nutrientes oriundos da carcinicultura. Por ser um efluente salino, torna-se complicada a sua utilização para o cultivo de plantas. Uma das espécies de plantas halófitas que vêm ganhando atenção é principalmente as do gênero *Salicornia*. Estas espécies podem utilizar tanto nitrato quanto amônia como fonte de nitrogênio (QUINTÃ et al., 2015).

Tendo isto em vista, pode-se dizer que o sistema de aquaponia é uma ótima alternativa para aproveitar parte do efluente oriundo da carcinicultura em BTF. E pode

gerar dois tipos de renda com a venda dos camarões e das plantas. Mas para que isso seja possível, é preciso aprimorar este modelo de cultivo sendo necessária a realização de pesquisas para determinar diversos fatores, um deles é avaliar qual a melhor fase do sistema de bioflocos, o que justifica este projeto.

Sendo assim, o objetivo do experimento foi avaliar a produção em aquaponia da halófito *Salicornia ambigua* e do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em duas fases do sistema de bioflocos: heterotrófica e quimioautotrófica.

## **METODOLOGIA**

O experimento foi executado nas dependências do Laboratório de Camarões Marinhos (LCM), Estação de Maricultura Elpídio Beltrame, pertencente à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

### **Material biológico**

As mudas de *S. ambigua* foram produzidas a partir do processo de propagação vegetativa com estaquia. Estacas semi-lenhosas de 10 cm de comprimento foram plantadas em bandejas para produção de mudas contendo substrato de areia, perlita e terra adubada, na proporção de 1:1:1. As estacas foram mantidas em ambiente fechado, com fotoperíodo natural, temperatura ambiente e irrigação com água potável durante 30 dias. Após esse período, as mudas foram levadas para área externa com incidência de luz solar direta por mais 20 dias, até o início do experimento.

As pós-larvas de *L. vannamei* foram obtidas de laboratório comercial e cultivadas no LCM em tanque berçário de 50 m<sup>3</sup> em sistema intensivo de bioflocos microbianos até o início do experimento.

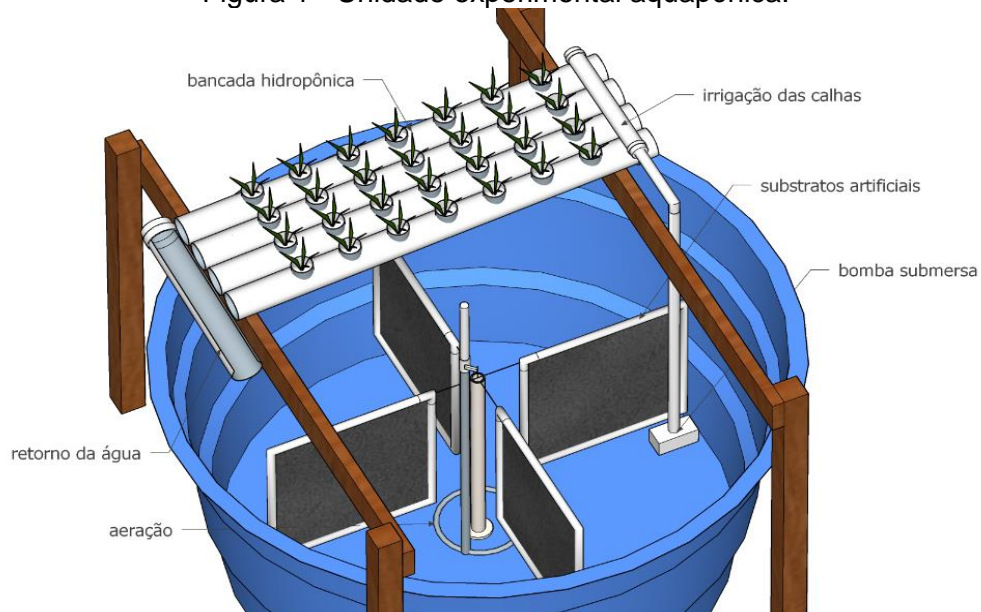
### **Delineamento experimental e manejo do sistema**

Para a produção aquapônica de *S. ambigua* e *L. vannamei* em duas fases do sistema de bioflocos foram avaliados dois tratamentos, heterotrófico e quimioautotrófico, com três repetições cada, totalizando seis unidades experimentais.

Cada unidade experimental foi construída de acordo com PINHEIRO et al. (2017), contendo algumas modificações, e consistia em um tanque de cultivo em BFT de 800 L de volume útil, com aquecimento, aeração e substratos artificiais. A estrutura de cultivo das plantas foi construída 50 cm acima de cada tanque de cultivo de camarões. O sistema utilizado para cultivo das plantas foi de Filme Nutriente (NFT –

*Nutriente Film Technique*), no qual as raízes das plantas foram mantidas parcialmente submersas em um filme de água que passa nos canais de irrigação (LENNARD; LEONARD, 2006). Esses canais foram formados por tubos de PVC de 75 mm de diâmetro, dispostos lado a lado e apoiados em suportes de madeira com declividade de 4%. A água do tanque foi bombeada continuamente em um tubo disposto perpendicularmente sobre a bancada, sendo distribuída em cada canal por gravidade. Após irrigar as plantas, a água foi recolhida no final da bancada, retornando ao tanque também por gravidade (Figura 1). Foram utilizadas em cada unidade experimental 13 mudas de *S. ambigua* (densidade de plantio de 40 plantas m<sup>-2</sup>).

Figura 1 - Unidade experimental aquapônica.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

A água para o cultivo no tratamento heterotrófico foi preparada cinco dias antes do início do experimento. A fertilização foi realizada adicionando à água do mar, açúcar refinado e um aporte de ração de camarão como fonte de carbono orgânico. Durante todo o período experimental foi adicionado açúcar refinado nos tanques desse tratamento, mantendo a relação C:N em 15:1 e estimulando o crescimento de bactérias heterotróficas (AVNIMELECH, 2015). Um dia antes do experimento os tanques do tratamento quimioautotrófico foram preenchidos com água do tanque matriz de bioflocos, no qual foi realizado o cultivo prévio dos juvenis de camarão. Nesse tratamento, os bioflocos já estavam com o processo de nitrificação estabelecido (EBELING; TIMMONS; BISOGLI, 2006), sendo assim, não foi necessária a adição de carbono orgânico ao longo do período experimental.



Foram povoados em cada tanque 240 camarões (densidade 300 camarões m<sup>3</sup>) da espécie *Litopenaeus vannamei* com peso médio de 1,8 ± 0,01 g. Os camarões foram alimentados quatro vezes ao dia com ração comercial com 38% de proteína bruta. Hidróxido de cálcio era adicionado quando a alcalinidade estava abaixo de 120 mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>, numa proporção de 20% do ingresso diário de ração. Ao longo do experimento não houve renovação de água, sendo repostos apenas o volume perdido por evaporação. O experimento teve duração de 40 dias.

### **Parâmetros de qualidade**

Os parâmetros físico-químicos da água como: oxigênio dissolvido (mg L<sup>-1</sup>) e temperatura (°C) foram medidos duas vezes ao dia (manhã e tarde) com o oxímetro YSI 55. Foram realizadas duas vezes por semana as análises de pH, sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV), alcalinidade, amônia (nitrogênio amoniacal total – NAT), nitrito e salinidade. Nitrato e ortofosfato dissolvido foram analisados uma vez por semana.

### **Desempenho dos camarões e das plantas**

Após o período experimental, os seguintes índices zootécnicos foram avaliados: peso médio final, ganho em peso semanal, biomassa final, sobrevivência, fator de conversão alimentar e produtividade. Quanto aos índices fitotécnicos, foram calculados: peso médio final, biomassa final, produtividade e sobrevivência das plantas.

### **ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Todos os dados foram comparados usando teste *t* de Student. Homocedasticidade e normalidade foram testadas por meio dos testes Levene e Shapiro-Wilk, respectivamente. Todos os testes estatísticos foram avaliados com nível de significância de 5% com auxílio do software *GraphPad Prism*.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **Variáveis de qualidade de água**

Os parâmetros oxigênio dissolvido (OD), temperatura, alcalinidade, pH e salinidade, estiveram em níveis recomendados para o cultivo de *L. vannamei* (VAN WYK; SCARPA, 1999) e para a manutenção dos compostos nitrogenados através das

bactérias (CHEN et al., 2006; SAMOCHA et al., 2017). Os parâmetros físico-químicos da água estão apresentados por tratamento na Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis de qualidade da água em tanques de *Litopenaeus vannamei* cultivado em aquaponia com bioflocos durante 40 dias, com densidade de estocagem de 300 camarões m<sup>-3</sup>.

Parâmetro	Tratamento		p-valor
	Heterotrófico	Quimioautotrófico	
Salinidade (psu)	16,52 ± 0,36	16,48 ± 0,35	0,6063
Temperatura (°C)	29,2 ± 0,7	28,9 ± 0,7	0,1049
Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	6,04 ± 0,50 <sup>a</sup>	6,24 ± 0,33 <sup>b</sup>	0,0108
pH	8,02 ± 0,08	8,04 ± 0,09	0,3913
Alcalinidade (mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup> )	174,6 ± 30,6 <sup>a</sup>	138,5 ± 17,2 <sup>b</sup>	0,0001
Nitrogênio amoniacal total (mg L <sup>-1</sup> )	0,65 ± 0,59 <sup>a</sup>	0,26 ± 0,07 <sup>b</sup>	0,0086
Nitrito (mg N-NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> )	0,09 ± 0,09 <sup>a</sup>	0,53 ± 0,35 <sup>b</sup>	<0,0001
Nitrato (mg N-NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup> )	0,41 ± 0,39 <sup>a</sup>	7,82 ± 3,47 <sup>b</sup>	<0,0001
Ortofosfato (mg P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> L <sup>-1</sup> )	0,20 ± 0,17 <sup>a</sup>	2,93 ± 1,55 <sup>b</sup>	<0,0001

Dados médios ± desvio padrão.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

### **Oxigênio dissolvido (OD)**

No tratamento heterotrófico o oxigênio dissolvido (OD) foi consideravelmente menor ( $p < 0,05$ ) comparado ao quimioautotrófico. Isso pode ser devido ao aumento na concentração de bioflocos no tratamento heterotrófico, pois o nível de sólidos suspensos totais (SST) pode acarretar no aumento na demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e, conseqüentemente, ocasionar redução dos níveis de oxigênio dissolvido e degradação da qualidade da água (BEVERIDGE et al., 1991).

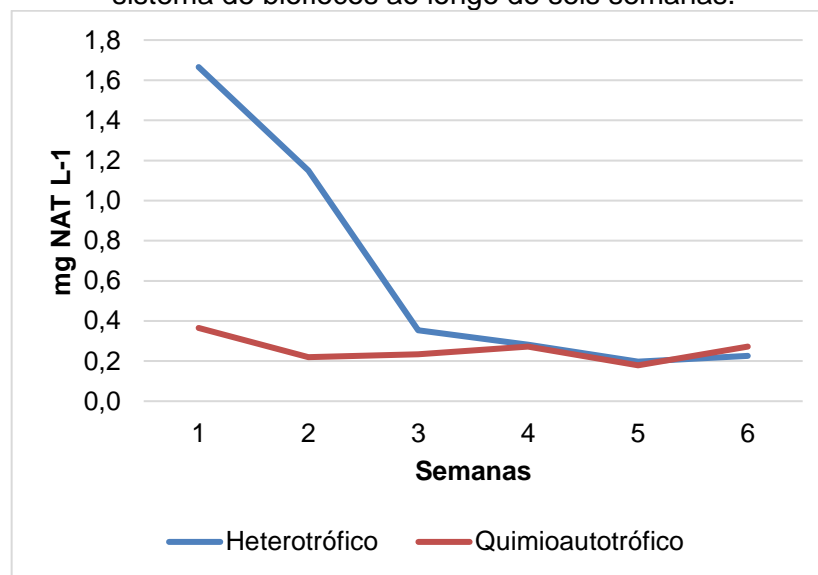
### **Ph e alcalinidade**

Segundo WASIELESKY (2006), a respiração dos microrganismos heterotróficos aumenta a concentração de CO<sub>2</sub>, o que causa um decréscimo do pH. Porém, neste trabalho não foi observada diferença significativa no pH entre os tratamentos. A alcalinidade no tratamento quimioautotrófico foi significativamente menor. Esse comportamento pode ser atribuído ao menor consumo de carbono inorgânico pelas bactérias heterotróficas, em comparação às quimioautotróficas (EBELING et al., 2006). Além disso, a adição contínua de fonte de carbono orgânico (açúcar) na água dos tanques heterotróficos influenciou neste resultado.

### Amônia

A concentração de nitrogênio amoniacal total no tratamento heterotrófico foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) em relação ao tratamento quimioautotrófico. Pode-se observar na Figura 2 que houve pico acima de  $1 \text{ mg L}^{-1}$  no tratamento heterotrófico no início do cultivo, como esperado. Segundo Thakur e Lin (2003), as variações na concentração de amônia total (N-NAT) e nitrito podem ser atribuídos à variação nas vias de remoção de amônia pelas microalgas ou pelas bactérias nitrificantes. Esse pico apresentado no tratamento heterotrófico deve-se principalmente ao fato de que a comunidade microbiana que estava sendo formada na água ainda não era capaz de fazer a assimilação total desse composto. Após a segunda semana a concentração de amônia em ambos os tratamentos se manteve abaixo de  $1 \text{ mg L}^{-1}$  até o final do experimento.

Figura 2 - Nitrogênio amoniacal total na água dos tanques de cultivo de *L. vannamei* em sistema de bioflocos ao longo de seis semanas.



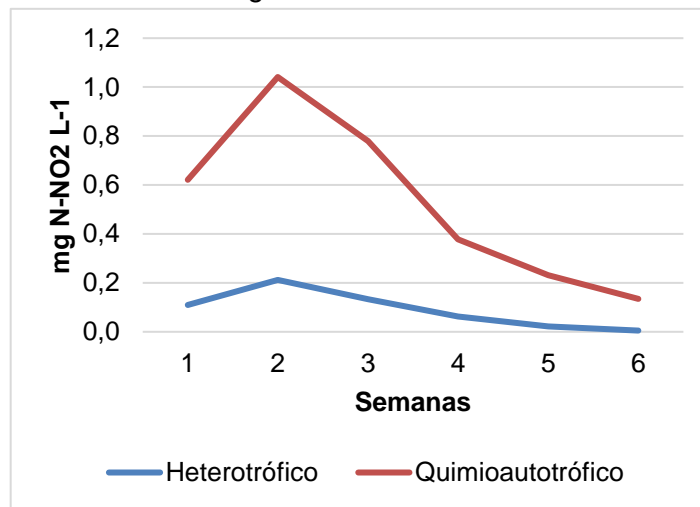
Fonte: Elaborado pelas autoras.

### Nitrito

Os níveis de nitrito diferiram entre os dois tratamentos, sendo significativamente maior no tratamento quimioautotrófico. Devido à competição por nutrientes e espaço entre os grupos bacterianos o processo de nitrificação acabou sendo afetado no tratamento heterotrófico (MICHAUD et al., 2006). Pode-se verificar na Figura 3 que o nitrito esteve presente em baixas concentrações no tratamento heterotrófico desde o início do experimento, esse fato possivelmente foi causado pelo pico de amônia no

início do experimento (Figura 2), que pode ter influenciado a formação de bactérias AOB (bactérias amônio oxidantes). Além disso, a adição de carbono orgânico no tratamento heterotrófico era realizada diariamente, o que pode significar que o carbono orgânico estava disponível para bactérias heterotróficas antes mesmo de a amônia diária ser produzida (antes da incorporação de alimento), dando vantagens de nutrientes a essas bactérias.

Figura 3 - Nitrito na água dos tanques de cultivo de *L. vannamei* em sistema de bioflocos ao longo de seis semanas.

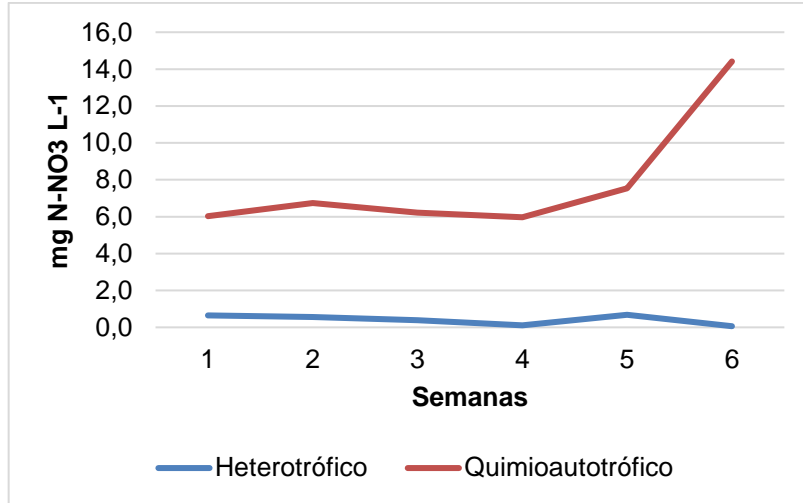


Fonte: Elaborado pelas autoras

### Nitrato

A concentração de nitrato foi significativamente menor no tratamento heterotrófico. É possível observar na Figura 4 que os níveis de nitrato no sistema heterotrófico foram inferiores aos níveis produzidos no tratamento quimioautotrófico, indicando a baixa nitrificação nos tanques com água heterotrófica. O nitrato, produto final do processo de nitrificação, se acumula no sistema e pode ser um indício da atividade de bactérias nitrificantes. Por isso, no sistema quimioautotrófico, houve redução das concentrações de nitrito nas últimas semanas do experimento (Figura 3) e, no mesmo período, houve incremento de nitrato (Figura 4). Além disso, a concentração de nitrato no tratamento quimioautotrófico foi alta desde o início do experimento, pois neste o processo de nitrificação já estava em andamento. Entretanto, os valores encontrados para nitrato se mantiveram abaixo do reportado como tóxico para a espécie, de acordo com Kuhn (2010) e Samocha et al. (2017).

Figura 4 - Nitrato na água dos tanques de cultivo de *L. vannamei* em sistema de bioflocos ao longo de seis semanas.



Fonte: Elaborado pelas autoras

### Ortofosfato

Também foram observadas diferenças significativas de ortofosfato entre os tratamentos, onde novamente o tratamento heterotrófico obteve uma menor concentração em relação ao quimioautotrófico (Tabela 2). Uma possível explicação é que a menor concentração de ortofosfato no tratamento heterotrófico pode estar associada ao aumento da produção bacteriana heterotrófica, que absorve o ortofosfato. Schneider et al. (2006) observaram que o aumento na relação C:N favorece a conversão de ortofosfato em biomassa de bactérias heterotróficas. Outra possibilidade é em relação ao ingresso de ração e menor consumo de alimento no tratamento quimioautotrófico, que pode causar aumento do ortofosfato. Segundo Samocha et al. (2017) são desconhecidos valores ótimos para produção de *L. vannamei*.

### Parâmetros zootécnicos

Não foi observada diferença significativa para peso final dos camarões entre os dois tratamentos (Heterotrófico e Quimioautotrófico), assim como o ganho em peso semanal e conversão alimentar (Tabela 2). Esses resultados são próximos aos encontrados por PINHEIRO et al. (2017).

Tabela 2 - Índices de produção de *Litopenaeus vannamei* cultivados em sistema de aquaponia com bioflocos durante 40 dias.

	Tratamentos		p-valor
	Heterotrófico	Quimioautotrófico	
Sobrevivência (%)	85,1 ± 3,6 <sup>a</sup>	92,1 ± 0,4 <sup>b</sup>	0,0291

Peso médio final (g)	9,7 ± 0,3	9,7 ± 0,1	0,6805
Ganho em peso semanal (g semana <sup>-1</sup> )	1,3 ± 0,1	1,4 ± 0,0	0,7218
Biomassa final (kg tanque <sup>-1</sup> )	1,98 ± 0,14 <sup>a</sup>	2,15 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,0979
Produtividade (kg m <sup>-3</sup> )	2,47 ± 0,18 <sup>a</sup>	2,69 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,0979
Fator de conversão alimentar	1,9 ± 0,4	1,7 ± 0,1	0,4933

Dados médios ± desvio padrão. Fonte: Elaborado pelas autoras.

A sobrevivência observada neste experimento foi maior no sistema quimioautotrófico, alcançando 92,1%, enquanto no sistema heterotrófico foi de 85,1%. A mesma diferença foi obtida na biomassa final e produtividade. Isto pode estar relacionado à concentração de sólidos suspensos totais (SST) na água do cultivo no tratamento heterotrófico, pois o acúmulo das partículas presentes na água ocasionam a oclusão branquial. O aumento dos SST na água de cultivo pode promover mudanças ambientais e afetar a condição de saúde dos camarões (AVNIMELECH, 2006; Hargreaves, 2006). Portanto, a obstrução das brânquias por microrganismos pode afetar a capacidade respiratória e osmorregulatória dos camarões, levando a asfixia em animais severamente afetados (CLIFFORD; COOK, 2002). A menor sobrevivência no tratamento heterotrófico contribuiu para o pior desempenho da biomassa final e produtividade, assim como observado por Schweitzer (2012).

### Parâmetros fitotécnicos

Assim como observado nos camarões, o desempenho das plantas foi mais favorável no tratamento quimioautotrófico, onde o peso médio final (g), biomassa final (g tanque<sup>-1</sup>) e produtividade (kg m<sup>-2</sup>) foram maiores do que os resultados obtidos no tratamento heterotrófico. Uma possível explicação para isto seria a baixa concentração de nitrato, já que neste sistema as plantas atuam como assimiladores dos nutrientes produzidos a partir dos animais cultivados (QUINTÃ et al., 2015). Foi possível observar o crescimento das plantas nas duas primeiras semanas de cultivo, onde a concentração de NAT (Nitrogênio Amoniacal Total) na água era mais elevada. A partir do momento em que a amônia estabilizou abaixo de 1 mg L<sup>-1</sup> as plantas pararam de crescer. Após 30 dias de experimento foi possível observar brotos amarelados, sinais visíveis de deficiência de nitrato nas plantas. O excesso de SST na água dos tanques heterotróficos também foi responsável pelo menor desempenho das halófitas neste tratamento, pois o acúmulo de sólidos nas calhas da bancada hidropônica ocasiona a diminuição do oxigênio dissolvido na zona de raízes. Na

colheita observou-se que as raízes das plantas do tratamento heterotrófico estavam mais escuras e menos desenvolvidas que as do tratamento quimioautotrófico. No entanto, não houve diferença estatística na sobrevivência (%) entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 - Índices de produção de *Salicornia ambigua* cultivados em sistema de aquaponia com bioflocos durante 40 dias.

	Tratamentos		p-valor
	Heterotrófico	Quimioautotrófico	
Peso médio final (g)	12,95 ± 4,81 <sup>a</sup>	41,15 ± 7,38 <sup>b</sup>	0,0055
Biomassa final (kg tanque <sup>-1</sup> )	146,8 ± 48,8 <sup>a</sup>	507,5 ± 116,3 <sup>b</sup>	0,0077
Produtividade (kg m <sup>-3</sup> )	0,49 ± 0,16 <sup>a</sup>	1,69 ± 0,39 <sup>b</sup>	0,0077
Sobrevivência (%)	87,2 ± 11,8	94,9 ± 4,4	0,3486

Dados médios ± desvio padrão. Fonte: Elaborado pelas autoras.

## CONCLUSÃO

É possível concluir que o tratamento quimioautotrófico é mais eficiente e estável para produção aquapônica da halófito *Salicornia ambigua* e do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em bioflocos. Entretanto, o cultivo integrado é viável no início da fase heterotrófica do sistema de bioflocos, ou seja, durante o período de fertilização e estabilização da amônia, uma vez que a concentração de sólidos na água é baixa e não afeta o desenvolvimento dos organismos cultivados.

## REFERÊNCIAS

- AUDELO-NARANJO, J.M., VOLTOLINA, D., MARTINEZ-CORDOVA, L.R. Nitrogen budget in intensive cultures of *Litopenaeus vannamei* mesocosms, with zero water exchange and artificial substrates. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v.45, p.519-524, 2010.
- AVNIMELECH, Y. Carbon nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176, p. 227-235, 1999.
- AVNIMELECH, Y. Bio-filters: The need for an new comprehensive approach. **Aquacultural Engineering**. 34, 172-178. 2006.
- AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, 264, 140 – 147, 2007.
- AVNIMELECH, Y. **Biofloc technology – A practical guide book**. 3. ed. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2015.
- BEVERIDGE, M. **Cage aquaculture**. Oxford: Fishing News Books. 1987. 351 p.

BEVERIDGE, M.C.M., PHILLIPS, M.J. and CLARKE, RM. 1991. **A quantitative and qualitative assessment of wastes from aquatic animal production**. In BRUNE, DE. and TOMASSO, JR., eds. *Aquaculture and Water Quality*. Baton Rouge: The World Aquaculture Society.

Clifford, H.C., Cook, H.L. (2002). Disease Management in Shrimp Culture Ponds – Part 3. **Aquaculture Magazine** 28 (4)

CRAB, R., CHIELENS, B., WILLE, M., BOSSIER, P., VERSTRAETE, W. The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* post larvae. **Aquaculture Research**, v. 41, p.559–567, 2009.

EBELING, J.M.; TIMMONS, M.B.; BISOGNI, J.J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**, v.257, p.346-358, 2006.

ESPIRITO SANTO, Carlos Manoel do. **Melaço de soja na fertilização do cultivo superintensivo de camarão branco do Pacífico em sistema de bioflocos microbianos**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. Florianópolis. 2014.

FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura). **Novo relatório da FAO aponta que produção da pesca e aquicultura no Brasil deve crescer mais de 100% até 2025**. Brasília. 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/423722/>. Acesso: 02/04/2020.

HARGREAVES, J.A. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. **Aquacultural Engineering**, v.34, p.344–363, 2006.

HU, Z., LEE, J.W., CHANDRAN, K., KIM, S., BROTTTO, A.C., KHANAL, S.K. Effect of plant species on nitrogen recovery in aquaponics. **Bioresource Technology**, v. 188, p. 92-98, 7. 2015.

KUHN, David D. et al. Chronic toxicity of nitrate to Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*: Impacts on survival, growth, antennae length, and pathology. **Aquaculture**, [s.l.], v. 309, n. 1-4, p.109-114, 2010.

LENNARD, W. A.; LEONARD, B. V. A Comparison of Three Different Hydroponic Sub-systems (gravel bed, floating and nutrient film technique) in an Aquaponic Test System. **Aquaculture International**, v. 14, n. 6, p. 539–550, 2006.

MACEDO, CF & LH SIPAÚBA-TAVARES. 2010. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Bol. Inst. Pesca**, 36(2): 149–163.

OTOSHI, C.A., TANG, L.R., MOSS, D.R., ARCE, S.M., HOLL, C.M., MOSS, S. Performance of Pacific white shrimp, *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*, cultured in biosecure, super-intensive, recirculating aquaculture systems. Browdy, C.L.; Jory, D.E. The rising tide-proceedings of the special session on sustainable shrimp farming. Baton Rouge: **World Aquaculture Society**, 2009.



PEREZ-FUENTES, J.A., PEREZ-ROSTRO, C.I., HERNANDEZ-VERGARA, M.P. Pond-reared Malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* with the biofloc system. **Aquaculture** v.400, p.105–110, 2013.

PINHEIRO, I. et al. Production of the halophyte *Sarcocornia ambigua* and Pacific white shrimp in an aquaponic system with biofloc technology. **Ecological Engineering**, v. 100, p. 261–267, 2017.

QUINTÃ, R, R SANTOS, DN THOMAS & L LE VAY. Growth and nitrogen uptake by *Salicornia europaea* and *Aster tripolium* in nutrient conditions typical of aquaculture wastewater. **Chemosphere** 120: 414-421. 2015.

RAKOCY, James E.; MASSER, Michael P.; LOSORDO, Thomas M. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics— Integrating Fish and Plant Culture. **Southern Regional Aquaculture Center: SRAC**, Stoneville, Mississippi, v. 454, p.1. 2006.

SAMOCHA, T.M., GUAJARDO, H., LAWRENCE, A.L., CASTILLE, F.L., SPEED, M., MCKEE, D.A., PAGE, K.I. A simple stress test for *Penaeus vannamei* post larvae. **American Jewish Society for Service**, v.165, p.233–242, 1998.

SAMOCHA, T.M., PATNAIK, S., SPEED, M., ALI, A.M., BURGER, J.M., ALMEIDA, R.V., AYUB, Z., HARISANTO, M., HOROWITZ, A., BROCK, D.L. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. **Aquacultural Engineering**, v.36, p.184–191, 2007.

SAMOCHA, Tzachi M. et al. Design and operation of super-intensive biofloc-dominated systems for indoor production of the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*: The Texa A&M AgriLife Research Experience. Louisiana: **The World Aquaculture Society**, 2017.

SCHNEIDER, O., Sereti, V., Eding, E., Verreth, J., 2006. Molasses as C source for heterotrophic bacteria production on solid fish waste. *Aquaculture* 261, 1239-1248  
 SCHRYVER, P.D.; CRAB, R.; DEFOIRDT, T.; BOON, N.; VERSTRARTE, W. The basics of bioflocs technology: the added value for aquaculture. **Aquaculture**, v. 277, p. 125-137, 2008.

THAKUR, Dharendra Prasad; LIN, C. Kwei. Water quality and nutrient budget in closed shrimp (*Penaeus monodon*) culture systems. **Aquaculture Engineering**, Thailand, v. 27, n. 3, p.159-176, 2003.

TOKUYAMA, T.; MINE, A.; KAMIYAMA, K.; YABE, R; SATOH, K.; MATSUMOTO, H.; TAKAHASHI, R.; ITONAGA, K. Nitrosomonas communis strain YNSRA, an ammonia-oxidizing bacterium, isolated from the reed rhizoplane in an aquaponics plant. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v.98, p.309-312, 2004.

WALLER, U., BUHMANN, A.K., ERNST, A., HANKE, V., KULAKOWSKI, A., WECKER, B., ORELLANA, J. & PAPENBROCK, J. Integrated multi-trophic aquaculture in a zero-exchange recirculation aquaculture system for marine fish and

hydroponic halophyte production. **Aquaculture International**, v. 23, n. 6, p. 1473-1489, 2015.

WASIELESKY, WJR, H ATWOOD, A STOKES & CL BROWDY. 2006. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, 258: 396-403.

## DESEMPENHO TÉCNICO E ECONÔMICO NO CULTIVO DO CAMARÃO MARINHO (*litopenaeus vannamei*) NA FAZENDA MARMIRONDA, EM LAGUNA- SC (SAFRA 2019/20)

Antonio de Oliveira Vieira<sup>1</sup>, Abdon de Oliveira Vieira<sup>2</sup>, Cristiano Desconsi<sup>3</sup>.

### RESUMO

A carcinicultura é uma das atividades que mais crescem na aquicultura, porém necessita-se conhecimentos fundamentais, tais como, meio ambiente, biologia da espécie cultivada, manejo alimentar e de colheita, doenças, solos, qualidade de água e rentabilidade. Dessa maneira há forte interação entre os aspectos socioeconômicos e ambientais envolvidos em sua cadeia produtiva. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho técnico e econômico como também desenvolver ferramentas para administração e gestão. Foram feitos acompanhamentos diários, semanais e quinzenais que possibilitaram gerar dados de dois ciclos produtivos. Para contabilidade dos custos foi aplicado a metodologia de custos de produção mais próximo da realidade atual. O sistema de produção empregado apresentou baixo impacto ambiental, baixo risco econômico, boa lucratividade, redução e otimização de custos com alimentação e despesa dos animais.

**Palavras-chave:** Carcinicultura. Meio ambiente. Qualidade de água. Custo de produção.

### ABSTRACT

Shrimp farming is one of the fastest growing activities in aquaculture, but fundamental knowledge is needed, such as the environment, biology of the cultivated species, food and harvest management, diseases, soils, water quality and profitability. Thus, there is a strong interaction between the socioeconomic and environment aspects involved in its production chain. The objective of this work was to evaluate the technical and economic performance as well as to develop tools for administration and management. Daily, weekly and fortnightly follow-ups were made possible to generate data for two production cycles. For cost accounting, the production cost methodology closest to the current reality was applied. The production system employed showed low environmental impact, low economic risk, good profitability, reduction and optimization of costs with food and animal harvest.

**Keywords:** Shrimpculture. Environment. Water quality. Production cost.

---

<sup>1</sup> Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Catarina. antoniovieiralg@gmail.com.

<sup>2</sup> Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Catarina. abdondeoliveira@gmail.com.

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural. [Http://lattes.cnpq.br/4718457501039884](http://lattes.cnpq.br/4718457501039884), cristiano.desconsi@ufsc.br.

## INTRODUÇÃO

Está em curso um processo de retomada da carcinicultura em Santa Catarina, após a crise gerada pela doença da Mancha Branca no início da década de 2000. Entre os empreendimentos que estão participando do desafio da retomada da carcinicultura, mas numa alternativa ao sistema produtivo predominante está a Fazenda Marmironda, Unidade de Produção Agropecuária (UPA) lócus desta pesquisa.

A propriedade possui 84 hectares, sendo que deste total, 25 hectares são destinados à aquicultura. Está localizada na latitude 28°31'28.77"S e longitude 48°50'16.70"O, no município de Laguna, pertencente ao Sul do estado de Santa Catarina. Ela situa-se na bacia hidrográfica Sul Catarinense (RH 9):

A área de abrangência da RH 9 é composta pelo Complexo Lagunar das lagoas do Imaruí e Mirim, as duas principais bacias hidrográficas que compõe este sistema são as dos rios Tubarão (4.685 km<sup>2</sup>) e d'Una (491 km<sup>2</sup>). (SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL, 2015, p.21).

O ecossistema caracteriza-se pela vegetação do bioma Mata Atlântica que compõe também áreas de mangue e de restinga (LAGUNA, 2019). O tipo climático da região Sul se enquadra como subtropical úmido, com temperatura média anual de 19,7°C (MACHADO, 2008). Segundo Monteiro (2001), as regiões costeiras, como Laguna e Araranguá, apresentam índice de pluviosidade 50% menor que as localidades pertencentes as proximidades das serras catarinenses.

O projeto para criação de camarões iniciou no ano de 2000 com o licenciamento da atividade que foi concluído no final do ano de 2002. Nos anos de 2003 e 2004 a produção foi plena, mas em 2005 a chegada do vírus da mancha branca impossibilitou os cultivos na propriedade e em todo município de Laguna. Houve um ano de vazio sanitário, seguido de uma nova tentativa de povoamento dos viveiros sem êxito, pois a enfermidade reapareceu com força, motivando o encerramento da atividade na UPA. A partir a bovinocultura de leite foi a atividade predominante ainda não gerando resultados econômicos significativos, servindo apenas para a manutenção da UPA e evitando a ociosidade plena dos fatores de produção.

Em 2018 inicia-se o processo de reativação dos viveiros, com a criação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em policultivo com o camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*). A tilápia é amplamente cultivada no RH-9, com longa história

de sucesso dos produtores em água doce. No entanto, devido ao baixo valor de mercado, não se seguiu em frente com a técnica de policultivo.

Já em 2019/20 foi solicitada a renovação de licença no Instituto do Meio Ambiente (IMA). A UPA focou na produção do camarão marinho (*L.vannamei*) com a revitalização da infraestrutura, especialmente, a rede elétrica, as bombas hidráulicas, os aeradores, taludes, comportas de abastecimento e drenagem.

Figura 1: Em amarelo, área destinada ao cultivo do camarão.



Fonte: Google Earth 2020.

Figura 2: Viveiros da propriedade. Em detalhe amarelo os viveiros objetos de estudo.



Fonte: Eng<sup>o</sup> Agrimensor Patrik Neves Antonio.

### Um novo sistema de produção na UPA em avaliação.

Para Bertolini (2008), o sistema brasileiro de carcinicultura é composto por três agentes principais da cadeia produtiva: laboratórios, fazendas e processadoras. Os laboratórios fornecem as pós-larvas para as fazendas responsáveis pela engorda do animal e as processadoras que tratam do beneficiamento/agregação de valor ao produto. Nesta cadeia produtiva também se encontra a comercialização de rações, fertilizantes, insumos, serviços, equipamentos e máquinas. Via de regra, trata-se de um sistema intensivo em capital, que exige uma busca constante pelo aumento da produção para atingir resultados econômicos adequados ao produtor, mas que muitas vezes gera impactos negativos ao ambiente e ao sistema alimentar. De acordo com Boyd; Queiroz; McNevin (2013), a adoção de boas práticas de gestão pode reduzir estes impactos, e, ao mesmo tempo, gerar aumento da eficiência e da qualidade do produto.

Segundo a FAO (1998), para se ter um planejamento sustentável no cultivo de camarões deve-se estimular práticas adequadas às condições sociais, ambientais e econômicas locais. Assim mantendo o equilíbrio ecológico das áreas de cultivo

considerando a capacidade de carga do ecossistema, a compatibilidade técnica, as modificações e alterações de cultivo, gestão dos efluentes e a provisão de infraestrutura adequada.

### **A nutrição dos camarões em equilíbrio com o ecossistema**

A UPA retomou a criação de camarão construindo um sistema de produção com outras bases técnicas e econômicas. Trata-se de um sistema autotrófico assemelhado ao cultivo extensivo, que utiliza até 6 viveiros, de 4 a 6 hectares, com densidade de cultivo entre 2,5 a 10 camarões/m<sup>2</sup>, e não prioriza o uso de rações. No sistema implantado, a principal fonte de nutrição dos animais é o alimento natural produzido dentro dos viveiros obtidos pela presença de um solo rico em matéria orgânica caracterizado pela turfa. Esse material possui lenta decomposição pelos microrganismos conferindo uma alta fertilidade natural e uma diversidade de seres vivos disponibilizados pelas características do ecossistema aquático do complexo lagunar.

Este alimento é composto por diversos seres vivos: i) os presentes na coluna d'água: microalgas principalmente do grupo das Diatomáceas (algas marrons), zooplâncton (copepoda, rotífera, cladocera, anfípodas) e insetos aquáticos, e; ii) os bentônicos como poliquetas, microalgas, bactérias, fungos e protozoários. Também se constata a presença de plantas aquáticas, particularmente, uma delas denominada pelos pescadores locais como “capim-da-lagoa” (*Paspalum vaginatum*). São gramíneas que crescem nas partes mais rasas dos ambientes aquáticos estuarinos, que possibilitam o crescimento do perifiton. Estes promovem o efeito de substratos naturais proporcionando a multiplicação de diversas formas de vida que permitem a nutrição dos camarões.

Barbieri (2002) ressalta que o perifiton promove uma melhor eficiência na produção, como promoção de alimento natural, decomposição de material orgânico na água, remoção de metabólitos tóxicos e na qualidade de água. Também evidencia melhoria em diversos parâmetros zootécnicos na carcinicultura, tais como taxa de sobrevivência, produtividade e redução da taxa de conversão alimentar. Kumar et al., (2017) observa que a utilização de substratos para crescimento de perifiton reduz a concentração de compostos nitrogenados no efluente, pois são convertidos em biomassa de bactérias heterotróficas e de algas, servindo também como fonte de alimento para os camarões. Dependendo do manejo empregado, os viveiros de

camarão marinho podem agir como zonas filtradoras de excesso de nutrientes presentes no ecossistema. Como também podem possuir uma interação positiva com o ecossistema estuarino, no papel de converter o excesso de matéria orgânica e nutrientes em biomassa de camarão cultivado (LIMA e FOCKEN, 2007).

Por se tratar de um sistema autotrófico com baixa renovação de água, baixas densidades e com uso restrito de rações, ele é capaz de sequestrar o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), um dos gases responsáveis pelo efeito estufa. Em cultivos com menores densidades aumentam-se as quantidades sequestradas pelo sistema, chegando a absorção de 3,27kg C.ha/dia, para as densidades de 10 a 15 cam/m<sup>2</sup> (COSTA 2018).

Os viveiros estão complementados por um canal de adução, canal de abastecimento (cisterna) e canal de drenagem dos viveiros. O bombeamento de água é efetuado durante os períodos de maré cheia, com a entrada de água oceânica provinda dos molhes da barra da Laguna, com distância aproximada de 10km da entrada do afluente “rio da Ponta Grossa”, que leva a água da lagoa do Santo Antonio para a fazenda. Com o bombeamento se eleva a água a uma cota mais alta, formando o canal de abastecimento e enchendo por gravidade os viveiros. A maré alta também é aproveitada para enchimento parcial, reduzindo-se os custos de bombeamento.

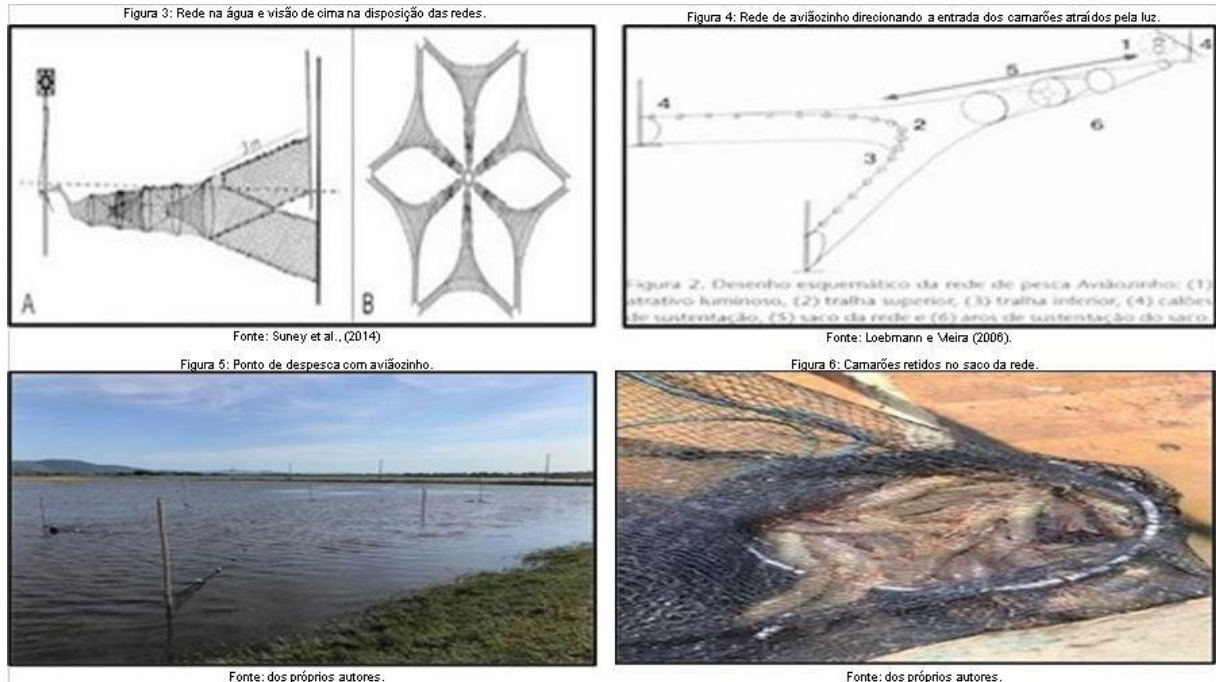
Nas comportas do canal de abastecimento e dos viveiros são utilizadas telas, para conter possíveis espécies de animais nativos que podem ser competidores, predadores e vetores de doenças, especialmente as virais no cultivo do camarão. Bem como os viveiros possuem interconexões entre os mesmos para troca de plâncton.

### **Despesca Parcial**

A despesca dos camarões é feita com uso do aviãozinho (Fig. 3), uma arte de pesca local. Baseia-se na técnica de atração luminosa (Fig. 4) que funciona como armadilha para aprisionar (Fig. 4) e manter vivos os peixes e crustáceos para que, depois possam ser retirados.

Neste sistema não há necessidade de retirada da água do viveiro, não há geração de efluente, mantem-se a qualidade de água e o equilíbrio ecológico do ecossistema. A colocação das redes é feita ao anoitecer, no final do expediente de trabalho, combinando muito bem com a rotina dos funcionários. No início do dia seguinte é feita a colheita, mantendo a qualidade do pescado e fornecendo para o comprador. Para cada ponto de atração luminosa é possível se colocar até 6 redes de despesca, com capacidade de armazenar 30kg em cada.

A despesca com uso do aviãozinho pode ser utilizada durante o dia e a noite (Fig. 5). Porém, a noite é mais efetiva com o uso da atração luminosa já que os animais são atraídos mais facilmente, como é o caso do camarão que neste período possui maior atividade natatória (SANTOS, 2013).



O uso de diferentes tamanhos de malha permite fazer uma seleção dos animais que são capturados nas redes (Fig. 6). Os que são mantidos nos sacos são somente camarões maiores da população presente em cultivo, permanecendo os menores com possibilidade de melhor crescimento, pois reduz a competição por alimento e espaço. Portanto, na despesca é possível classificar os animais capturados, reduzindo-se a heterogeneidade do lote.

O custo operacional deste tipo de despesca é baixo, além de possibilitar a retirada de boas quantidades de camarão de forma escalonada de um mesmo viveiro. Isto traz como vantagem a possibilidade de planejar a venda da produção e evitar perdas comuns no sistema de despesca total. A utilização da despesca parcial com “aviãozinho” otimiza a mão de obra empregada tornando desnecessário a contratação de colaboradores adicionais.



## MATERIAL E MÉTODOS

O objetivo do trabalho dá ênfase a Gestão dos Custos de Produção (SILVA, 2013), realizando acompanhamento e análise do desempenho técnico econômico do cultivo do camarão visando subsidiar a administração (controle, organização, planejamento e tomada de decisão) dos responsáveis pela Fazenda.

Neste sentido, estabeleceu-se rotinas e procedimentos de acompanhamento, cálculo e análise de dados dos dois ciclos de produção da safra 2019/20, a saber:

Tabela 1: Início e término de cada ciclo produtivo, povoamento e estágio pós-larval.

Ciclo	Início	Término	Povoamento	Pós-larva (PL)
1º	26/09/2019	21/01/2020	Monofásico	PL18
2º	21/12/2019	08/05/2020	Monofásico	PL13

Fonte: Elaborada pelos autores

### Levantamento de dados técnicos

Procedeu-se o levantamento e acompanhamento dos Índices zootécnicos: biometria, sobrevivência, dados de produção e acompanhamento dos parâmetros de qualidade de água. O acompanhamento do oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C) com oxímetro. transparência (cm) com disco de Secchi e salinidade (ppt) com uso de um refratômetro, foi realizado pelos funcionários da UPA diariamente as 7h da manhã. Para acompanhamento do crescimento dos camarões, a biometria foi realizada com intervalos de 7 a 10 dias com tarrafa, sendo feito a pesagem dos animais com posterior contagem para se efetuar a média dos mesmos. A sobrevivência, medida em percentual, foi calculada na base da quantidade de animais despescados dividido pelo número de indivíduos estocados multiplicado por 100. O fator de conversão alimentar (FCA) foi calculado para o viveiro 3 no 1 ciclo por meio da divisão da quantidade de alimento fornecido pela biomassa final despescada.

No acompanhamento quinzenal os dados foram gerados por coletas de 3 amostras de água por viveiro em cultivo, que posteriormente eram analisados os parâmetros limnológicos no laboratório de qualidade de água da UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina). Para o primeiro ciclo foram realizadas 8 coletas e para o segundo ciclo 3 coletas no total. O segundo ciclo abrangeu os meses que se intensificaram os problemas com a pandemia do coronavirus recebendo assim um menor número de coletas.

a) Temperatura: as medidas de temperatura foram realizadas com o auxílio de um termômetro de mercúrio;

- b) pH: as medidas de pH foram realizadas utilizando um pHmetro Cienlab® calibrados com tampão pH 4,0 e pH 7,0;
- c) Oxigênio Dissolvido (OD): para as medidas de oxigênio dissolvido foi utilizado um oxímetro, previamente calibrado, de fabricação Quimis®;
- d) Salinidade: para a determinação da salinidade foi utilizado um refratômetro portátil de fabricação Instrutemp®.
- e) Turbidez: para as medidas de turbidez foi utilizado um Turbidímetro de fabricação Quimis®, previamente calibrado;
- f) Alcalinidade: método título métrico, uso de ácido clorídrico na medição.
- g) Determinação de Fosfato Dissolvido Total: foi empregado o método descrito em Baumgarten (1996);

Tabela 2: Acompanhamento do cultivo

Práticas durante o ciclo	Especificação	Periodicidade	Equipamentos
Biometria	Amostragem dos animais	Entre 7 e 10 dias	Tarrafa
Qualidade de água	Aferição de parâmetros	Diária	Oxímetro AT 170 – alfakit, Disco de Secchi e Refratômetro.
	Coleta de água dos viveiros	Quinzenal	Análise em laboratório

Fonte: Elaborada pelos autores

### Levantamento dos custos de produção

Para o levantamento dos dados econômicos realizou-se a observação e acompanhamento dos custos nos ciclos produtivos relacionados a atividade. Custos referem-se a todo tipo de recurso utilizado para gerar um produto final, o qual registre-se sua quantidade e preço. O Custo Total (CT) foi obtido da soma dos Custos Variáveis (ou também chamados de Despesas de Custeio) e os Custos Fixos (CF) (ARBAGE, 2012).

Segundo Silva (2013, p. 87) os “custos variáveis são aqueles que variam de acordo com a quantidade produzida”. Nos CV observou-se as despesas pagas e contabilizadas no período de cada um dos ciclos. Dentre essas despesas, a aquisição de pós-larvas e respectivo transporte, energia elétrica (conta paga no período) combustíveis (utilizado nas motos, motores e trator). Também se registra que o uso de ração ocorreu somente no ciclo 1 para o viveiro 3, ocasionado um custo adicional em relação aos demais viveiros e ao ciclo 2.

Contabilizou-se a mão de obra familiar como CV, estimando o número de horas trabalhadas (na gestão e produção), multiplicado pelo preço de referência da hora trabalhada por cada um dos três integrantes do grupo familiar envolvido. A quantidade registrada é variável em relação a área dos viveiros e produção alcançada, fato que justifica sua diferença entre os dois ciclos.

O componente manutenção, seja das máquinas/equipamentos como de benfeitorias tratam-se das somas de despesas apuradas com consertos, reparos e demais serviços de manutenção realizados em cada ciclo. No entanto, algumas despesas, como a manutenção de viveiros (serviços de máquinas/retroescavadeira) foi considerada como despesa relativa à safra 2019/2020, sendo seu valor dividido entre os dois ciclos realizados no período. O mesmo procedimento foi realizado com a manutenção dos aeradores e motobomba.

Não foram registradas despesas de comercialização, pois a venda, embora, realizada ao longo de 3 a 6 semanas, não implicaram em custos ao produtor (como frete, impostos ou mesmo serviços de despesca).

Os Custos Fixos (CF) são aqueles que ocorrem sempre, que independente da área plantada ou tecnologia utilizada, existem mesmo que não ocorra produção (SILVA, 2013). Para o levantamento e cálculo dos itens que compõem os Custos Fixos procedeu-se da seguinte maneira:

O cálculo da depreciação de benfeitorias, máquinas, equipamentos e implementos foi obtido através da fórmula linear ( $\text{Valor Atual} - \text{Valor Residual} / \text{Vida Útil}$ ). Para isto foi feito o inventário de todos bens fixos utilizados no sistema de produção, sendo considerado percentual de rateio para instalações (casa, galpão os quais são utilizados também em outras atividades da propriedade). O Valor Atual (VA) dos viveiros foi estimado, tomando como referência o preço da terra nua (ou pastagem) na região em relação ao preço de área com viveiro escavado. Esta diferença permitiu estimar o valor atual da benfeitoria (R\$/m<sup>2</sup>). Equipamentos como os aeradores, trator, motobombas e ferramentas, entre outros, observou-se o VA estimado de mercado para o item como as mesmas especificações. Benfeitorias e equipamentos que foram construídos na própria fazenda, estimou-se o VA com base nos custos dos materiais e serviços utilizados para sua produção (rede de despesca “aviãozinho” por exemplo). Observa-se que a soma dos valores atuais das benfeitorias, máquinas, equipamentos e implementos constitui o Valor do Capital Fixo empregado no sistema de produção e é referência para o cálculo da remuneração dos fatores de produção. O Valor Total da

Depreciação Anual (tanto do grupo das benfeitorias, como das máquinas, equipamentos e implementos) foi dividido entre os dois ciclos, ou seja, o número de ciclos efetivados na safra de 2019/20 na fazenda. Observa-se que alguns bens como trator, casa dos funcionários, galpão, ferramentas, rede de energia, comportas, taludes, e viveiros aplicaram-se percentuais de rateio, tendo em vista o grau de utilização de cada um deles (em horas/máquina, horas de uso) entre as várias atividades desenvolvidas na unidade produtiva.

Como “Outros Custos Fixos” foi considerada a mão de obra permanente referente a 75% do salário mensal pago a dois funcionários da fazenda, tendo em conta a duração de cada um dos ciclos. Foram registrados, ainda, os custos do licenciamento da atividade, que ocorreu em 2019/20 e cujo valor pago foi contabilizado em amortizações anuais (metade no ciclo 1 e a outra no ciclo 2) em 15 anos.

Os resultados econômicos apurados seguem a metodologia dos Custos de Produção dispostos por Arbage (2012) conforme segue:

Custo Total (CT) = Custos Variáveis (CV) + Custos Fixos (CF)

Custo Operacional Total (COT) = Custos Variáveis (CV) + Outros Custos Fixos (OCF) + Depreciações (D)

Margem Bruta (MB) = Receita Total (RT) – Custos Variáveis (CV)

Margem Líquida (ML) = Receita Total (RT) – Custo Operacional Total (COT)

Lucro (L) = Receita Total (RT) – Custo Total (CT)

Os resultados levaram em consideração a metodologia de Matsunaga (1975) e assim apuram o COT para o cálculo da ML. No entanto, apresenta-se também o resultado em termos do conceito de L, o que inclui na planilha de cálculo a Renda dos Fatores de Produção (Capital e Terra) empregados no sistema. MB e ML, CT e L são calculados em termos de valores de cada componente do custo, bem como do seu valor por unidade de produto (preço/kg de camarão produzido).

Os custos são correlacionados com as receitas obtidas nos dois cultivos. Assim, a análise do desempenho econômico pretende relacionar os aspectos técnicos (ou zootécnicos) com os aspectos econômicos, explorando a seguir os pontos considerados mais relevantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### O 1º Ciclo Produtivo – resultados do sistema de produção

O primeiro ciclo produtivo se deu ao longo de 118 dias, e apresentou os seguintes parâmetros de qualidades de água, segundo a Tabela 3.

Tabela 3: Parâmetros de qualidade de água do 1º ciclo

Viveiros						
Variáveis limnológicas	V3		V4		V5	
	(min-max)	Média	(min-max)	Média	(min-max)	Média
Temperatura (°C)	(17,7-27,6)	22,6± 1,8	(17,5-27,7)	22,4 ± 2	(17-27,8)	22,7± 2
Oxigênio dissolvido (mg/L)	(1,5-8,5)	3,8± 0,97	(0,5-8,77)	3,2± 0,95	(1,1-8,33)	3,3± 0,8
Salinidade (g/L)	(13-25)	18± 2,9	(13-25)	18± 2,7	(14-25)	17± 2,5
Transparência (cm)	(25-35)	30± 1,7	(27-50)	33± 4,8	(25-35)	30± 1,9
Fósforo total dissolvido (mg/L)	(0,0705-0,1822)	0,1294± 0,04	(0,0344-0,1140)	0,0652± 0,03	(0,0362-0,1260)	0,0745± 0,02
pH	(7,55-8,32)	-	(7,64-8,30)	-	(7,61-8,44)	-
Alcalinidade (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	(140-229)	185± 29,3	(130-167)	141± 10,5	(139-150)	146± 3,2
Turbidez (NTU)	(12,03-40,57)	25,8± 5,45	(4,96-23,6)	12,8± 6,3	(5,88-93,50)	30,7± 23,9

Fonte: dos próprios autores.

Os parâmetros de qualidade da água apresentados na tabela 3 situam-se dentro da faixa ideal proposta por Boyd (2002), a exceção das baixas temperaturas (entre 18 a 23°C) registradas no período, mas que pareceram não ter produzido efeitos negativos no crescimento do camarão. Na Tabela 4, apresenta-se os dados zootécnicos obtidos no 1º Ciclo produtivo:

Tabela 4: Índices zootécnicos do 1º ciclo

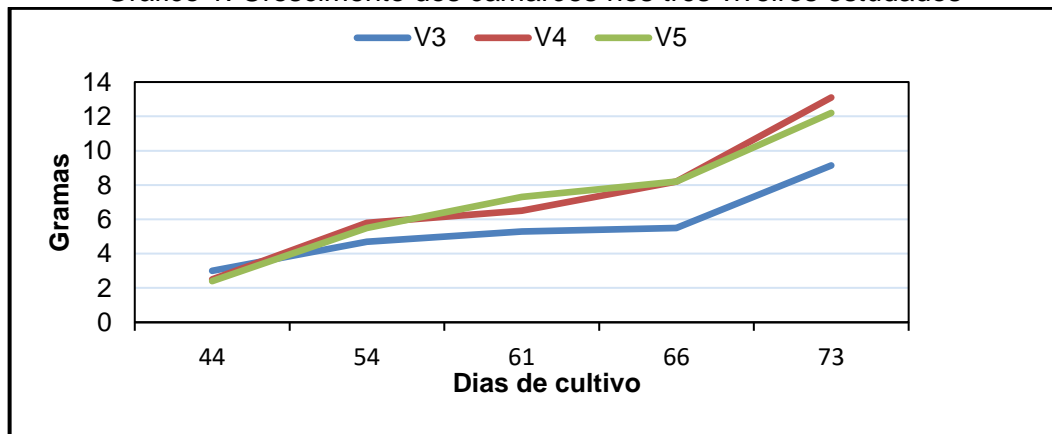
Viveiros	Área (ha)	Pós-larvas (mil)	Produção (kg)	Peso (g)	Densidade (cam/m <sup>2</sup> )	Sobrevivência (%)	Produtividade (kg/ha)
3	4	390	1.872	9	9,75	48	468
4	4	300	2.047	13,5	7,5	68,2	512
5	5,7	300	2.244	14,7	5,25	74,8	394
MÉDIA	13,7	990	6.163	12,4±2,27	7,5± 1,5	62,25± 10,4	458± 42,67

Fonte: dos próprios autores.

O sistema apresentou uma produção equivalente ao sistema extensivo, no qual a produtividade gira em torno de 450kg/ha/ano (ASSAD, 2019), e a densidade de cultivo em torno de 5-10 cam/m<sup>2</sup> (BRDE, 2004).

Segundo o Gráfico 1, o viveiro 4 foi o que demonstrou maior crescimento dos camarões com peso final de 13,1g em 73 dias. O viveiro 5 apresentou o peso de 12,2g e o viveiro 3 com 9,1g. Conforme a Tabela 4, o que obteve maior produção foi o viveiro 5 com 2.244kg, maior peso médio despescado e menor densidade de cultivo comparado aos demais. Já o viveiro 3 mostrou crescimento lento, com maior densidade de cultivo como também recebeu oferta de alimento balanceado, cerca de 950kg, para um total despescado de 1.872kg, resultando numa FCA de 0,51. Tal fato supõe que pela menor presença de alimentos naturais, perifiton, e toda comunidade planctônica tenha contribuído pela menor taxa de crescimento. Outro fator pôde ter sido o manejo de arraçoamento, pois a entrada da ração se deu somente a partir da terceira semana de cultivo e posteriormente com a terminação (início de dezembro) dos animais. A sobrevivência foi maior para os viveiros com menores densidades de estocagem.

Gráfico 1: Crescimento dos camarões nos três viveiros estudados



Fonte: dos próprios autores.

## O 2º ciclo produtivo – resultados do sistema de produção

O segundo cultivo durou cerca de 140 dias e apresentou os seguintes parâmetros de qualidade da água segundo a Tabela 5.

Tabela 5: Parâmetros de qualidade de água do segundo ciclo

Variáveis limnológicas	Viveiros					
	V3		V4		V5	
	(min-max)	Média	(min-max)	Média	(min-max)	Média
Temperatura (°C)	(16,3-27,9)	24,4±1,77	(17-27,7)	24,3±1,86	(17-27,8)	24,6±1,8
Oxigênio dissolvido (mg/L)	(1,2-6,3)	3,2±0,99	(0,9-6,1)	3,1±1,03	(0,3-6)	2,8±1,05
Salinidade (g/L)	(20-25)	22±1,83	(20-25)	22±1,72	(20-25)	23±2,04
Transparência (cm)	(28-35)	30±0,58	(30-65)	39±4,93	(25-35)	31±1,75
Fósforo total dissolvido (mg/L)	(0,1285-0,1875)	0,1549±0,02	(0,0474-0,0939)	0,0644±0,02	(0,0437-0,0764)	0,0572±0,01
pH	(7,4-7,82)	-	(7,55-7,7)	-	(7,46-7,59)	-
Alcalinidade (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	(161-193)	174±12,9	(140-196)	166±20	(145-185)	166±13,6
Turbidez (NTU)	(21-41,66)	28,34±8,88	(3,51-7,2)	5,79±1,52	(12,13-41,7)	17,79±5,58

Fonte: dos próprios autores.

Conforme esta tabela, exceto as temperaturas médias, que se registraram foram ligeiramente maiores quando comparado ao ciclo 1, todos os demais parâmetros ficaram dentro das variáveis sugeridas por Boyd (2002).

Tabela 6: Índices zootécnicos referentes ao 2º ciclo

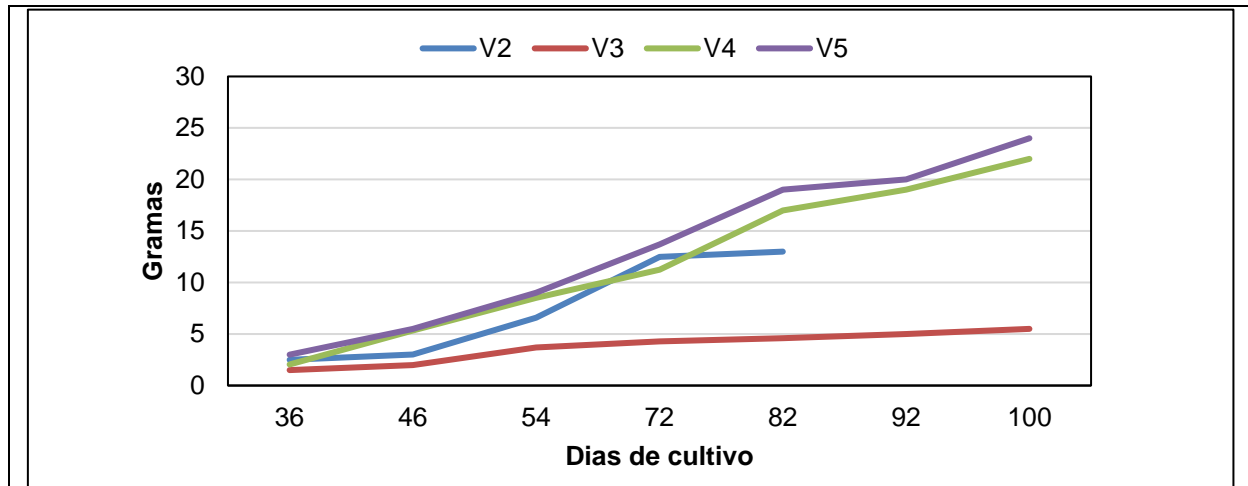
Viveiros	Área (ha)	Pós-larvas (mil)	Produção (kg)	Peso (g)	Densidade de (cam/m <sup>2</sup> )	Sobrevivência (%)	Produtividade de (kg/ha)
2	4	100	941	12	2,5	94,1	235
3	4	280	609	5,5	7	21,75	152,25
4	4	280	2.057	16,5	7	73,45	514,25
5	5,7	440	2.962	16	7,7	67,3	520,70
TOTAL/MÉDIA	17,7	1.090	6.565	13±3,75	6±1,8	64,1±21,2	351±161,9

Fonte: dos próprios autores.

Com a presença de mais um viveiro para cultivo, o 2º ciclo apresentou uma produção total de 6.565kg, aproximando-se da produção do 1º ciclo. Todavia, a produtividade média do 2º ciclo foi bem inferior, devido à baixa densidade (2,5m<sup>2</sup>), a maior área total de viveiros e à pequena produção obtida no viveiro 3.

Os resultados obtidos referentes ao desempenho zootécnico em gramas confrontados aos dias de cultivos estão detalhados no Gráfico 2.

Gráfico 2: Crescimento dos camarões nos viveiros estudados



Fonte: dos próprios autores.

Conforme pode ser visualizado no gráfico acima, o viveiro 5 e 4 demonstraram maior crescimento comparado aos demais, com peso de 24 e 22g respectivamente, em 100 dias de cultivo. O viveiro 2 apresentou um desempenho satisfatório com 13g em até 82 dias; porém, o viveiro 3 alcançou o menor crescimento chegando a somente 5,5g. Conforme a Tabela 6, o que obteve maior produção foi o viveiro 5 com 2.962kg, possivelmente por ter recebido a maior densidade de estocagem.

Segundo Ostrensky; Cozer; Silva (2017) os camarões são ectotérmicos, ou seja, são animais intimamente influenciados pela temperatura externa, afetando assim sua temperatura corporal e seu metabolismo. Para Kubitza (2003), as temperaturas mais adequadas ao crescimento estão entre 28 e 30°C; porém, quando estas estão entre 22 e 24°C, o consumo de alimento praticamente cai pela metade. Todavia Ponce-Palafox.; Martinez-Palacios; Ross (1997) obtiveram melhores resultados de crescimento em temperaturas entre 25-35°C. Contudo, com temperatura ao redor de 20°C, como encontrado durante o cultivo, os animais apresentam relativa inatividade e menor consumo de alimento, ao passo que com temperatura de 35°C demonstraram a maior taxa de consumo. Os mesmos autores também indicaram que a maior sobrevivência de juvenis nas interações de temperaturas de 20 e 30°C com salinidade abaixo de 20%. Entretanto, Ponce-Palafox.; Martinez-Palacios; Ross (1997) sugerem que a temperatura ótima de crescimento está relacionada com o tamanho dos animais. Para camarões menores que 5g, pode ser maior que 30 °C, enquanto para os maiores é de 27°C. A salinidade variou entre 17 e 25%. Dentro do apontado por Vinatea (1997) como a faixa ideal que deve estar entre 15 e 25%.



Para o oxigênio dissolvido (OD) os dois ciclos apresentaram médias acima de 3mg/L. Para Campos et al (2008), a concentração de OD é a variável que mais influencia o bem-estar dos organismos aquáticos. Diversos fatores explicam a relação entre consumo e produção de OD na água. Quando a fotossíntese promovida pelo fitoplâncton é maior que a respiração no sistema, este promove o sequestro de CO<sub>2</sub> e fornece O<sub>2</sub> para os organismos presentes (BOYD; TUCKER, 1998). Tidwell (2012) salienta que durante esse processo ocorre a assimilação de nutrientes minerais, a produção de matéria orgânica e a retirada de compostos tóxicos como a amônia. Porém, as concentrações de OD dependem de várias interações químicas, físicas e biológicas de adição ou remoção do OD. Estas concentrações são afetadas por cinco fatores: 1 (interação água-atmosfera), 2 (consumo de oxigênio do sedimento/fundo), 3 (respiração dos animais), 4 (respiração da comunidade planctônica) e 5 (fotossíntese). Boyd (2002) afirma que os valores de OD devem estar acima de 3mg/L; porém, foi observado períodos de OD críticos, com valores de 0,3 a 1,5 mg/L. Valores abaixo de 2mg/L restringem o crescimento e favorecem a mortalidade dos camarões (PÁEZ-OSUNA, 2001).

A média da transparência dos cultivos esteve dentro da faixa recomendada por Boyd (2002), que é de 30-45cm. Segundo Sá (2012) a transparência é medida pelo disco de Secchi, que possibilita, por analogia, a visualização da produtividade primária. Logo, para alta transparência (>60cm), arremete a pequena densidade de fitoplâncton, já em baixa transparência (<20cm), demonstra grande densidade da mesma. O mesmo autor ressalva a importância do fitoplâncton como forma de proteção dos raios ultravioletas (UV) que acarretam danos consideráveis aos animais, como doenças e feridas. Contudo, em casos de grande densidade algal, estas promovem o consumo do próprio OD durante a noite.

O pH dos cultivos se manteve na faixa ideal, entre 7 e 9, que, segundo Boyd (2002), apresentam-se como valores dentro dos recomendáveis. Sá (2012) destaca a importância do pH como medidor da concentração de íons H<sup>+</sup>. Quanto maior a concentração desse íon maior será a acidez e quanto menor a concentração, mais básico ele se torna. Seu efeito sobre a vida dos animais é na velocidade das reações enzimáticas, dentre elas, boa atividade natatória, aproveitamento dos alimentos, multiplicação celular e até no crescimento.

Queiroz (2006) afirma que a Resolução do CONAMA n°357/2005 determina que as concentrações de fósforo total dissolvido em água salobra de classe 1 devem

apresentar teores menores que 0,124 mg/L. Os viveiros 4 e 5 não receberam aporte de alimento balanceado e apresentaram valores abaixo da norma. Porém, o viveiro 3 recebeu aporte de ração e apresentou valores médios acima do permitido, com cerca de 0,1294 e 0,1549mg/L para o ciclo 1 e ciclo 2, respectivamente.

Conforme Boyd (2002), o fósforo pode ser encontrado dissolvido ou particulado. Quando particulado é fortemente adsorvido ao sedimento no fundo do viveiro, se ligando a vários fosfatos de ferro, alumínio e cálcio. Quando na forma inorgânica/dissolvida, é assimilado pelas plantas em geral e incorporado na sua biomassa. Mediante a teia trófica é passado para os animais, que quando morrem ocorre atividade microbiana promovendo a mineralização. Isto explica a acumulação do fósforo no ecossistema aquático e implicando no aumento dos teores de fósforo dissolvido total após a entrada da ração no viveiro 3. A entrada do fósforo no sistema também afeta a comunidade planctônica por alterar o balanço N:P.

Os valores médios de alcalinidade dos viveiros em ambos ciclos (163mg/L) estiveram um pouco acima das reportadas por Boyd (2002). No cultivo do *Litopenaeus vannamei* em sistema bioflocos foi constatado que em densidades de 165 cam/m<sup>3</sup> pode ser realizado com alcalinidade em 40 a 160 mg/L, sem comprometer os índices zootécnicos do cultivo (PIÉRRRI, 2012). Segundo Sá (2012), a calagem promove diversos benefícios no cultivo do camarão, dentre eles: correção do pH do solo e da água, aumento da alcalinidade (poder-tampão), reserva de carbono inorgânico para fotossíntese, manutenção de elementos metálicos no sedimento, aumento da taxa de ciclagem dos nutrientes favorecendo a ação de comunidades bacterianas decompositoras por meio da elevação do pH, fonte de cálcio e desinfecção do viveiro.

Segundo Ostrensky (2017), a turbidez é a medida da dispersão da luz produzida pela presença de partículas coloidais ou em suspensão na água. Quanto mais partículas, maior a turbidez, que conseqüentemente reduz a produção fotossintética das algas. Expresso em Nephelo metric Turbidity Unity (NTU), os valores médios de turbidez dos viveiros em ambos os ciclos se apresentaram dentro das determinações (<100 NTU) dispostas pela resolução do CONAMA n°357/2005 (QUEIROZ, 2006).

As tabelas 7 e 8 apresentam as receitas brutas obtidas com as vendas dos camarões e os respectivos preços médios pagos pelo mercado regional.

Tabela 7: Receita Bruta do 1º Ciclo

Viveiro	Unidade	Quantidade	Valor (R\$/kg)	Valor Total (R\$)	Part %/total
3	kg	1.872	21,94	41.071,68	29
4	kg	2.047	23,20	47.490,40	33
5	kg	2.244	24,08	54.035,52	38
TOTAL	kg	6.163	23,14	142.597,60	100

Fonte: dos próprios autores.

Tabela 8: Receita Bruta do 2º Ciclo

Viveiro	Unidade	Quantidade	Valor (R\$/kg)	Valor Total (R\$)	Part %/total
2	kg	941	20	18.820	13,1
3	kg	609	20	12.180	9
4	kg	2.057	22,35	45.973,95	32
5	kg	2.962	22,35	66.200,70	46
TOTAL	kg	6.569	21,80	143.174,65	100

Fonte: dos próprios autores.

As Tabelas 9 e 10 apresentam os custos de produção do 1º e 2º ciclo:

Tabela 9: Custos de produção do 1º Ciclo

Componentes do Custo	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total	Part %/CT	R\$/kg/
<b>B. CUSTOS VARIÁVEIS</b>						
<b>I. Insumos</b>						
Pós Larvas	milheiro	990,00	15,00	14.850,00	18%	2,41
Transporte Pós Larvas	Unidade	1,00	2.400,00	2.400,00	3%	0,39
Ração Engorda (35% proteína)	sacas (25kg)	34,00	87,00	2.958,00	5%	0,48
Ração PL (40% proteína)	sacas (25kg)	4,00	100,00	400,00	1%	0,06
<b>Total de Insumos (I)</b>				<b>20.608,00</b>	<b>25%</b>	<b>3,34</b>
<b>II. Serviços Terceirizados</b>						
Eletricista		3,00	400,00	600,00	1%	0,10
<b>Total de Serviços (II)</b>				<b>600,00</b>	<b>1%</b>	<b>0,10</b>
<b>III. Mão de Obra Familiar</b>						
Familiar	horas/mês	180	20,00	3.600,00	4%	0,58
<b>Total de Mão de Obra Familiar (III)</b>				<b>3.600,00</b>	<b>6%</b>	<b>0,58</b>
<b>IV. Manutenção</b>						
Manutenção de Viveiros	h/maq	115,00	130,00	7.475,00	9%	1,21
Manutenção de Máquinas, equip e implem	Unidade	1,00	500,00	500,00	1%	0,08
Manutenção de Máquinas, equip e implem	Unidade	9,00	220,00	1.980,00	3%	0,32
<b>Total da Manutenção (IV)</b>				<b>9.955,00</b>	<b>17%</b>	<b>1,62</b>
<b>V. Outros Custos Variáveis</b>						
Energia Elétrica	mensal	4	3035,77	12143,08	14%	2
Combustíveis	mensal	4,00	500,00	2000,00	2%	0,32
<b>Subtotal Outros custos variáveis</b>				<b>14143,08</b>	<b>17%</b>	<b>2,29</b>
<b>B. Total dos Custos Variáveis (I + II + III + IV+V)</b>					<b>48.906,08</b>	<b>7,94</b>
<b>C. CUSTOS FIXOS</b>						
<b>VII. Depreciação e Exaustão</b>						
Depreciação de Máquinas, Imp, Equip				1821,08	1%	0,30
Depreciação das Benfeitorias	Unidade			5.482,04	4%	0,89
<b>Total de Depreciação (VII)</b>				<b>7.303,12</b>	<b>5%</b>	<b>1,18</b>
<b>VIII. Outros Custos Fixos</b>						
Licenciamento		1	7000,00	233,33	0%	0,04
Funcionários Permanentes	nº	2	10.000,00	15.000,00	11%	2,43
Juros Empréstimo		1	6.300	6.300,00		
<b>Total de Outros Custos Fixos (VIII)</b>				<b>21.533,33</b>	<b>15%</b>	<b>3,49</b>
<b>IX. Renda dos fatores de produção</b>						
Remuneração da Terra 2% a. a.	Há	13,7	20.000,00	2.740,00	2%	0,44
Remuneração do Capital (fixo) 2% a.a.	Unidade			3.485,91	2%	0,57
<b>Total do custo dos fatores de produção (VI)</b>				<b>6.225,91</b>	<b>4%</b>	<b>1,01</b>
<b>C. Total dos Custos Fixos (VII + VIII + IX)</b>				<b>35.062,36</b>	<b>25%</b>	<b>5,69</b>
<b>D. CUSTO OPERACIONAL (B + VII + VIII)</b>				<b>77.742,53</b>	<b>55%</b>	<b>12,61</b>
<b>F. CUSTO TOTAL (B + C)</b>				<b>83.968,44</b>	<b>59%</b>	<b>13,62</b>

Fonte: dos próprios autores.

Tabela 10: Custos de produção do 2ºCiclo

Componentes do Custo	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total	Part %/CT	R\$/kg/
<b>B. CUSTOS VARIÁVEIS</b>						
<b>I. Insumos</b>						
Pós Larvas	milheiro	1.100,00	16,00	17.600,00	20%	2,68
Transporte Pós Larvas	Unidade	1,00	2.400,00	2.400,00	3%	0,37
<b>Total de Insumos (I)</b>				<b>20.000,00</b>	<b>22%</b>	<b>3,04</b>
<b>II. Serviços Terceirizados</b>						
Eletricidade		3,00	400,00	600,00	1%	0,09
<b>III. Mão de Obra Familiar</b>						
Familiar	horas/mês	180	20,00	3.600,00	4%	0,55
<b>IV. Manutenção</b>						
Manutenção de Viveiros	h/maq	115,00	130,00	7.475,00	8%	1,14
Manutenção de Máquinas, equip e implem	Unidade	1,00	4.000,00	4.000,00	4%	0,61
Manutenção de Máquinas, equip e implem	Unidade	3,00	220,00	660,00	1%	0,10
Manutenção de Comportas	unidade	1,00	1.000,00	1.000,00	2%	0,15
<b>Total da Manutenção (IV)</b>				<b>13.135,00</b>	<b>15%</b>	<b>2,00</b>
<b>V. Outros Custos Variáveis</b>						
Energia Elétrica	mensal	4	3.035,77	12.143,08	14%	1,85
Combustíveis	mensal	4,00	500,00	2000,00	2%	0,30
<b>Subtotal Outros custos variáveis</b>				<b>14143,08</b>	<b>16%</b>	<b>2,15</b>
<b>B. Total dos Custos Variáveis (I + II + III + IV+V )</b>					<b>51.478,08</b>	<b>7,84</b>
<b>C. CUSTOS FIXOS</b>						
<b>VII. Depreciação e Exaustão</b>						
Depreciação de Máquinas, Imp, Equip				1821,08	2,0%	0,28
Depreciação das Benfeitorias	Unidade			7047,42	7,9%	1,07
<b>Total de Depreciação (VII)</b>				<b>8868,50</b>	<b>10,0%</b>	<b>1,35</b>
<b>VIII. Outros Custos Fixos</b>						
Licenciamento		1	7000,00	233,33	0%	0,04
Funcionários Permanentes	nº	2	10.000,00	15.000,00	10%	2,28
Juros de empréstimo		1	6.300	6.300,00	4%	0,96
<b>Total de Outros Custos Fixos (VIII)</b>				<b>21.533,33</b>	<b>15%</b>	<b>3,28</b>
<b>IX. Renda dos fatores de produção</b>						
Remuneração da Terra 2% a. a.	Há	17,7	20.000,00	3.540,00	2%	0,54
Remuneração do Capital (fixo) 2% a.a.	Unidade			3.485,91	2%	0,53
<b>Total do custo dos fatores de produção (VI)</b>				<b>7.025,91</b>	<b>5%</b>	<b>1,07</b>
<b>C. Total dos Custos Fixos (VII + VIII + IX)</b>				<b>37.427,74</b>	<b>26%</b>	<b>5,70</b>
<b>D. CUSTO OPERACIONAL (B + VII + VIII)</b>				<b>81.879,91</b>	<b>57%</b>	<b>12,46</b>
<b>F. CUSTO TOTAL (B + C )</b>				<b>88.905,82</b>	<b>62%</b>	<b>13,53</b>

Fonte: dos próprios autores

De acordo com a metodologia descrita neste trabalho, salienta-se que o Custo Total aferido considera não somente os custos diretos ou operacionais, mas agrega a renda dos fatores de produção mobilizados (capital e área de terra), raramente contabilizados entre os custos. Neste sentido, mesmo com essa mensuração como “custo de oportunidade”, os custos não alcançaram entre 60 e 62% da receita bruta total. Também se observa que foi computado como custo a mão de obra própria (familiar) compatível com o praticado no mercado regional. Na prática, este valor correspondente a 4% do CT, que não se materializa como despesa direta, mas indica que o sistema suporta o pagamento de toda a força de trabalho empregada. Quando esta é própria, em termos de gestão, o que se verifica é uma economia do desembolso financeiro e apropriação deste valor pelas pessoas que executam parte do trabalho, mas que, ao mesmo tempo, são responsáveis pela gestão.

De modo a sistematizar as informações dos dois ciclos, apresenta-se na Tabela 11 alguns dos principais resultados econômicos obtidos na safra 2019/20.

Tabela 11: Indicadores econômicos referentes ao Ciclo 1, Ciclo 2 e a safra 2019/20

Indicadores Econômicos	Unidade	Valores		
		1º Ciclo	2º Ciclo	Safra 2019/20
Preço Médio/Venda	R\$/kg	23,14	21,80	22,47
Receita Bruta	R\$/total	142.597,60	143.174,65	285.772,25
	R\$/ha	10.408,58	8.088,96	9.101,02
Custo Total	R\$/total	83.968,44	88.905,82	172.874,26
	R\$/ha	6.129,08	5.022,92	5.505,55
Margem Bruta	R\$/total	93.691,52	91.696,57	185.388,09
	R\$/ha	6.838,8	5.180,59	5.904,07
Margem Líquida	R\$/total	64.855,07	61.294,74	126.149,81
	R\$/ha	4.733,95	3.462,97	4.017,51
Lucro	R\$/total	58.629,16	54.268,83	112.897,99
	R\$/ha	4.279,50	3.066,03	3.595,48
	R\$/kg	9,51	8,26	8,88

Fonte: Elaborada pelos autores

Em levantamento de custo de produção realizado em Mossoró-RN (BRESSA JÚNIOR; HENRY-SILVA, 2018), com diferentes manejos e densidades de estocagem, entre 92, 14 e 8 camarões/m<sup>2</sup>, para os tratamentos M1, M2, M3, com tempo de cultivo de 79 dias, apresentaram custo/kg de camarão produzido de R\$58,74, R\$17,85 e R\$19,14, respectivamente. Com o valor elevado dos custos no tratamento M1, este não viabilizou economicamente a atividade. Porém, os demais tratamentos demonstraram-se mais lucrativos podendo chegar a M2 (R\$17.365,67) e M3 (R\$9.374,20) por hectare/ano, com a ressalva de preço médio pago por kg de camarão de R\$ 27,88. Mesmo assim, chama atenção que o CT deste sistema de produção é bem superior aos resultados aferidos na UPA, ainda que as condições dos ecossistemas costeiros nordestinos permitirem a produção de vários ciclos durante um ano, diferente das condições encontradas no sul do Brasil. Com efeito, um número maior de ciclos cria condições para otimizar a estrutura permanente utilizada pelo empreendimento, diminuindo o peso dos Custos Fixos no custo unitário.

Segundo Shiau (1998), os custos da ração na carcinicultura podem representar acima de 50% dos custos de produção em fazendas modernas.

Deve-se destacar a importância da margem líquida total (ML), que segundo a metodologia utilizada nesta análise, equivale ao Custo Operacional. Caso ela fosse positiva, o produto examinado teria como resultado final prejuízo (RB inferior ao CT); ainda assim, o sistema estaria operando dentro de uma situação que alguns autores

apontam como desempenho econômico gerador de capitalização para os ciclos seguintes.

O lucro está relacionado com a receita decrescida do custo total, o qual foi maior para o ciclo 2, reduzindo sua lucratividade. Os valores totais alcançados por unidade de área e por unidade de produto são parâmetros para comparar a rentabilidade gerada no sistema de produção em análise tanto como outros sistemas de cultivo de camarões, bem como a capacidade de outros produtos agropecuários e aquícolas. Contudo, este exercício comparativo não foi feito nos limites deste trabalho.

### **Comercialização**

A cadeia produtiva do camarão é em termos de mercado semelhante ao da cachaça de acordo com Schoeninger; Coelho; Silochi, (2014, p.294):

(...) a decisão de investimento na produção da aguardente pode ser direcionada por dois mercados específicos, o da produção industrial voltada ao consumo de massa, cujo ganho se dá pelo volume de produção, pois a margem do produto é reduzida; e o outro é o mercado diferenciado que valoriza o produto mais artesanal e de qualidade, que neste caso o ganho se dá pela agregação de valor e maior preço unitário. O primeiro mercado demanda de uma estrutura de produção industrial, com um maior volume de capital investido, de modo a conseguir economia de escala e volume de produção, enquanto o segundo demanda menor investimento em estrutura produtiva e maior investimento em qualidade, embalagem e diferenciação.

O preço do camarão regional é regido pelo valor de venda praticado pelos compradores (atravessadores, donos de peixarias, beneficiadores) da região, e também, sofre interferência dos preços praticados pelos grandes empreendimentos da cadeia produtiva instalados na região nordeste do país. Os preços variam em grande parte, de acordo com a oferta do produto (sazonalidade), seja ela de origem da pesca ou de cultivo, tamanho do animal, homogeneidade do lote e época de venda (Natal, fim de ano e Páscoa).

Estudo realizado por Makufka (2004), constatou-se que os consumidores que compravam os camarões no mercado público de Florianópolis não sabiam a procedência dos animais. Em sua maioria, compravam mesmo como “Camarão de Laguna”, sugerindo que fosse oriundo dos estuários lacunares ou de algum tipo de criação situada no município. Nota-se que esta referência é utilizada em várias praças de mercado para justificar um preço mais elevado em relação a outros tipos de camarão. Há uma ideia construída entre os consumidores que a origem de Laguna,

indica um tipo de camarão maior, de coloração escura, consistência firme. Nestes termos, a referência a Laguna estabelece uma indicação geográfica qualificada.

Observamos que o sistema de produção adotado na Fazenda Marmironda resultou em um camarão com características similares ao de melhor qualidade encontrado nos estuários lacunares. Por ser cultivado em uma água abundante de microalgas pardas (diatomáceas) confere cor marrom, cor do fundo/solo escura, ao camarão fresco, e após cozimento um colorido exuberante, características muito valorizadas pelos compradores locais, e foram comercializados como “camarão Laguna”.

No mercado local há no momento um processo de indicação geográfica para o camarão Laguna para distinguir produção local criando-se outras estratégias de reconhecimento da qualidade do produto.

Dentre as formas de comercialização promovidas neste sistema de produção está à venda direta do produtor ao consumidor, fortalecendo circuitos curtos. De acordo com Darolt et al (2016, p 2) os circuitos curtos “caracterizam um circuito curto como aquele no qual um produto chega nas mãos do consumidor com informações que lhe permitam saber onde o produto foi produzido (lugar), por quem (produtor) e de que forma (sistema de produção)”.

Os circuitos curtos de comercialização se articulam a redes alimentares alternativas que envolvem valores sociais, econômicos, ambientais e políticos, os quais contribuem para o consumo consciente. Eles promovem o desenvolvimento, novas relações entre produção-consumo, ressaltando características locais das comunidades, tradições, modo de vida, valorização do saber-fazer, cuidado com a paisagem, preços justos, produtos ecológicos, criação de vínculos entre produtor-consumidor melhorando a conexão entre consumidor e o produto alimentar (DAROLT et al., 2016).

## **CONCLUSÃO**

Este trabalho aprimora as metodologias de custo de produção para sistemas da carcinicultura, a fim de aproximá-las da realidade atual, tendo em vista um sistema de produção com boa lucratividade, baixo impacto ambiental e pequeno risco econômico. Assim levando a redução e otimização de custos com manejo de alimentação e despesca.

O estudo demonstra a viabilidade desse sistema produtivo, com valorização do conhecimento tradicional alinhado a técnicas de produção atuais. Delineia-se um novo padrão de relação entre consumidor-produtor, desenvolvimento local sustentável e a segurança alimentar.

## REFERENCIAS

ARBAGE, A. **Fundamentos da Economia Rural**. 2ª Ed. Chapecó, Argos, 2012.

ASSAD, Luiz Tadeu. **Como montar uma criação de camarão Coleção Ideias e negócios, Sebrae, 2019**. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Aquicultura%20%20Como%20montar%20uma%20cria%C3%A7%C3%A3o%20de%20camar%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 05 jun 2020.

BARBIERI, Roberto. Carlos; OSTRESKY NETO, Antônio. **Camarões marinhos (reprodução, maturação e larvicultura)**. Viçosa/ MG, Aprenda Fácil Editora ,2001.

BARBIERI, Roberto Carlos. **Camarões marinhos - Engorda**. Viçosa/MG, Aprenda Fácil Editora. 2002.

BOYD, Claude. **A Qualidade da Água para Aqüicultura de Viveiros**. Recife/PE: ABCC, 2002.

BOYD, Claude. QUEIROZ, Júlio, MCNEVIN, Aaron. **Perspectives on the responsible aquaculture movement. World Aquaculture, Dezembro, 2013**. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Claude\\_Boyd/publication/277719220\\_Perspectives\\_on\\_the\\_responsible\\_aquaculture\\_movement/links/5571d95908aeacff1ff9176f/Perspectives-on-the-responsible-aquaculture-movement.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Claude_Boyd/publication/277719220_Perspectives_on_the_responsible_aquaculture_movement/links/5571d95908aeacff1ff9176f/Perspectives-on-the-responsible-aquaculture-movement.pdf). Acesso em 05 jul 2020.

BOYD, Claude.; TUCKER, Craig. **Pond aquaculture water quality management**. New York/USA, 1ª Ed, Springer, 1998.

BRDE - Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. **Cultivo do camarão em Santa Catarina : panorama geral, reprodução e larvicultura**. Florianópolis : BRDE, 2004.

BRESSA JUNIOR, A. P.; HENRY-SILVA, G. **Avaliação zootécnica e econômica da criação de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) em diferentes estratégias de manejo e densidades**. Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia. Belo Horizonte v.70 n.6, Nov./Dec. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10202> Acesso em 06 jul 2020.

CAMPOS, Agnelo. Augusto. et al (2008). Qualidade da água em fazenda de camarão marinho (*litopenaeus vannamei*) com sistema de recirculação parcial. **Ciência Animal Brasileira**, 9(4), 819-826. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/52>. Acesso: 05 jun 2020



COSTA, Carolina Mendes; VALENTI, Wagner Cotroni; KIMPARA, Janaina Mitsue. **A carcinicultura marinha emite ou sequestra carbono?** In: Congresso Brasileiro de Aquicultura e Biologia Aquática, 8., 2018, Natal. **Resumos**. [Natal: Aquabio], 2018. Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/189059/1/Aquaciencia-2018-CARCINICULTURA.pdf>. Acesso em 04 jun 2020

DAROLT, Moacir Roberto et al. Redes Alimentares Alternativas e Novas Relações Produção-Consumo na França e no Brasil. **Ambient. soc. [online]**. 2016, vol.19, n.2, pp.1-22. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC121132V1922016>. Acesso em 01 jun 2020

FAO. Consulta Técnica FAO/BANGKOK sobre políticas para el Cultivo Sostenible del Camarón. Bangkok, **Informe de Pesca n.562**, 31, 1998.

KUBITZA, Fernando. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí/SP, 1º Edição,: Ed Fundação Kubitza, 2003.

KUMAR, Saurav et al. **Effect of periphyton (aquamat) on water quality, nitrogen budget, microbial ecology, and growth parameters of *Litopenaeus vannamei* in a semi-intensive culture system**. **Aquaculture**

Volume 479, 1 October 2017, Pages 240-249. Disponível em:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.05.048> Acesso em 20 jun 2020.

LAGUNA: **Prefeitura Municipal de Laguna**. Disponível em: <https://www.laguna.sc.gov.br> 2019. Acesso em: 06 jun de 202

MAKUFKA, Mérlin. **Comportamento do Consumidor Final de Camarões Marinhos em Florianópolis/SC**. Universidade Federal de Santa Catarina. Trabalho de Conclusão de Curso Economia, 2004. Disponível em: <http://tcc.bu.ufsc.br/Economia300300.PDF>. Acesso em: 02 jun de 2020.

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, p.123-139, 1976.

MONTEIRO, Mauricio. **Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano Geosul**, v. 16, n. 31, p. 69-78, .2001. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/14052> Acesso em: 10 jun de 2020.

OSTRENSKY, Antonio; COZER, Nathieli; SILVA, Ubiratã de A T. **A produção integrada na carcinicultura brasileira**. E-book, 2017 Disponível em: <https://gia.org.br/portal/produto/a-producao-integrada-na-carcinicultura-brasileira-volume-2/> Acesso em: 02 jun de 2020.

PÁEZ-OSUNA, F. The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effect and mitigating alternatives. **Environ. Manage** v 1, n 28 p.131-140, 2001 Disponível: <https://doi.org/10.1007/s002670010212> Acesso em: 07 jun de 2020.

PIÉRRRI, Vinicius. **Efeito da alcalinidade sobre o cultivo de *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos**. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Aquicultura, Dissertação de mestrado, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/100408/311318.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 04 jun. 2020.

PONCE-PALAFIX, J.; MARTINEZ-PALACIOS, C.A.; ROSS, L.G. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile White shrimp *Penaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 157, n. 1-2, p. 107-115, 1997. Disponível em [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(97\)00148-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00148-8) Acesso em: 05 jun. 2020.

QUEIROZ, Julio Ferraz de; SILVEIRA, Mariana Pinheiro. Recomendações práticas para melhorar a qualidade de água e dos efluentes dos viveiros de aquicultura. **Circular Técnica 12**. Dez, 2006. Disponível em: <https://www.cnpmembrapa.br/aquisys/circular12.pdf> Acesso em: 02 jun 2020.

SÁ, Marcelo. **Limnocultura limnologia para aquicultura**. Fortaleza, EdUFSC, 2012.

SANTOS, Daniele Bezerra dos; FREIRE, Fúlvio Aurélio de Moraes; PONTES, Cibele Soares. **Comportamento do camarão em diferentes substratos nas fases clara e escura do dia**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, vol.48 n.8 Aug. 2013 Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800005> Acesso em: 02 jun 2020.

SANTOS, Margarida de Lourdes. 2005. **Influência climatológica no cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*: Um estudo de caso na Fazenda Curimataú de Camarões S.A. – Canguaretama/RN**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Monografia de Especialização em Carcinocultura Sustentável. Disponível em: [https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2011/08/Mono\\_Margarida\\_completa.pdf](https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2011/08/Mono_Margarida_completa.pdf). Acesso em: 06 jun 2020.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL/SC **Recursos Hídricos de Santa Catarina**. 2010. Disponível em: [http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib\\_top/DHRI/bacias\\_hidrograficas/bacias\\_hidrograficas\\_sc.pdf](http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/bacias_hidrograficas/bacias_hidrograficas_sc.pdf) Acesso 20 mai 2020.

SHIAU, S. Y. Nutrient requirements of penaeid shrimps. **Aquaculture**, v. 164, v 1–4, p. 77-93, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00178-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00178-1) Acesso em: 02 jun 2020.

SILVA, Roni Antonio Garcia da. **Administração rural teoria e prática**. Curitiba/PR, 4ª Ed, Editora Juruá, 2013.

SCHÖBER, J., LIMA, G; FOCKEN, U. Analysis of Soil Nutrients and Organic Matter in Organic and Conventional Marine Shrimp Ponds at Guaraíra Lagoon, Rio Grande do Norte State, Brazil. **Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau**, 2007.

SCHOENINGER, Vanderleia; COELHO, Silvia Renata Machado; SILOCHI, Rose Mary H. Q. **Cadeia produtiva da cachaça. Revista Energia na Agricultura**, v 29 n. 4, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2014v29n4p292-300> Acesso em: 01 jun 2020.

TIDWELL, James H. **Aquaculture production systems**. John Wiley & Sons, Inc. E-book. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/9781118250105> Acesso em: 10 jun 2020.

VINATEA, L. A. **Princípios químicos da qualidade da água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis: 1ª Ed. UFSC, 1997.

**DENSIDADE DE OVOS INCUBADOS EM FÊMEAS DE *Potimirim brasiliiana***

Juliana Máximo Siqueira de Souza<sup>1</sup>; Suellen Araújo Alves<sup>2</sup>; Caio Henrique do Nascimento Ferreira<sup>3</sup>; Bruno de Lima Preto<sup>4</sup>.

**RESUMO**

Camarões *Potimirim brasiliiana* são indivíduos de pequeno porte, que habitam as vegetações marginais dos rios em áreas estuarinas ou próximas ao estuário. Devido às degradações ambientais no Rio Itapemirim, a espécie encontra-se em vulnerabilidade. Assim, faz-se necessário estudar seus parâmetros reprodutivos para sua conservação. Objetivou-se avaliar a densidade de ovos incubados em fêmeas de *P. brasiliiana*. As fêmeas ovíferas foram coletadas e transportadas para o Laboratório de Carcinicultura e Maricultura (Lacam) do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre. Foram realizadas confirmações quanto à espécie e as análises morfométricas (peso, comprimento de pleura, comprimento de carapaça e comprimento total). Realizou-se a análise de densidade de ovos incubados através da insensibilização das fêmeas, para posterior extração e, em seguida a contagem dos ovos. As dimensões dos ovos foram avaliadas a partir das mensurações de diâmetro maior e diâmetro menor (DM e dm, respectivamente), de 10 fêmeas selecionadas aleatoriamente e 5 ovos de cada uma das mesmas. As fêmeas de *P. brasiliiana* apresentam grande variabilidade em seu número de ovos. A densidade de ovos incubados das fêmeas variou de 68 a 709 ovos, com média de 340 ovos. A quantidade de ovos possui relação direta com o peso dos animais, que se confirma ao observar o coeficiente de determinação da curva.

**Palavras-chave:** Camarão de água doce. Reprodução. Densidade de incubação. Contagem de ovos.

**ABSTRACT**

*Potimirim brasiliiana* prawns are small individuals that inhabit the marginal vegetation of Rivers in estuarine areas or close to the estuary. Due to environmental degradation in the Itapemirim River, the species is in vulnerability. Thus, it is necessary to study its reproductive parameters for its conservation. The objective was to evaluate the density of incubated eggs in females of *P. brasiliiana*. The ovigerous females were collected and transported to the Laboratory of Prawns and Mariculture (Lacam) of the Federal Institute of Espírito Santo - Campus de Alegre. Confirmations were made regarding the species and the morphometric analyzes (weight, pleura length, carapace length and total length). The analysis of the density of incubated eggs was carried out by insensitizing the females, for later extraction and, afterwards, counting the eggs. The dimensions of the eggs were evaluated from the measurements of larger and smaller diameter (DM and dm, respectively), of 10 females selected at random and 5 eggs of each of them. The females of *P. brasiliiana* show great variability in their number of

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia de Aqüicultura pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). <http://lattes.cnpq.br/1763910335419998>. [julianamxm@hotmail.com](mailto:julianamxm@hotmail.com)

<sup>2</sup> Graduada em Engenharia de Aqüicultura pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). <http://lattes.cnpq.br/2793546194882895>. [suellenaraujoalves@hotmail.com](mailto:suellenaraujoalves@hotmail.com).

<sup>3</sup> Mestrando em Aqüicultura pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). <http://lattes.cnpq.br/6386461991949867>. [caiohenrique1048@gmail.com](mailto:caiohenrique1048@gmail.com).

<sup>4</sup> Doutor em Aqüicultura pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Professor no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). <http://lattes.cnpq.br/1302310640473426>. [blpreto@ifes.edu.br](mailto:blpreto@ifes.edu.br).

eggs. The density of incubated eggs of the females ranged from 68 to 709 eggs, with an average of 340 eggs. The number of eggs has a direct relationship with the weight of the animals, which is confirmed by observing the coefficient of determination of the curve.

**Keywords:** Freshwater prawn. Breeding. Incubation density. Egg count.

## INTRODUÇÃO

Os camarões de água doce pertencentes à família Atyidae estão distribuídos em rios e riachos litorâneos da região Neotropical, esses camarões utilizam a vegetação marginal submersa ou rochas e cascalhos como abrigo (Chace & Hobbs, 1969; Ramos-Porto & Palácios, 1981; Lima et al., 2006; Torati, 2009). Além disso, os Atyidae são encontrados apenas em áreas próximas ao litoral devido a sua dependência de água salobra no processo reprodutivo (MOLINA, 1987).

A família Atyidae é composta por 40 gêneros, sendo *Potimirim* (HOLTHUIS, 1954) um deles (De Grave & Fransen, 2011). Atualmente o gênero *Potimirim* é composto por cinco espécies de camarões de água doce (Torati & Mantelatto, 2012): *Potimirim americana* (Guérin-Méneville, 1855), *Potimirim mexicana* (De Saussure, 1857), *Potimirim potimirim* (Muller, 1881), *Potimirim glabra* e *Potimirim brasiliiana*.

A espécie *Potimirim brasiliiana* é endêmica do Brasil, com ocorrências registradas nos estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (Villalobos, 1959; Barros & Fontoura, 1996; Torati, 2009; Torati & Mantelatto, 2012). É considerado um crustáceo de pequeno porte, atingindo comprimento máximos de 150 mm (Melo, 2003). Esses organismos são filtradores, utilizando matéria orgânica particulada como alimento. Dessa forma, esses animais tornam-se sensíveis às variações ambientais, modificações físicas, químicas e biológicas dos rios. Essas características fazem com que esses camarões tenham funções ecológicas de grande importância para manutenção dos ecossistemas naturais.

A espécie *P. brasiliiana* encontra-se ameaçada, sofrendo um declínio da sua população devido à poluição dos rios (MANTELATTO et al., 2016; TORATI, 2009), entre outras degradações ambientais. De acordo com Grilli *et al.*, (2014), o *P. brasiliiana* é uma espécie gonocórica (sexos separados). O dimorfismo sexual é bem evidente, pelo fato dos machos apresentarem apêndice masculino e pela diferença de tamanho entre machos e fêmeas. A fêmea geralmente atinge maior tamanho, maximizando o potencial reprodutivo da espécie (PARKER, 1992).

A densidade de ovos incubados refere-se ao número de ovos incubados por peso e/ou comprimento das fêmeas, sendo o termo “fecundidade” utilizado por diversos autores para discriminação deste parâmetro. No *P. brasiliiana*, a densidade de ovos incubados possui relação direta com o tamanho das fêmeas e com a latitude em que estas ocorrem, apresentando ampla variação (Rocha *et al.*, 2013). Estudar a fecundidade é importante para a avaliação da espécie a fim de estimar o potencial reprodutivo e o tamanho do estoque em ambiente natural (VAZZOLER, 1963; HOLDEN; RAITT, 1975; SANTOS, 1978). Além disso, estudos sobre biologia reprodutiva das espécies são importantes para implementação de medidas de gestão e conservação (NERY, *et al.*, 2015). Assim, objetivou-se verificar a densidade de incubação de ovos de fêmeas de camarões *P. brasiliiana* do Rio Itapemirim e as dimensões dos mesmos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em novembro de 2019, no Laboratório de Carcinicultura e Maricultura (Lacam), do Instituto Federal do Espírito Santo *Campus* de Alegre. Os camarões foram coletados no Rio Itapemirim, região sul do Espírito Santo (Figura 1), sob a autorização SISBIO número 57829-1. A coleta foi realizada por meio de peneiras retangulares, de 80 x 60 cm. Após esse processo, as fêmeas ovígeras foram acondicionadas em caixas providas de substrato e aeração e foram transportadas até laboratório.

Figura 1 - Localização da área de estudo no Rio Itapemirim, região sul do ES.



Fonte: Laboratório de Carcinicultura do IFES (2019).

No laboratório, os indivíduos foram insensibilizados em água com gelo e dispostos individualmente em bandejas. Foram mensurados o peso das fêmeas (P); comprimento de pleura (CP), onde os ovos são abrigados; comprimento de carapaça (CC), que corresponde à medida pós orbitais até o final do encefalotórax e o comprimento total (CT), que corresponde à medida pós orbital até a ponta do télson. As análises morfométricas (Figura 2), foram realizadas nas fêmeas de *P. brasiliiana*, com o auxílio de uma balança analítica um paquímetro digital.

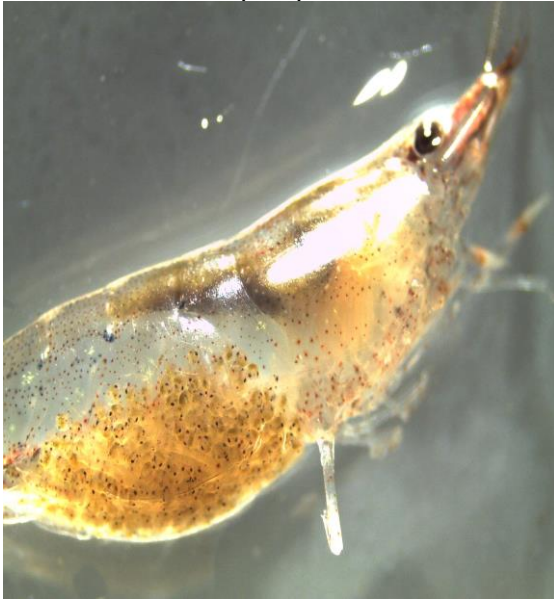
Figura 2 – Mensuração dos comprimentos das fêmeas.



Fonte: arquivo pessoal da autora (2019).

No total, analisou-se a densidade dos ovos incubados em 20 animais (Figura 3 e 4). As fêmeas foram selecionadas considerando o desenvolvimento dos embriões (Figura 4). Quando a pigmentação ocular ainda não podia ser vista, considerou-se que as larvas ainda se encontravam em estágio inicial de desenvolvimento. Quando a pigmentação ocular era possível de ser observada, considerou-se que as larvas estavam em seu estágio final de desenvolvimento embrionário, ou seja, próximo à eclosão.

Figura 3 - Fêmeas com ovos aderidos aos pleópodos.



Fonte: acervo pessoal da autora (2019).

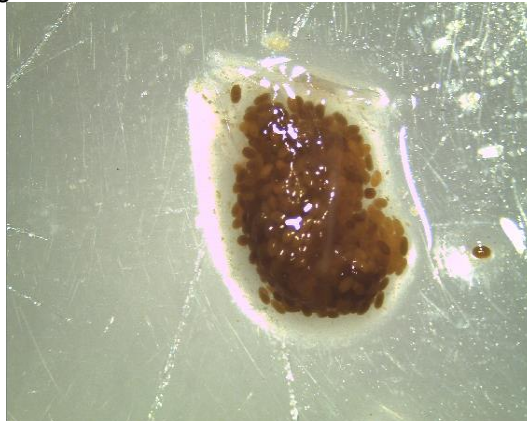
Figura 4 - Visualização do desenvolvimento larval.



Fonte: acervo pessoal da autora (2019).

Com auxílio de pipeta com água e pinça anatômicas, os ovos foram extraídos do ventre das fêmeas de *P. brasiliensis* (Figura 5), com cuidado para não gerar danos físicos aos mesmos. Após a extração, com o auxílio de espátulas, as massas de ovos de cada uma das fêmeas foram dispostas em placas de Petri (Figura 6), e posteriormente analisadas em estereomicroscópio com aumento de 8x. Para que as fotomicrografias fossem fidedignas a quantidade de ovos, tomou-se cuidado ao organizá-los, evitando sobreposição. Com o auxílio do programa LEICA EZ4HD versão 2.1.0, foram capturadas imagens digitais, para uma contagem total do número de ovos de cada fêmea. Em seguida, calculou-se em cada indivíduo o valor do número de ovos em relação ao peso da fêmea (P); ao comprimento da pleura (CP); ao comprimento de carapaça (CC) e ao comprimento total (CT).

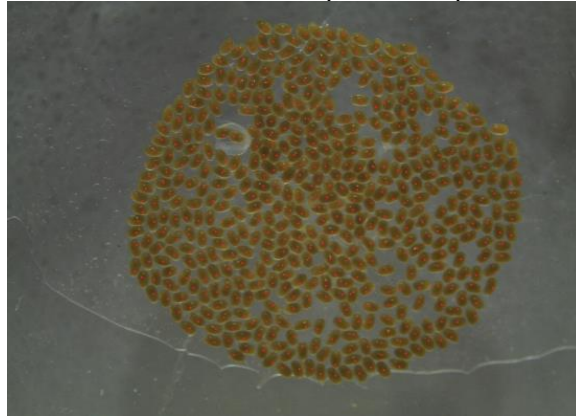
Figura 5 - Ovos extraídos do ventre da fêmea.



Fonte: acervo pessoal da autora (2019).



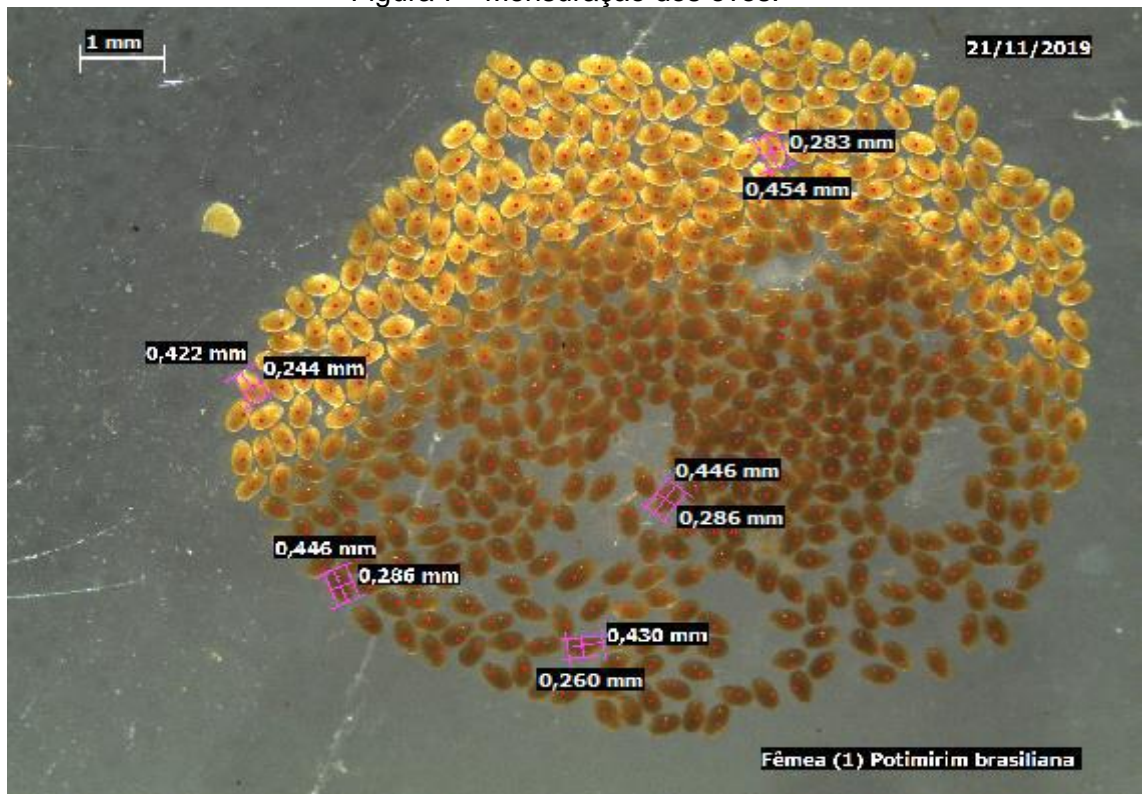
Figura 6 - Massa de ovos disposta em placa de Petri.



Fonte: acervo pessoal da autora (2019).

As dimensões dos ovos foram avaliadas a partir das mensurações de diâmetro maior e diâmetro menor (DM e dm, respectivamente) (Figura 7). Os volumes dos ovos (VO) foram calculados pela fórmula  $VO = (\pi \cdot DM \cdot dm^2) / 6$  (ODINETZ - COLLART; RABELO, 1996).

Figura 7 - Mensuração dos ovos.



Fonte: acervo pessoal da autora (2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A menor fêmea ovígera coletada apresentou comprimento total de 11,43 mm e peso de 0,069 g. Já a maior, detinha um comprimento total de 19,10 mm e o peso de

0,150 g. A número de ovos por fêmeas variou de 68 a 709, com média de 340 ovos por fêmeas. Os dados obtidos mostram que a espécie *P. brasiliiana*, apresenta fecundidade inferior a algumas espécies de camarões como o *Macrobrachium olfersii*, que possui uma média de ovos por fêmeas de 1440 (AMMAR, 2001).

Ao relacionar os números de ovos com o peso e os comprimentos dos animais, observa-se que a densidade de incubação é elevada, como relatado por Herrera-Correal *et al.* (2013) e Rocha *et al.* (2013). Além disso, verificasse que a densidade de ovos incubados tem relação direta com o tamanho das fêmeas. A relação direta de número de ovos por tamanho de fêmeas foi observada também por Lobão, Rojas e Vallenti (1986), em ampla variação de número de ovos em espécies de *Potimirim*. De uma maneira genérica, estes autores afirmam que as densidades de incubação de ovos dos crustáceos apresentam grande variação, influenciando diretamente nas estratégias reprodutivas e ecológicas, diferenciadas entre as espécies. Os valores dos coeficientes de variação, máximo e mínimo, observados na tabela 1, evidenciam a elevada variabilidade.

Tabela 1 - Relação de quantidade de ovos e P, CP, CC e CT.

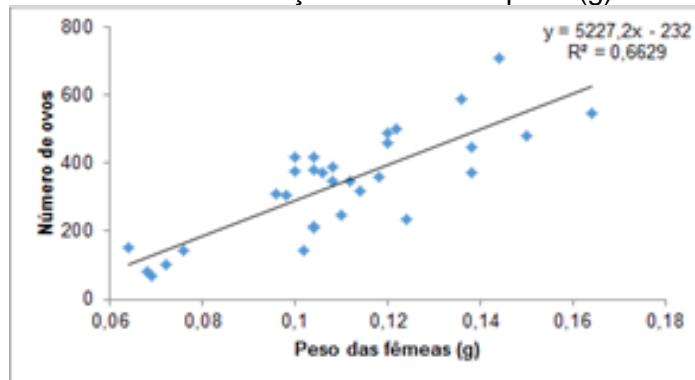
Parâmetros	Nº de ovos/g	Nº de ovos/CP	Nº de ovos/CC	Nº de ovos/CT
Média	2985,9	66,6	106,9	19,9
Desvio padrão	993,9	24,0	55,6	8,3
Coefficiente de variação (%)	33,3	36,1	52,0	41,9
Máximo	4923,6	114,5	229,4	39,1
Mínimo	985,5	21,4	17,3	5,4

CP: Comprimento da Pleura, CC: Comprimento da Carapaça e CT: Comprimento Total.

Fonte: elaborado pela autora (2019).

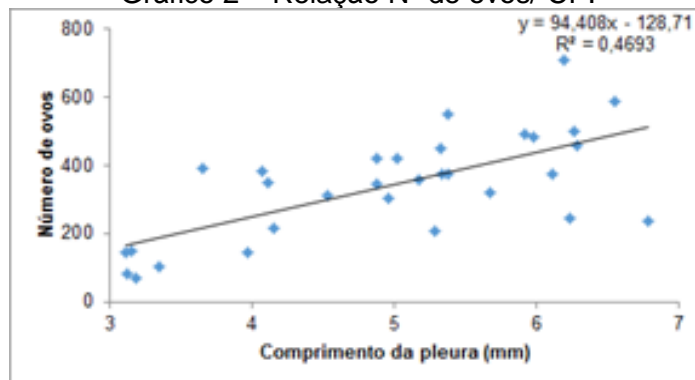
Observa-se nos gráficos 1, 2, 3 e 4, que as curvas explicam pouco sobre a distribuição dos dados, evidenciado pelos baixos valores de  $r^2$  obtidos. No gráfico 3, a relação número de ovos por comprimento de carapaça foi decrescente. Isso se deve provavelmente a elevada variabilidade, demonstrada pelo elevado coeficiente de variação. Ainda assim, observa-se um crescente no número de ovos por peso, comprimento de pleura e comprimento total.

Gráfico 1- Relação N° de ovos/ peso (g).



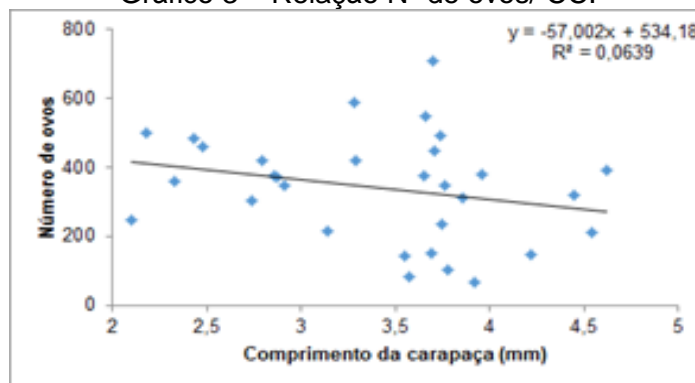
Fonte: elaborado pela autora (2019).

Gráfico 2 – Relação N° de ovos/ CP.



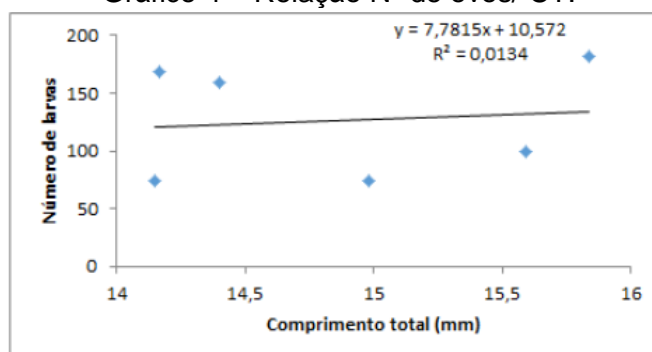
Fonte: elaborado pela autora (2019).

Gráfico 3 – Relação N° de ovos/ CC.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

Gráfico 4 – Relação N° de ovos/ CT.



Fonte: elaborado pela autora (2019).

Os valores do diâmetro maior (DM), diâmetro menor (dm) e volume dos ovos (VO) de *P. brasiliiana*, podem ser observados na tabela 2. Os ovos apresentam pequenas dimensões e baixos volumes e, conseqüentemente, geram-se larvas pequenas. O tamanho das larvas de *P. brasiliiana* é consideravelmente inferior à de outras espécies de camarões dulcícolas que independem da água salobra para a reprodução, como *Macrobrachium jelskii*, que apresenta diâmetro maior médio de 1,75 mm, diâmetro menor de 1,30 mm e o volume variando de 0,80 mm<sup>3</sup> a 2,07 mm<sup>3</sup> (ALVES, 2019). Conseqüentemente, as larvas de *M. jelskii* são maiores quando comparados ao *P. brasiliiana* (ALVES, 2019).

Tabela 2 - Dimensões e volume dos ovos de fêmeas de *Potimirim brasiliiana*.

Parâmetros	DM (mm)	dm (mm)	VO (mm <sup>3</sup> )
Média	0,38	0,27	0,01
Desvio Padrão	0,12	0,01	0,01

DM: Diâmetro Maior, dm: Diâmetro Menor e VO: Volume de Ovos.

Fonte: elaborado pela autora (2019).

## CONCLUSÃO

As fêmeas de *Potimirim brasiliiana*, apresentam grande variabilidade do número de ovos incubados. Conseqüentemente, as relações entre o número de ovos incubados pelo peso ou comprimentos das fêmeas também sofrem grande variação. A quantidade de ovos possui relação direta com o peso dos animais, que se confirma ao observar o coeficiente de determinação da curva.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A. S.; FERREIRA, N. H. C.; PIROVANI, N. S. N.; PRETO, L. B. Fecundidade e Fertilidade de Fêmeas de Camarões *Macrobrachium jelskii*. In: **Ciências e Interdisciplinaridades: Desafios, Pesquisas e Novas Perspectivas**. 1.ed. Santa Catarina: UFSC, 2019. cap. 15, p. 210-221.

AMMAR, Dib; MÜLLER, Yara Maria Rauh; NAZARI, Evelise Maria. Biologia reprodutiva de *Macrobrachium olfersii* (Wiegman) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) coletados na Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 2, p. 529-537, 2001.

- BARROS, M. P. e BRAUN, A. S., **Contribuição ao estudo do Antydae e Palaemonidae (Crustacea, Decapoda) do leste brasileiro 14° 21' e 20° 55' de latitude sul**. Porto Alegre, RS, Brasil. 1997.
- Chace, F. A. & H. H. Hobbs. 1969. **The freshwater and terrestrial Decapod Crustaceans of the West Indies with special reference to Dominica**. United States National Museum Bulletin, 292: 1-258.
- DA SILVA, R. R.; SAMPAIO, C. M. S.; SANTOS, J. A. Fecundity and fertility of *Macrobrachium amazonicum* (CRUSTACEA, PALAEMONIDAE). **Brazilian Journal Biology**, v. 64, 489-500p, 2004.
- DE GRAVE, S. & C. H. J. M. Fransen. 2011. Carideorum catalogus: the recent species of the dendrobranchiata, stenopodidea, procaridean and caridean shrimps (Crustacea: Decapoda). **Zoologische Mededelingen**, 89: 195-589.
- FAO, Report of the Workshop on Strategic Data Policies, Rome, 21–22 September 2015. **FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1180. Rome, 2018.**
- FAO, The State of World Fisheries and Aquaculture 2010. **The state of world fisheries and aquaculture, 2010**. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i1820e.pdf>. Acesso em: 23/11/2019.
- FUKUDA, B. **Composição dos carídeos e biologia populacional de Macrobrachium heterochirus (Decapoda; palaemonidae)**, no Rio Mandira, Vale do Ribeira, Estado de São Paulo. São Paulo, 2015.
- HERRERA-CORREAL, J.; Mossolin, E.C.; Wehrtmann, I.S. & Mantelatto, F.L. Reproductive aspects of the caridean shrimp *Atyascabra* (Leach, 1815) (Decapoda: Atyidae) in São Sebastião Island, southern Atlantic, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, 41(4): 676-684. 2013.
- HOLDEN, M. J.; RAITT, D. F. S. **Manual de Ciência Pesquera. Parte 2 – Métodos para investigar los recursos de su aplicación**. Doc. Tec. FAO Pesca (115). Ver I:211pp, 1975.
- HOLTHUIS, L. B. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Natantia) of the Americas, II: The subfamily Palaemonidae. **Allan Hancock Foundation Publications, Occasional Paper, 12: 1-396, 1952.**
- HOLTHUIS, L. B. 1954. On a collection of decapod Crustacea from the Republic of El Salvador (Central America). **Zoologische Verhandelingen**, 23: 1-43.
- LIMA G. V.; SILVEIRA, C. M.; OSHIRO, L. M. Y. **Estrutura populacional dos camarões simpátricos *Potimirim glabra* e *Potimirim potimirim* (Crustacea, Decapoda, Atyidae) no Rio Sahy**, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.
- LOBÃO, V. L.; ROJAS, N. E. T.; VALLENTI, W. C. Fecundidade e fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (CRUSTACEA, DECAPODA) em laboratório. **Boletim do Instituto de Pesca v. 13, 15-20p. 1986.**
- MANTELATTO F. L. G. et al. **AVALIAÇÃO DOS CAMARÕES ATÍDEOS (DECAPODA: ATYIDAE)**, 2016.

Melo, G.A.S. 2003. Famílias Atyidae, Palaemonidae e Sergestidae, p. 289-415. In: Melo, G.A.S. (Ed.). Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil. São Paulo, Edições Loyola, 430 p.

MOLINA, F. M. L. 1987. **Biologia de *Potimirim brasiliensis* Villalobos, 1950 (Crustacea, Decapoda, Atyidae)**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil.

NERY, M. F. G., et. al., **Fecundity of the shrimp *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) in the southern portion of the state of Ceará, Brazil, 2015.**

NEW, M. B., et al. **Freshwater Prawns - Biology and Farming**, 2010.

ODINETZ-COLLART, O.; RABELO, H. Variation in egg size of the freshwater prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Palaemonidae). **Journal of Crustacean Biology**, v. 16, n. 4, p. 684-688, 1996.

ROCHA, S.S. et al., 2013. **Reproductive biology and population structure of *Potimirim brasiliensis* Villalobos, 1959 (Decapoda, Atyidae) from a littoral fast-flowing stream, São Paulo State, Brazil.** Crustaceana, 86(1): 67-83. 1959.

RAMOS-PORTO, M. & J. A. P. Palácios. 1981. **Estudos ecológicos do rio Capibaribe-Mirim, PE. IV. Crustáceos decápodos natantes.** Trabalhos de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, 16: 265-296.

SANTOS, E. P. **Dinâmica de populações aplicada à piscicultura.** São Paulo, HUCITEC/EDUSP, 130 p. 1978.

TORATI, L. S. 2009. **Revisão taxonômica das espécies brasileiras de *Potimirim Holthuis, 1954* e filogenia do grupo baseado em dados moleculares.** Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil.

TORATI, L. S. & F. L. Mantelatto. 2012. Ontogenetic and evolutionary change of external morphology of the neotropical shrimp *Potimirim* (Holthuis, 1954) explained by a molecular phylogeny of the genus. **Journal of Crustacean Biology**, 32(4): 625-640.

TORATI, L. S. **Revisão taxonômica das espécies brasileiras de *Potimirim Holthuis, 1954* e filogenia do grupo baseado em dados moleculares.** M.Sc. Thesis, University of São Paulo-USP, Ribeirão Preto, BC, 2009.

TORATI, L. S.; MANTELATTO, F. L. Ontogenetic and evolutionary change of external morphology of the neotropical shrimp *Potimirim* (Holthuis, 1954) explained by a molecular phylogeny of the genus. **Journal of Crustacean Biology, Woods Hole**, v. 32, n. 4, p. 625-640, 2012.

VAZZOLER, A. E. A. de M. Sobre a fecundidade e desova da pescada foguete. **Bolm Inst. Oceanogr. S. Paulo**, 13(2): 3340, 1963.

## CREVETTIC: UMA PLATAFORMA DE BUSINESS INTELLIGENCE PARA GESTÃO DA CARCINICULTURA

Oton Crispim Braga<sup>1</sup>; Francisco Milton Mendes Neto<sup>2</sup>; Antônio Mauro Barbosa de Oliveira<sup>3</sup>; Pedro Carlos Cunha Martins<sup>4</sup>.

### RESUMO

A produção de camarão é hoje um dos pilares da economia no nordeste, principalmente nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, que juntos produzem 66% da produção nacional, cerca de 27,2 mil toneladas no total. No entanto, o aparecimento de novas doenças obrigou os produtores a realizarem um acompanhamento mais efetivo em relação ao manejo e saúde dos camarões, coletando informações a fim de identificar previamente sinais que possam causar prejuízos de alguma natureza à produção, incluindo desenvolvimento lento e/ou aumento da taxa de mortalidade. Contudo, muitas fazendas ainda realizam o controle desses dados de forma arcaica por meio de planilhas que acabam crescendo consideravelmente, dificultando a análise dos dados para seres humanos. Desse modo, a tomada de decisão nas fazendas acaba sendo realizada com base na tentativa e erro, ao se testar diversos parâmetros sem embasamento científico. Então, a fim de atender as principais demandas do setor, este trabalho propõe a plataforma Crevettic, uma solução focada na gestão de conhecimento e inteligência de negócio das fazendas de camarão, capaz de oferecer sugestões aos produtores por meio análises de dados que utilizam técnicas modernas de mineração de dados e aprendizado de máquina. A plataforma está sendo desenvolvida usando a arquitetura de microserviços. Como prova de conceito, foi desenvolvido um protótipo de sistema Web para o cadastro de notificações de problemas na produção do camarão, incluindo prejuízos relacionados à mancha branca. O sistema está sendo utilizado hoje pelo PSF Camarão - Projeto Saúde nas Fazendas de Camarão, principal parceiro do projeto.

**Palavras-chave:** Carcinicultura. Sistema de Apoio a Decisão. *Business Intelligence*. Mineração de Dados.

### ABSTRACT

Shrimp production is now one of the pillars of the economy in the northeast, mainly in the states of Ceará and Rio Grande do Norte, which together produce 66% of national production, about 27.2 thousand tons in total. However, the emergence of new diseases has forced producers to carry out more effective monitoring in relation to the management and health of shrimps, collecting information in order to previously identify signs that may cause losses of some nature to production, including slow development and increased production. mortality rate. However, many farms still

---

<sup>1</sup>Mestrando em Ciência da Computação pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

<http://lattes.cnpq.br/7435615899790843>. otoncbraga@gmail.com.

<sup>2</sup>Professor Doutor na Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

<http://lattes.cnpq.br/5725021666916341>. miltonmendes@ufersa.edu.br.

<sup>3</sup>Professor Doutor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

<http://lattes.cnpq.br/1357467185030086>. amauroboliveira@gmail.com.

<sup>4</sup>Professor Doutor na Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

<http://lattes.cnpq.br/9303700581868330>. pedrocarlos@ufersa.edu.com.

control these data in an archaic way through spreadsheets that end up growing considerably, making it difficult to analyze the data for humans. In this way, decision making on farms ends up being based on trial and error, when testing various parameters without scientific basis. So, in order to meet the main demands of the sector, this work proposes the Crevettic Platform, a solution focused on the knowledge management and business intelligence of shrimp farms, capable of offering suggestions to producers through data analysis using modern techniques of data mining and machine learning. The platform is being developed using the microservices architecture. As a proof of concept, a prototype Web system was developed to register notifications of problems in the production of shrimp, including losses related to the white spot. The system is being used today by the Health Project at the Shrimp Farms, the main partner of the project.

**Palavras-chave em segundo idioma:** Shrimp farming. Decision Support System. Business Intelligence. Data Mining.

## INTRODUÇÃO

A produção de camarão, principalmente da espécie *Litopenaeus Vannamei* ou camarão branco do pacífico, é hoje um dos pilares da economia no Nordeste, principalmente no Ceará e Rio Grande do Norte, maiores produtores nacionais do crustáceo. A produção nos dois estados corresponde a 29% e 37% da produção nacional, respectivamente. Juntos, os dois estados produzem cerca de 27,2 mil toneladas, somando cerca de 856,9 milhões de reais no comércio. No cenário internacional, a FAO coloca o Brasil como um dos maiores produtores de pescados do mundo, destacando-se na América Latina, junto ao México e Equador (FAO, 2012).

Apesar do sucesso, o setor de carcinicultura vem, nos últimos anos, sofrendo grandes impactos devido ao surgimento de novas doenças, como o vírus da mionecrose infecciosa (*Infectious Myonecrosis Virus - IMNV*), que atingiu principalmente os estados do Nordeste, e o vírus da mancha branca (*White Spot Syndrome Virus - WSSV*), afetando inicialmente o Sul do país e posteriormente espalhando-se também para o Nordeste (DA COSTA *et al.*, 2011). Essas doenças infecciosas têm causado preocupação, pois podem espalhar-se com facilidade e contaminar um tanque inteiro em poucos dias, ameaçando a produção.

O surgimento dessas doenças obrigou produtores a realizarem um acompanhamento mais efetivo em relação ao manejo e saúde dos camarões. Durante esse acompanhamento, são aferidos dados sobre a qualidade da água, temperatura e informações biofísicas do animal, entre outras, a fim de identificar previamente sinais que possam causar prejuízos de alguma natureza à produção, incluindo desenvolvimento lento e aumento da taxa de mortalidade, bem como a qualidade



alimentícia do crustáceo (NEVES, 2018). Dependendo da gravidade do problema, estes dados são analisados por cuidadores, técnicos ou especialistas para auxiliar no processo de tomada de decisão.

Contudo, apesar dos cuidados descritos acima, muitas fazendas ainda realizam o controle desses dados de forma arcaica por meio de planilhas simples em *Excel* ou até mesmo usando papel, dificultando a análise dos dados. Portanto, esta análise manual não apresenta resultados eficientes, pois os dados coletados podem aumentar consideravelmente, dificultando o processo para seres humanos. Desse modo, a tomada de decisão nas fazendas visitadas acaba sendo realizada com base na tentativa e erro, ao se testar diversas estratégias sem embasamento científico. Além disso, o conhecimento produzido muitas vezes acaba sendo perdido com os profissionais.

A partir de entrevistas realizadas durante visitas a produtores, constatou-se que os poucos sistemas informatizados disponíveis não atendem às necessidades dos produtores, que buscam ferramentas capazes de auxiliar na tomada de decisão. A maioria das soluções disponíveis no mercado focam apenas na gestão financeira e produtiva das fazendas, deixando de lado as informações sobre a saúde do camarão ou qualidade da água. Além disso, cada produtor desenvolve e aplica sua própria metodologia, que nem sempre se encaixa com os parâmetros usados pelos sistemas existentes.

Portanto, faz-se necessária a criação de mecanismos inteligentes capazes de realizar análises de grandes quantidades de dados, identificando padrões no manejo (incluindo fatores nutricionais e bioquímicos) que melhorem a saúde do camarão e, conseqüentemente, sua produtividade, a fim auxiliar na tomada de decisão.

A partir da análise preliminar de visitas realizadas a fazendas de camarão, pôde-se obter um entendimento mais amplo das reais necessidades dos produtores a fim de modelar um sistema capaz de lidar com a realidade das fazendas de camarão da região. Assim, este trabalho tem como principal objetivo propor, modelar e desenvolver uma plataforma para o gerenciamento inteligente de fazendas de camarão, integrando produtores, técnicos e especialistas na área para auxiliar na tomada de decisão, melhorando a produtividade das fazendas.

Esse projeto conta com o apoio do Departamento de Ciências Animais (DCA) da UFERSA, por meio do professor Pedro Martins, das empresas Carcinicultura Kammaros S/A e Carcinicultura Paripueira, ambas produtoras de camarão, e

PROAQUA JR, que presta serviço de análise da saúde do camarão. Esse trabalho também conta com o apoio do PSF Camarão - Programa de Saúde nas Fazendas de Camarão (existente desde 2009), mapeando as fazendas de camarão da região, com foco na saúde dos animais.

## TRABALHOS RELACIONADOS

Devido a relevância do setor, diversos trabalhos propõem soluções computacionais para o melhoramento da carcinicultura. Portanto, a fim de entender os problemas enfrentados e como foram solucionados pela comunidade científica, este estudo selecionou e analisou os seguintes trabalhos.

(SHAREEF; REDDY, 2018) destacam a importância da análise de parâmetros da água a fim de identificar anomalias. Também mostra que o *delay* no transporte da água dos tanques até o laboratório pode alterar os dados. Depois, propõem uma solução (sensor) ligada à internet sem fio para captura desses dados. A fim de desenvolver a solução mais apropriada para a necessidade dos produtores, são realizadas uma série de entrevistas e análises de casos de estudo. O trabalho também discute os tipos de sensores usados no contexto de aqüicultura, possíveis arquiteturas de redes, destacando os desafios levantados por meio de entrevistas, pesquisas e visitas *in loco*. Ao final, o trabalho apresenta uma solução de sensor a energia solar e sem fio acoplado a um barco motorizado.

O trabalho de (XI; ADCOCK; MCCULLOCH, 2019) realiza um estudo de caso sobre o setor de criação de camarão e explora como a realidade aumentada pode ajudar os produtores de camarão a otimizar operações diárias. Com base na revisão de pesquisas em aqüicultura, entrevistas com pesquisadores e consultas nas seis principais fazendas comerciais australianas, o trabalho destaca que o grande desafio da agricultura aquícola é gerenciar e responder a mudanças nas condições da água. Ao final, propõe uma solução automatizada para coleta e análise de dados que são visualizados através de dispositivos com realidade aumentada. A solução pode ser manipulada por meio de gestos, deixando as mãos dos cuidadores livres.

(DUY *et al.*, 2015) propõem uma arquitetura baseada em redes sem fio que usa diversos sensores e atuadores para o monitoramento, controle e análise de dados de fazendas de camarão. A solução é focada no monitoramento e automação de alguns processos nas fazendas de camarão, como o acionamento de aerogeradores. A arquitetura usa uma topologia *mesh* e rede GSM (*Global System for Mobile*) para dar

dinamicidade ao contexto, facilitando o processo de adição ou remoção de nós na rede. O trabalho realiza testes de demanda e mostra que a solução com os equipamentos sugeridos é viável.

Os autores de (PIPLAN/ *et al.*, 2015) desenvolveram uma solução para o gerenciamento da produção em fazendas de camarão. O software foi construído com base nas necessidades dos produtores, levantadas por meio de entrevistas, testes com protótipos e uma comissão de especialistas. A solução conta com versões *mobile* e *web*. Gráficos de crescimento ajudam no processo de tomada de decisão, contribuindo para gestão eficiente das fazendas. A solução foi validada e hoje é usada por diversas fazendas. Esta é a solução que mais se aproxima com a proposta deste trabalho, embora o trabalho não use mineração de dados, nem descreva em detalhes como os gráficos foram construídos.

Os trabalhos supracitados apresentam boas soluções para o problema de coleta de dados e automação de alguns processos. No entanto, nenhum deles foca na análise de dados especificamente, que é o principal problema dos produtores, entre outras necessidades não atendidas por parte das soluções. Esta pesquisa pretende dar maior atenção ao processamento e análise dos dados coletados, que é a principal necessidade dos produtores, a fim de dar uma maior contribuição para o setor.

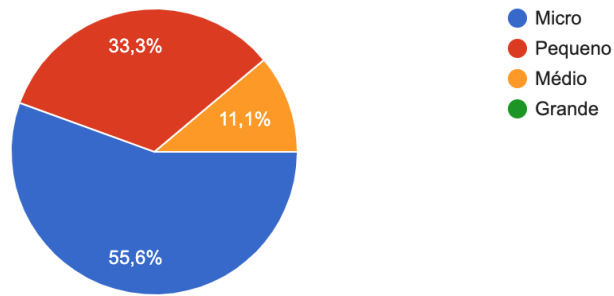
## **VALIDAÇÃO DO PROBLEMA**

A fim de obter um entendimento sobre o *modus operandi* das fazendas de camarão, foi realizada uma pesquisa entre os produtores. A pesquisa foi realizada em duas etapas: Formulários On-line e Entrevistas com Produtores.

### **Formulários on-line**

Foi elaborado um formulário para coletar as seguintes informações: nome da fazenda, e-mail do responsável pelas informações, endereço e porte. A maioria das fazendas que participaram do estudo são de micro e pequeno porte, como mostra o gráfico da Figura 1.

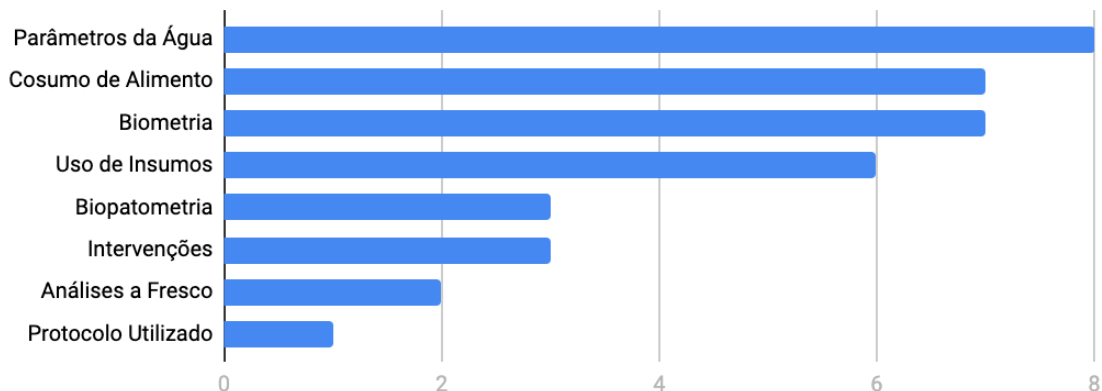
Figura 1 – Porte das Fazendas.



Fonte: Formulário elaborado pelos autores.

O formulário contém as questões descritas a seguir. Que tipo de dados a sua fazenda armazena? Com as seguintes opções: parâmetros da água; biometria; biopatometria; análises a fresco; consumo de alimento; consumo de insumos; intervenções. Os formulários ficaram abertos para inclusão de outros dados, como mostra o gráfico na Figura 2.

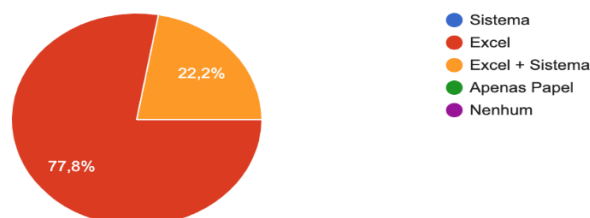
Figura 2 – Dados armazenados pelas fazendas.



Fonte: Formulário elaborado pelos autores.

Depois é questionado como o produtor controla os dados da fazenda, apresentando as seguintes opções: Sistema; Excel; Excel + Sistema; Apenas papel; Nenhum; Outros (aberto). A maioria das fazendas ainda usa apenas Excel, como apresentado pelo gráfico da Figura 3.

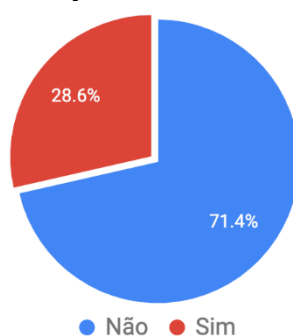
Figura 3 – Ferramentas utilizadas pelas fazendas para armazenar dados.



Fonte: Formulário elaborado pelos autores.

Caso a empresa use algum sistema, seja em conjunto com *Excel* ou não, são coletadas informações sobre as áreas atendidas pelo sistema e suas funcionalidades a fim de entender as necessidades das Fazendas. Depois é perguntado se as soluções adotadas atendem suas necessidades. A maior parte informou que não (Figura 4).

Figura 4 – Satisfação dos usuários dos sistemas.



Fonte: Formulário elaborado pelos autores.

A pesquisa também mostrou que existe a necessidade de uma ferramenta para análise dos dados gerados pelas fazendas. Ao perguntar, numa escala de um a quatro, se acreditam que essas análises são capazes de revelar ou prever problemas que nem mesmo profissionais experientes conseguem, a maioria respondeu que sim.

Para realizar a pesquisa foi utilizada a ferramenta Google Forms, disponibilizada on-line para uma comunidade técnicos e proprietários de fazendas de Camarão. Ao todo foram obtidas 9 respostas.

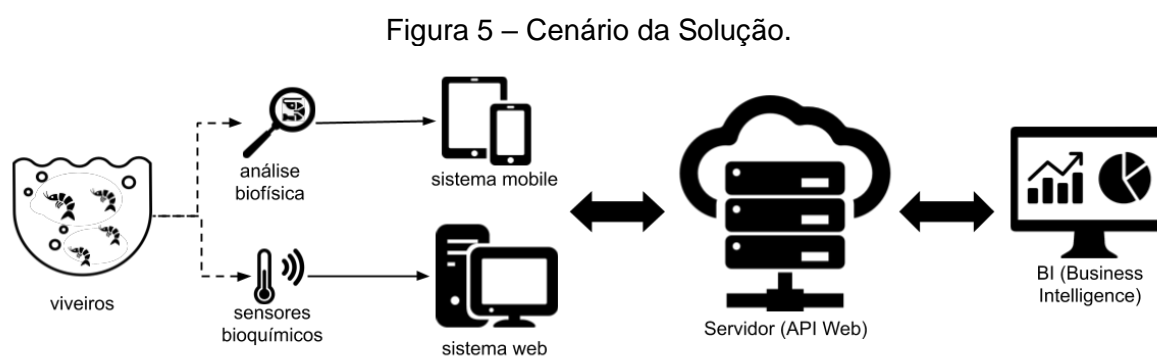
### Entrevistas com produtores

Também foram realizadas entrevistas com quatro produtores. Nas entrevistas foram realizadas perguntas abertas buscando entender a realidade dos produtores locais. Como resultado, percebe-se que a necessidade de controle dos dados de carcinicultura tem aumentado devido a proliferação de novas doenças. Algumas destas doenças, que tem causado grandes prejuízos, apresentam previamente sinais de alerta que podem ajudar a identificar o problema com antecedência.

Além disso, estudos apontam que a eficiência produtiva das fazendas de camarão está relacionada à boa gestão dos dados gerados (ARAUJO *et al.*, 2018).

## SOLUÇÃO PROPOSTA

A fim de atender as principais demandas do setor, este trabalho propõe a plataforma Crevettic, uma solução focada na gestão de conhecimento e inteligência de negócio das fazendas de camarão, capaz de oferecer sugestões aos produtores por meio análises de dados que utilizam técnicas modernas de mineração de dados e aprendizado de máquina. Além disso, a plataforma permitirá a colaboração de especialistas do ramo para tratar problemas específicos. O cenário do projeto é demonstrado pela Figura 5.



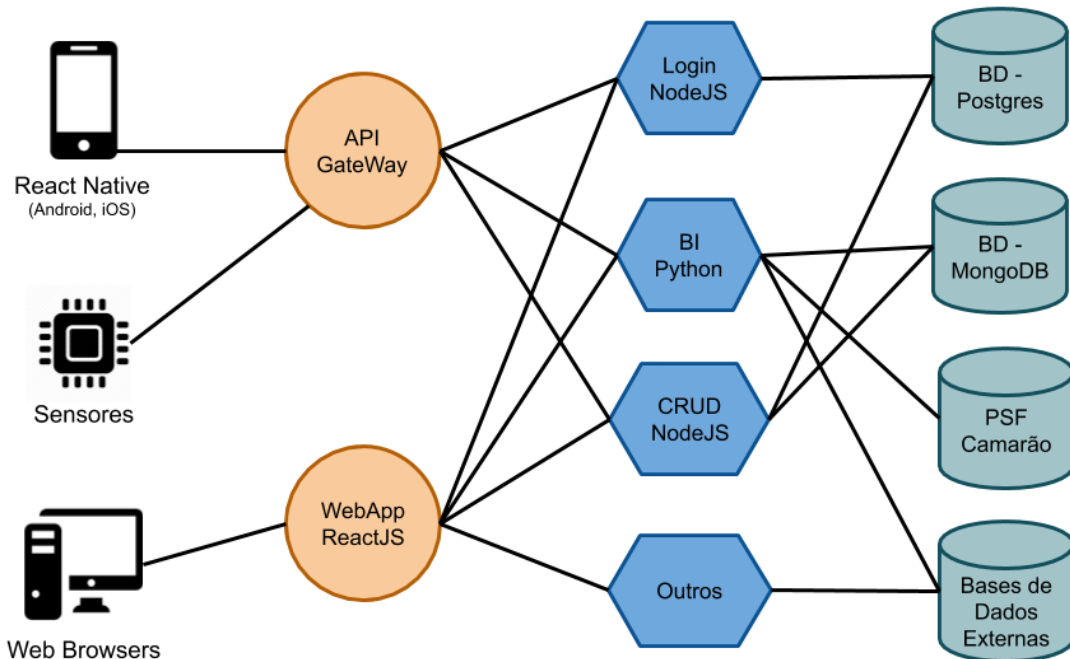
Fonte: elaborada pelos autores.

Como demonstrado na figura, a plataforma recebe dados físico-químicos, coletados dos viveiros por cuidadores, técnicos ou através de sensores automáticos; e biofísicos, coletados por especialistas através da análise microscópica dos animais. Então, os dados são inseridos na plataforma por meio das interfaces Web ou API usando dispositivos móveis, computadores ou por meio da integração da plataforma com outros sistemas. Também é possível importar históricos de coleta, o que agrega valor às análises realizadas. Os componentes de software são melhor descritos na arquitetura da plataforma.

### Arquitetura do sistema

A arquitetura da plataforma é baseada em *microservices*, que facilita a expansão do sistema enquanto evolui. A arquitetura também permite o uso de componentes/APIs implementados em plataformas e linguagens distintas. Dessa forma, pode haver um maior reaproveitamento de código, além da fácil integração com outros sistemas. Assim, com a arquitetura proposta, é possível desenvolver aplicações voltadas para diversos contextos e níveis de produção, atendendo a diferentes demandas do setor. A Figura 6 mostra os módulos da arquitetura.

Figura 6 – Arquitetura do Sistema.



Fonte: elaborada pelos autores.

A arquitetura é dividida em três camadas: (i) Cliente, onde aplicações desenvolvidas em diversas plataformas podem consumir seus serviços; (ii) Web API, onde é realizado todo o controle da plataforma e disponibilizada suas funcionalidades como *microservices*; e (iii) Dados, onde são armazenados e recuperados dados de diversas bases distribuídas.

A Web API conta com três módulos principais: (i) módulo de segurança, onde é realizado o controle de usuários, *login* e controle de acessos; (ii) módulo de dados, onde é realizado o controle de entrada, saída e alteração nos dados, bem como a gestão de persistência desses dados no banco de dados; e (iii) módulo de BI, onde é realizada a análise dos dados usando técnicas de mineração de dados, a fim identificar padrões que são apresentados de forma visual aos usuários da solução. A contribuição mais relevante deste projeto está nesse módulo, pois agrega grande valor aos produtores.

### Módulo de ocorrências

Trata-se de um subsistema desenvolvido para coleta de ocorrências (problemas na produção do crustáceo) a fim de gerar uma base de dados de nível, local, regional e nacional capaz de apoiar gestores em caso de epidemias ou

problemas coletivos. Para tanto, através da plataforma, é possível cadastrar uma nova ocorrência fornecendo informações sobre: o ambiente de cultivo; idade do camarão; e estimativa de prejuízo; entre outras.

Estas informações são avaliadas pela equipe do Programa de Saúde nas Fazendas de Camarão. Com estas informações, a equipe pode gerar e disponibilizar relatórios periódicos, facilitando o panorama da carcinicultura. Dependendo da gravidade, são realizadas visitas à fazenda fim de analisar melhor o problema. Os responsáveis pelo programa têm acesso aos dados de todas as ocorrências. O módulo é disponibilizado gratuitamente para os produtores.

### **Módulo de qualidade do ambiente**

Esse módulo tem o objetivo controlar as informações do ambiente onde os animais vivem (viveiros). Segundo as informações coletadas nas entrevistas e trabalhos científicos, esses parâmetros ambientais influenciam fortemente na qualidade da produção, podendo, inclusive, facilitar a proliferação de doenças ou baixo desenvolvimento dos animais. Entre as informações coletadas nas fazendas estão principalmente aspectos físico-químicos da água, acidez (pH), temperatura (°C), transparência e turbidez, entre outros.

### **Módulo de biometria**

Além dos parâmetros ambientais, as fazendas também fazem o acompanhamento dos parâmetros dos animais, principalmente seu peso. Com essas informações é possível calcular a massa adquirida durante um período de tempo, analisar o desenvolvimento do animal, entre outras coisas.

### **Módulo de insumos**

É o módulo voltado para controlar entradas de insumos, incluindo arraçoamento, insumos químicos, aditivos e biorremediadores, bem como misturas de vários compostos. A carcinicultura é um ambiente de testes, então é necessário ter o controle desses dados a fim realizar análises comparativas de produção. Essas análises podem guiar os gestores na tomada de decisão.



### Módulo de treinamento

A partir da parceria com o PSF Camarão, foi possível construir um módulo educacional voltado para o treinamento de profissionais que trabalham na produção de camarões. São vídeos e cursos com as melhores práticas de manejo e como a plataforma Crevettic pode ajudar a melhorar a produção, gerenciando os dados gerados na fazenda.

### Módulo de saúde

Este módulo busca gerenciar as análises de saúde (sanidade) dos animais na fazenda. Para tanto, amostras dos animais são levadas ao laboratório, onde são submetidas à dissecação a fim de avaliar seus tecidos. O módulo de saúde também é fruto de uma parceria com os profissionais do PSF Camarão. Com essas informações é possível prever com antecedência problemas na produção, doenças e muito mais.

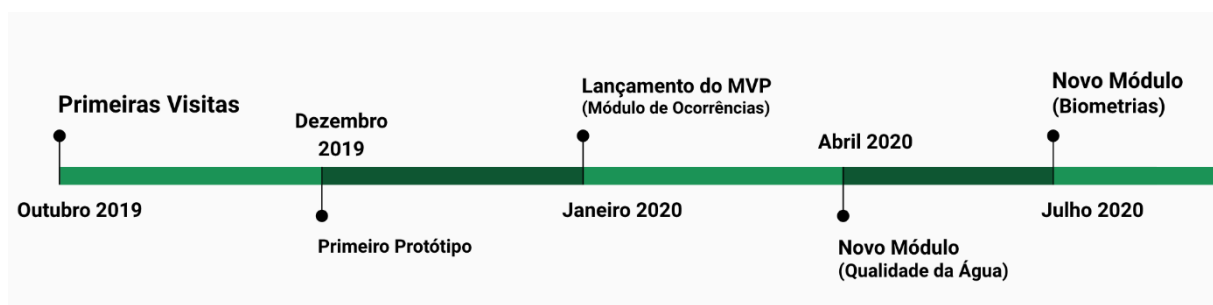
### Módulo de *business intelligence*

É o módulo responsável por integrar todas as informações da plataforma, gerando gráficos e relatórios que descrevem padrões de comportamento nos dados gerados pela fazenda. Assim, é possível auxiliar os gestores no processo de tomada de decisão.

## RESULTADOS

Desde a concepção até chegar ao produto final, a plataforma tem passado por várias etapas. O entendimento do manejo, mercado e metodologias da área de carcinicultura permitiram avançar com a solução, como pode ser visto na Figura 7.

Figura 7 – Histórico de Lançamento.



Fonte: elaborada pelos autores.

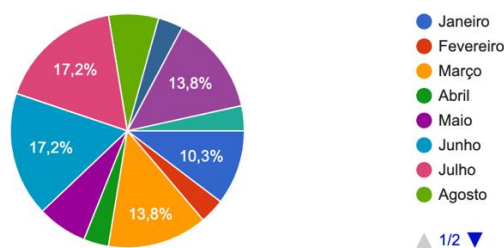
A fim de levantar e entender as demandas e as principais necessidades do setor na ótica dos fazendeiros, foram realizadas visitas às fazendas da região. Ao todo foram visitadas quatro fazendas e inúmeras entrevistas presenciais e virtuais. As entrevistas incluíram profissionais da área, líderes de associações e produtores. Segue uma síntese das informações colhidas.

### Protótipo

A fim de validar a necessidade do projeto, foi elaborado um protótipo de coleta de ocorrências nas fazendas de carcinicultura da região. Foram coletados ao todo 19 informações: e-mail; nome, endereço e responsável pela fazenda; ano e mês da ocorrência; grau do problema; quantidade de viveiros em funcionamento; quantidade de viveiros afetados pelo problema; temperatura e salinidade mínima e máxima aferida nos viveiros; peso estimado do camarão; densidade e semana de cultivo dos viveiros afetados; descrição do problema; e custo estimado de perda.

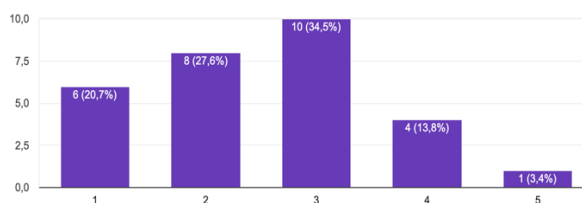
O protótipo foi liberado entre os produtores. Ao todo foram coletados 28 ocorrências no período. A partir desses dados foi gerado um relatório, divulgado publicamente (preservando a identidade das autores das notificações). As Figuras 8 e 9 mostram partes do relatório.

Figura 8 - Meses de maior Ocorrência.



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 9 – Grau das Ocorrências.



Fonte: elaborada pelos autores.

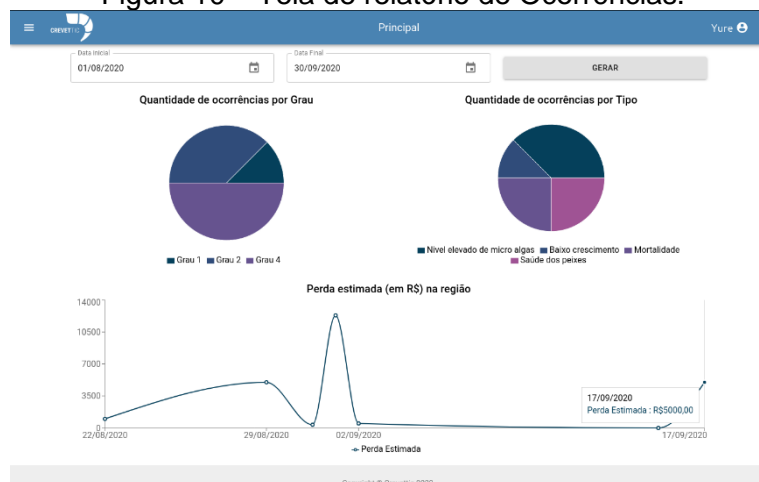
Entre os problemas mais frequentes relatados nas ocorrências estão: baixo crescimento; lentidão letárgica; camarão não se alimenta; surto de vibriose; mortalidade e mancha branca.

### MVP – mínimo produto viável

A partir dos bons resultados obtidos com o protótipo, pode-se elaborar um Mínimo Produto Viável (MVP) a fim de coletar periodicamente as ocorrências dos produtores de problemas na produção do camarão, incluindo prejuízos relacionados à mancha branca. Um MVP é uma versão reduzida e funcional de uma solução com o objetivo de testar sua viabilidade/utilidade no mercado.

O primeiro MVP desenvolvido permitiu que os produtores cadastrarem suas fazendas, relatassem suas ocorrências e visualizassem todas as ocorrências cadastradas. Esse MVP se transformou no Módulo de Ocorrências, que hoje conta com gráficos e mapas dinâmicos, bem elaborados, que permitem controlar as ocorrências espaço-temporalmente. A Figura 10 mostra alguns gráficos desse módulo.

Figura 10 – Tela de relatório de Ocorrências.



Fonte: elaborada pelos autores.

A partir dessa validação, pôde-se construir planejamentos de curto, médio e longo prazo do projeto, incluindo o lançamento dos outros módulos idealizados para o sistema.

### CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A solução continua em desenvolvimento e melhoramento. Como trata-se de um setor dinâmico, à medida que cresce o número de usuários (fazendas), surgem novas

necessidades. Hoje o sistema está sendo testado por sete fazendas espalhadas pelo Brasil.

A Plataforma Crevetic é fruto de uma pesquisa de mestrado na área de computação. Hoje a solução tem evoluído para se tornar um produto comercializável. Para tanto, o projeto está se transformando em uma startup com o apoio do programa Centelha, promovido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI).

Como trabalhos futuros, pretende-se expandir a solução para outras áreas da aquicultura, como a piscicultura. Já foram realizadas algumas entrevistas com produtores e especialistas do setor a fim de adaptar as funcionalidades e alinhar as novas necessidades.

## AGRADECIMENTOS

Os autores desse trabalho agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio financeiro. Os autores também agradecem ao Programa de Saúde nas Fazendas de Camarão (PSF Camarão) pelo apoio técnico.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Jair Andrade *et al.* Eficiência Produtiva das Fazendas de Carcinicultura no Estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s. l.], v. 56, n. 1, p. 35–50, 2018.

DA COSTA, Sérgio Winckler *et al.* Parâmetros de cultivo e a enfermidade da mancha-branca em fazendas de camarões de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s. l.], v. 45, n. 12, p. 1521–1530, 2011.

DUY, Nguyen Tang Kha *et al.* Automated monitoring and control system for shrimp farms based on embedded system and wireless sensor network. *In:* , 2015. **2015 IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT)**. [S. l.: s. n.], 2015. p. 1–5.

FAO, FAOSTAT. Food and agriculture organisation of the United Nations. **Retrieved on**, [s. l.], v. 15, 2012.

NEVES, Sandro Régio de Araújo. **O programa de saúde nas fazendas de camarão (PSF\_CAMARÃO) e os seus impactos sobre os desempenhos produtivos e econômicos na carcinicultura familiar do baixo rio Pirangi, Ceará, Brasil**. 2018. - Universidade Federal do Ceará, [s. l.], 2018.

PIPLANI, Divya *et al.* Digital Platform for Data Driven Aquaculture Farm

Management. *In:* , 2015. **Proceedings of the 7th International Conference on HCI, IndiaHCI 2015**. [S. l.: s. n.], 2015. p. 95–101.

SHAREEF, Zeenat; REDDY, S R N. Wireless sensor network for aquaculture: Review, survey, and case study of aquaculture practices in western Godavari region. **Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments**, [s. l.], v. 10, p. 409–423, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3233/AIS-180498>

XI, Mingze; ADCOCK, Matt; MCCULLOCH, John. An End-to-End Augmented Reality Solution to Support Aquaculture Farmers with Data Collection, Storage, and Analysis. *In:* , 2019. **The 17th International Conference on Virtual-Reality Continuum and its Applications in Industry**. [S. l.: s. n.], 2019. p. 37.

## INFLUÊNCIA DO COPÉPODE *Acartia* sp. E USO DE PROBIÓTICO NOS ESTÁGIOS INICIAIS DE CULTIVO DO CAVALO-MARINHO *Hippocampus reidi*

Amanda Massucatto<sup>1</sup>; Ana Silvia Pedrazzani<sup>2</sup>; Ana Paula Lira de Souza<sup>3</sup>; Sarah Pittigliani Ikebata<sup>4</sup>; Rafael de Oliveira Jaime Sales<sup>5</sup>; Alcinéa Malzete Correia<sup>6</sup>; Carlos Peres Silva<sup>7</sup>; Mônica Yumi Tsuzuki<sup>8</sup>.

### RESUMO

A fase de larvicultura é o principal gargalo para o cultivo do cavalo-marinho *Hippocampus reidi*, resultando em elevadas taxas de mortalidade associadas à alimentação e às doenças. O objetivo deste estudo foi avaliar diferentes dietas combinadas ao uso de um probiótico comercial na larvicultura deste peixe a fim de minimizar perdas em estágios iniciais de desenvolvimento. Para isso foram testados seis tratamentos: *Artemia* sp. (A); copépodes coletados *Acartia* sp., rotíferos e *Artemia* sp (CRA) e rotíferos e *Artemia* sp (RA), além dos respectivos tratamentos com adição de probiótico comercial AquaStar<sup>®</sup> Hatchery na água dos tanques, (0,005 g L<sup>-1</sup>): A-P, CRA-P e RA-P. A dieta CRA obteve melhores resultados de sobrevivência e crescimento quando comparados às outras dietas (A e RA), demonstrando o potencial de copépodes calanóides como importante alimento complementar para dietas tradicionais a base de rotíferos e artêmia. Por apresentarem resultados satisfatórios, o efeito do probiótico foi avaliado apenas nos tratamentos CRA e CRA-P. Não foram encontradas diferenças ( $p > 0,05$ ) nas contagens bacterianas (bactérias heterotróficas, *Vibrio* spp. e bactérias lácticas) e tampouco na atividade de enzimas digestivas (proteases e amilase), mesmo que numericamente os valores tenham sido maiores no tratamento CRA-P, entretanto o melhor desempenho de crescimento (peso, altura e comprimento total) foi obtido neste tratamento ( $p < 0,01$ ). Sugere-se que a escolha de uma dieta apropriada associada à adição de probiótico comercial durante a fase de larvicultura pode proporcionar efeitos benéficos ao *H. reidi*, pois de forma indireta houve uma associação de sua utilização ao bom desempenho das larvas de cavalos-marinhos.

**Palavras-chave:** Microbiologia. Nutrição. Peixe ornamental. Sanidade.

<sup>1</sup>Mestre em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina. Servidora Pública do Instituto Federal Catarinense. <http://lattes.cnpq.br/0871207706995696>

<sup>2</sup>Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Paraná. <http://lattes.cnpq.br/5932890877157106>

<sup>3</sup>Doutora em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina. <http://lattes.cnpq.br/2833163353510535>

<sup>4</sup>Graduada em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Catarina. <http://lattes.cnpq.br/6923175224096802>

<sup>5</sup>Doutor em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina. <http://lattes.cnpq.br/3333955268611221>

<sup>6</sup> Doutoranda em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina. <http://lattes.cnpq.br/0312691275434236>

<sup>7</sup> Doutor em Ciências Biológicas (Bioquímica) pela Universidade de São Paulo. Professor do Departamento de Bioquímica do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina. <http://lattes.cnpq.br/1915826985515007>

<sup>8</sup> Doutora em Aquatic Biosciences pela Tokyo University Of Fisheries. Professora do Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina. <http://lattes.cnpq.br/8686019355597417>

## ABSTRACT

The larviculture is one of the main bottlenecks of seahorse *Hippocampus reidi*, resulting in high mortality rates due to nutrition deficiency and diseases. The aim of this study was to evaluate the use of commercial probiotic associated to different diets, aiming to reduce losses in the initial developmental stages of *H. reidi*. Six different treatments were tested: *Artemia* sp. (A); rotifers and *Artemia* sp (RA); collected copepods *Acartia* sp., rotifers and *Artemia* sp. (CRA), besides the same treatments with the addition of the commercial probiotic AquaStar® Hatchery to the water (0.005 g L<sup>-1</sup>): A-P, RA-P and CRA-P. The CRA diet showed better results ( $p < 0.05$ ) for survival, weight and length rates when compared to A and RA diet. These data demonstrate the potential of calanoid copepods as an important complementary food for traditional diets based on rotifers and *Artemia* sp. Because of that, the effect of probiotic has been evaluated only in CRA and CRA-P with 16 DAB treatments, the latter being the best growth performance than the CRA ( $p < 0.01$ ). However, no differences were found ( $p > 0.05$ ) in bacterial counts (heterotrophic bacteria, *Vibrio* sp. and lactic acid bacteria) and either in the activity of digestive enzymes (protease and amylase), even if the numerical values were positive. The choice of a proper diet associated with the addition of commercial probiotic during the hatchery stage may be beneficial to *H. reidi* because indirectly there was an association between its use to the good performance of seahorses larvae.

**Keywords:** Microbiology. Health. Nutrition. Ornamental fish.

## INTRODUÇÃO

A espécie de cavalo-marinho *Hippocampus reidi*, pertencente à família Syngnathidae, é encontrada desde a costa oeste dos Estados Unidos até o Rio de Grande do Sul no Brasil (OBIS, 2016), sendo uma das espécies mais procuradas e valorizadas para o mercado de aquarofilia mundial (BULL, 2002). No início da década de 2000, o Brasil foi considerado um dos principais exportadores de cavalos-marinhos vivos do mundo e o maior da América Latina, comercializando milhares de indivíduos por ano (BAUM e VICENT, 2005). Contudo, como consequência da sobre-exploração para o comércio, aliado à degradação de seus habitats naturais (FOSTER e VICENT, 2004; VINCENT et al. 2011), hoje o *H. reidi* está incluso como vulnerável na “Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção” (MMA, 2004), além de constar no Apêndice II da CITES (CITES, 2016) juntamente com as outras espécies de cavalos-marinhos.

O cultivo destes peixes pode auxiliar na conservação de populações e suprir as demandas de mercado (OLIVOTTO et al. 2011). Embora alguns estudos estejam sendo realizados para aprimorar técnicas de cultivo (CASTRO et al., 2008; HORA e JOYEUX, 2009; WILLADINO et al., 2012; SOUZA-SANTOS et al., 2013; NOVELLI et al., 2015; 2016), a nutrição nas fases iniciais é pouco compreendida e é considerada

um ponto crucial no cultivo de cavalos-marinhos (VINCENT e KOLDEWEY, 2005; OLIVOTTO et al., 2008; KOLDEWEY e MARTIN-SMITH, 2010). Além da falta de conhecimento sobre uma alimentação adequada, os recém-nascidos de *H. reidi* apresentam tamanho relativamente pequeno e a fase pelágica estendida (WITTENRICH, 2007; HORA e JOYEUX, 2009; OLIVOTTO et al. 2011), do contrário, recém-nascidos de *Hippocampus erectus*, *Hippocampus zosterae* e *Hippocampus guttulatus* são grandes o suficiente para consumir náuplios de artêmia (WITTENRICH 2007; LIN et al., 2008; PALMA et al., 2011), desta forma, a alimentação inicial do *H. reidi* deve ser composta de presas menores, como rotíferos e/ou copépodes (WITTENRICH, 2007).

No dia do nascimento, os filhotes de cavalos-marinhos já são descritos como excelentes caçadores (VAN WASSENBERGH et al., 2009). A morfologia do sistema visual permite a identificação de presas com precisão, e por já apresentarem boca e ânus abertos, a alimentação passa imediatamente de endógena para exógena (NOVELLI et al., 2015). Na natureza, os filhotes alimentam-se principalmente de copépodes (PAYNE e RIPPINDALE, 2000). Os copépodes apresentam alto valor nutritivo, pois são naturalmente ricos em ácidos graxos altamente insaturados (HUFA's), além de apresentarem grande variação de tamanho e de natação, fato que promove estímulos visuais às larvas de peixes (BARROSO et al., 2013; VU et al., 2014).

Vários estudos mostram que *Hippocampus subelongatus* (PAYNE e RIPPINDALE, 2000), *Hippocampus kuda* (CELINO et al., 2012) e *H. reidi* (OLIVOTTO et al., 2008; WILLADINO et al., 2012) em suas fases iniciais de desenvolvimento quando alimentados com uma dieta com copépodes (cultivados ou selvagens) têm taxas de sobrevivência e crescimento significativamente mais altas do que quando alimentados com rotíferos e/ou artêmia. Da mesma forma, o cultivo de *H. reidi* com zooplâncton selvagem, tem mostrado taxas de sobrevivência mais elevadas (CARLOS et al., 2009; HORA e JOYEUX, 2009). Embora artêmia e rotíferos sejam os alimentos vivos mais comumente usados na cultura de diferentes espécies de peixes (HOFF e SNELL, 2008), incluindo cavalos-marinhos (KOLDEWEY e MARTIN SMITH, 2010), as exigências nutricionais de recém-nascidos de *H. reidi* nem sempre são supridas quando se alimentam dessas presas (PAYNE e RIPPINDALE, 2000; OLIVOTTO et al., 2008; BARROSO et al., 2013). Normalmente é observada uma alta mortalidade nos primeiros dias de vida (LIN et al., 2007) e os motivos para essa alta



taxa de mortalidade ainda não foram elucidados, mas provavelmente estão relacionados a fatores nutricionais.

Além da dificuldade da alimentação destes animais em cativeiro, as infecções bacterianas também têm sido citadas como um grande obstáculo para produzir cavalos-marinhos (ALCAIDE et al., 2001; MARTINS et al., 2010; BALCÁZAR et al., 2009). Têm-se notado em condições de laboratório e na aquicultura, uma variedade de doenças relacionadas aos cavalos-marinhos (ARCARUIBAL e SAINSBURY, 2005), mas as principais, causadoras de grandes perdas econômicas são as vibrioses (ALCAIDE et al., 2001) e as micobacterioses (KOLDEWEY, 2005). As vibrioses são normalmente encontradas no ambiente marinho e o surto das doenças está associado à exposição dos peixes a agentes infecciosos na presença de fatores estressantes (AUSTIN e AUSTIN, 2007).

O probiótico vêm sendo utilizado há bastante tempo na aquicultura e pode ser considerado uma alternativa para melhorar a saúde e a resistência às doenças, além do seu potencial em alcançar um melhor desempenho zootécnico em peixes. O probiótico é um suplemento alimentar microbiano vivo ou cultivado que beneficia o hospedeiro pela melhoria dos micro-organismos associados ou da comunidade microbiana presente no ambiente (IRIANTO e AUSTIN, 2002). Tem sido descrito que probióticos melhoram as funções digestivas, auxiliando na eficiência de conversão alimentar e no ganho de peso vivo (AL-DOHAIL, HASHIM e ALIYU-PAIKO, 2009), também conferem proteção contra patógenos por exclusão competitiva (VINE et al., 2004; CHABRILLON et al., 2005) e ainda modulam respostas fisiológicas e imunológicas em peixes (KHATTAB et al., 2004; BALCAZAR et al., 2006).

Considerando que a baixa taxa de sobrevivência das larvas nas primeiras semanas de vida tem sido um impedimento para pesquisadores e produtores comerciais (FORTEATH, 1996) para o cultivo comercial da espécie, o objetivo deste estudo foi avaliar o uso de probiótico comercial associado às diferentes dietas, com intuito de melhorar a eficiência produtiva do cavalo-marinho *H. reidi* nos estágios iniciais de vida.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Origem e manutenção dos reprodutores**

Adultos de cavalos-marinhos *Hippocampus reidi* foram coletados em Guarapari, Espírito Santo (autorização SISBIO/ICMBio n° 46575-5) e enviados para

Laboratório de Peixes e Ornamentais Marinhos (LAPOM), Departamento de Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina (CCA – UFSC), localizado no município de Florianópolis.

No laboratório, nove casais de reprodutores foram formados e mantidos em aquários de 90 litros, ligados a um sistema de recirculação de água com uma caixa SUMP, contendo “skimmer”, filtro germicida UV, biofiltro de cerâmica e filtro mecânico “bag”. Foram mantidos em fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas escuro, temperatura de  $24,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$  (média  $\pm$  desvio padrão), salinidade de  $23,0 \pm 2,0$  e pH  $8,0 \pm 0,5$ . O nitrito e a amônia total permaneceram abaixo de  $0,25 \text{ mg L}^{-1}$ .

Os reprodutores eram alimentados duas vezes ao dia com uma dieta constituída de pós-larvas (PL 20) de camarão *Litopenaeus vannamei* cultivado, ofertada na quantidade total de 20 PLs (dividido em duas refeições) por reprodutor. Uma vez ao dia, as pós-larvas eram embebidas durante 30 min em uma mistura de 1:1 do enriquecedor Red Pepper/Bernaqua e a dieta líquida Epilite-Z/Epicore, ambos ricos em ácidos graxos, antes de serem ofertadas. Os aquários eram sifonados antes da alimentação para remoção de restos de alimentos e excrementos.

Em média, cada casal paria duas vezes por mês, com intervalo de parto de aproximadamente 13 dias. Os recém-nascidos provenientes de três casais foram utilizados para realização dos experimentos.

### **Alimento vivo**

As culturas de rotífero *Brachionus plicatilis* utilizadas no experimento foram mantidas em tanques de 500 L a  $26\text{-}28^{\circ}\text{C}$  de temperatura e 25 de salinidade, alimentados com Sparkle, conforme instruções do fabricante (Inve<sup>®</sup>, Bélgica) e com trocas de água realizadas duas vezes por semana. Foram fornecidos volumes da cultura filtrados em malha de  $60 \mu\text{m}$  para remoção de detritos.

Para eclosão da *Artemia* sp., em torno de 1 a 2 g de cistos (High 5 – INVE) foram incubados em cones de 1 L de água a 25-30 de salinidade para que eclodissem após 24 h sob luz e forte aeração. Os náuplios recém-eclodidos foram filtrados em malha de  $200 \mu\text{m}$  e lavados em água salgada, para posteriormente serem utilizados no experimento.

A coleta dos copépodes foi realizada diariamente em um tanque escavado com abastecimento de água natural proveniente da Lagoa da Conceição, Florianópolis, com o uso de rede coletora de plâncton com abertura de malha de  $200 \mu\text{m}$  e  $100 \mu\text{m}$

no copo coletor. Após a captura, o conteúdo da coleta era lavado e filtrado em malha de 500 µm para remoção de organismos maiores e resíduos de matéria orgânica e posteriormente em malha de 120 µm. O material retido era triado e identificado utilizando um microscópio, isolando assim os copépodes *Acartia* sp. que seriam utilizados no experimento.

### **Desenho e condições experimentais**

Para a execução do experimento, foram fornecidas às larvas três diferentes dietas com e sem a adição de probiótico comercial na água dos aquários durante 13 dias, totalizando assim seis tratamentos em triplicada. Dois tratamentos (CRA e CRA-P) foram conduzidos por mais três dias.

O tratamento 1 (A), consistiu apenas na oferta de náuplios de *Artemia* sp. como alimento. No tratamento 2 (A-P), também foram alimentados somente com náuplios de *Artemia* sp. e foi adicionado diariamente o probiótico comercial diluído diretamente na água dos aquários. No tratamento 3 (CRA), os animais foram alimentados com rotíferos (durante os cinco primeiros DAN), náuplios de *Artemia* sp (do 3° ao 16° DAN) acrescidos do copépode *Acartia* sp. (durante todo o experimento - 0 ao 16° DAN). Para o tratamento 4 (CRA-P), foi utilizada a mesma dieta do tratamento 3 com adição do probiótico na água. No tratamento 5 (RA), as larvas foram alimentados com rotíferos e náuplios de *Artemia* sp. No tratamento 6 (RA-P) foi utilizada a mesma dieta anterior (RA), porém com probiótico diluído diretamente na água uma vez ao dia (Tabela 1).

Os filhotes foram alimentados duas vezes ao dia. A transição das presas rotíferos e *Artemia* sp. nos tratamentos RA e RA-P ocorreu de forma gradual, sendo ofertado 100% de rotíferos no primeiro e segundo dia, 75% de rotíferos e 25% de *Artemia* sp. no terceiro dia, 50% de cada presa no quarto dia, 25% de rotíferos e 75% de *Artemia* sp. no quinto dia e 100% de *Artemia* sp. a partir do sexto dia até o fim do experimento. Nos tratamentos CRA a CRA-P a transição dessas presas ocorreu da mesma forma, porém com adição de *Acartia* sp. durante todo o experimento.

O probiótico comercial utilizado no experimento (*AquaStar® Hatchery - Biomin*), segundo descrição do produto, continha cepas de *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus reuteri* e *Pediococcus acidilactici*, a uma contagem total de células probióticas de  $3 \times 10^{12}$  UFC kg<sup>-1</sup>. Determinou-se, a partir de experimento preliminar, que a melhor via de administração de probiótico foi através da água do que

no alimento vivo. Desta forma, o produto foi administrado na concentração máxima ( $0,005 \text{ g L}^{-1}$ ) conforme recomendado pelo fabricante, ou seja  $1,5 \times 10^4 \text{ UFC mL}^{-1}$ , aplicado uma vez ao dia dissolvido diretamente na água dos tanques após a renovação.

Tabela 1: Tratamentos usados no experimento.

Código	Dieta
A	Alimentação contínua de <i>Artemia</i> sp. ( $5 \text{ ind mL}^{-1}$ )
A-P	Alimentação contínua de <i>Artemia</i> sp. e AquaStar® Hatchery como aditivo de água $0,005 \text{ g L}^{-1}$
CRA	Alimentação mista de rotíferos ( $5 \text{ ind mL}^{-1}$ ), <i>Artemia</i> sp. ( $3 \text{ ind mL}^{-1}$ ) e <i>Acartia</i> sp. ( $1,5 \text{ ind mL}^{-1}$ )
CRA-P	Alimentação mista e AquaStar® Hatchery como aditivo de água $0,005 \text{ g L}^{-1}$
RA	Alimentação composta de rotíferos ( $10 \text{ ind mL}^{-1}$ ) e <i>Artemia</i> sp. ( $3 \text{ ind mL}^{-1}$ )
RA-P	Alimentação de rotíferos e <i>Artemia</i> sp. e AquaStar® Hatchery como aditivo de água $0,005 \text{ g L}^{-1}$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram utilizados seis sistemas de recirculação independentes, cada um contendo três aquários de 23 litros com aeração moderada e termostatos, conectados a um sistema de filtragem física (perlon) e biológica (mídia de cerâmica). Para iluminação no interior dos aquários ocorrer da meia água para baixo, foi fixada uma fita LED 3528d de cor branca fria na sua parte frontal.

Os aquários foram povoados com 5 filhotes de cavalos-marinhos por litro, totalizando 2070 recém-nascidos provenientes de três casais de reprodutores, nascidos no mesmo dia, selecionados ao acaso e divididos igualmente para cada aquário (115 por unidade). O fotoperíodo foi ajustado em um ciclo de 14 horas de luz e 10 horas escuro. Durante a realização do experimento, os sistemas de recirculação permaneciam estáticos durante o dia, sendo acionados por 10 horas somente durante o período noturno (22h00 às 8h00). Além disso, pela manhã era feita uma troca parcial de 10 a 20% da água, através de sifonamento diário para remoção de excrementos. A taxa de renovação foi aumentando gradualmente conforme a idade dos animais. Após cada troca de água, todos os tratamentos receberam a microalga *Nannochloropsis oculata*, que foram adicionadas a uma concentração de aproximadamente  $20 \times 10^4 \text{ células mL}^{-1}$ . Os parâmetros físico-químicos da água foram monitorados com uso de termômetro de mercúrio, refratômetro óptico, oxímetro e teste colorimétrico Labcontest®. A temperatura, a salinidade e o pH, mensurados diariamente, foram mantidos em  $26,5 \pm 0,3 \text{ °C}$  (média  $\pm$  desvio padrão),  $22,5 \pm 1,3$  e

7,6 ± 0,08, respectivamente. Monitorados a cada três dias, o oxigênio dissolvido, o nitrito e a amônia não ionizada, foram mantidos em 6,2 ± 0,5 mg L<sup>-1</sup>, ≤ 0,50 mg L<sup>-1</sup> e ≤ 0,035 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente.

### **Avaliação dos índices zootécnicos**

No dia do nascimento dos filhotes, a altura, o comprimento total (CT) e o peso, foram estimados a partir da média de 60 indivíduos amostrados ao acaso. A altura foi definida como a soma da altura da coroa, comprimento do tronco e o comprimento da cauda, já o comprimento total foi definido como a soma dos comprimentos da cauda, tronco e cabeça (LOURIE et al., 1999). Estas medidas foram determinadas com auxílio do software “DinoCapture”, acompanhado de uma câmera USB Dino-Eye acoplada a uma lupa estereoscopia binocular e o peso aferido em balança analítica de precisão 0,001g. Os cavalos-marinhos nasceram com altura de 0,70 ± 0,11 cm, CT de 0,95 ± 0,12 cm e peso de 1,61 ± 0,39 mg.

Aos 13 dias após nascimento (DAN), peixes dos tratamentos foram avaliados quanto ao peso corporal, altura e CT. Para isso, foram utilizados os animais sobreviventes dos tratamentos A-P, RA e RA-P (n = 12, 83 e 73, respectivamente) e 30 larvas foram retiradas ao acaso dos tratamentos CRA e CRA-P para comparação e avaliação do melhor protocolo alimentar. Para realização dessa etapa, os animais foram eutanasiados em solução contendo 1 mL de óleo de cravo L<sup>-1</sup>.

No entanto, com intuito de verificar com maior detalhamento possíveis diferenças estatísticas decorrentes da administração do probiótico comercial, com 16 DAN, os tratamentos que apresentaram maiores índices de sobrevivência (CRA e CRA-P), e conseqüentemente um n amostral relevante, foram avaliados em relação aos índices zootécnicos, à atividade de enzimas digestivas e à contagens bacterianas das amostras.

### **Avaliação microbiológica**

Ao final do experimento, 10 indivíduos dos tratamentos CRA e CRA-P foram separados para as análises microbiológicas, feitas pelo setor de microbiologia do Laboratório de Camarões Marinhos (LCM) da UFSC.

Os animais foram lavados com álcool 70% e após com água destilada. Posteriormente, as amostras (animais inteiros) foram pesadas e homogeneizadas em um gral e diluídos serialmente (1/8) em solução salina estéril 3% (SSE) e semeados

em meio de cultura Ágar Triptona Soja (TSA), Tiosulfato Citrato Bile Sacarose (TCBS) e Ágar de *Man, Rogosa e Sharpe* (MRS) para contagem de bactérias heterotróficas totais, *Vibrio* spp. totais e bactérias ácido-lácticas totais, respectivamente. As diluições semeados nas placas de Petri foram incubados em estufa a 30°C e posteriormente efetuadas contagens totais de unidades formadoras de colônias (UFC) após 24 horas de incubação nos meios de cultura Agar TSA e Agar TCBS e 48 horas no meio Agar MRS.

Para contagem microbiológica da água, um pool de amostras das três unidades experimentais provenientes de cada tratamento foi utilizado através de uma alíquota de 1mL para posterior diluição realizando o mesmo procedimento descrito anteriormente.

### **Atividade enzimática**

Para avaliação das atividades enzimáticas foram utilizadas 50 larvas de *H. reidi* em triplicata, totalizando 150 larvas de cada tratamento (CRA e CRA-P) no término do experimento (16 DAN). Para obtenção do material, os animais foram previamente eutanasiados com óleo de cravo (1 mL L<sup>-1</sup>) e imediatamente congelados, assim permanecendo até seu processamento.

As amostras foram manualmente homogeneizadas em homogeneizador Potter-Ekvehjem munido de pistilo de teflon. Foi adicionada água destilada às larvas inteiras, na proporção de 1:10 (m/v), respectivamente, mantendo a solução em banho de gelo. O homogeneizado foi centrifugado a 11.000 rpm por 15 min a 4°C. Coletou-se o sobrenadante, o qual foi armazenado a -20°C até a realização das análises enzimáticas. Os valores de pH ótimo para cada atividade enzimática foram previamente determinados em ensaio piloto.

### **Proteases**

As proteinases serínicas foram testadas com os substratos bz-R-pNa (N- $\alpha$ -Benzoyl-DL-arginine-4-*p*-nitroanilida) e suc-AAPF-pNa (N-succinil-Ala-Ala-Pro-Phe-*p*-nitroanilida), que possibilitam a verificação da atividade de tripsina e de quimotripsina, respectivamente. Os ensaios foram realizados de acordo com Erlanger et al. (1961) e Del Mar et al. (1979), sendo utilizados 0,05 mL do homogeneizado acrescidos de 0,05 mL do substrato a 2 mM em tampão fosfato/citrato 50 mM em pH 7,5. As reações foram interrompidas em dois intervalos de tempo (60 e 120 min)

adicionando-se 1 mL de ácido acético 30%. A leitura de absorvância foi feita em um comprimento de onda de 410 nm. Uma unidade de atividade (U) de enzima foi definida como a quantidade de enzima que catalisa a clivagem de 1  $\mu\text{mol}$  de substrato  $\text{min}^{-1}$ .

### **Amilase**

A análise da atividade da amilase foi realizada através da detecção da presença de grupos redutores na reação com o ácido 3-5, dinitrosalicílico (DNS). O substrato foi preparado contendo 1 mL de solução de amido 5% em tampão acetato de sódio 100mM (ph 6,5) como cofator enzimático, no qual foi adicionado 25  $\mu\text{L}$  do homogeneizado. As amostras foram incubadas em banho-maria a 30°C e testadas em dois tempos (60 e 120 min), sendo que a interrupção da reação era feita por fervura, colocando os tubos cobertos com papel de alumínio em banho-maria a 100°C por 5 minutos. Após a última interrupção foi adicionado 100  $\mu\text{L}$  de DNS em cada amostra, as quais foram aquecidas a 100 °C por 5 min. Por fim, às amostras foram acrescentados 100  $\mu\text{L}$  de água destilada. As leituras foram realizadas em microplaca em uma absorvância a 550 nm no equipamento TECAN (Infinite pro., California, EUA). A atividade da amilase foi calculada em mili unidades (mU), que equivale a 1  $\mu\text{mol}$  de glicose formado por minuto, determinadas a partir da curva padrão da glicose.

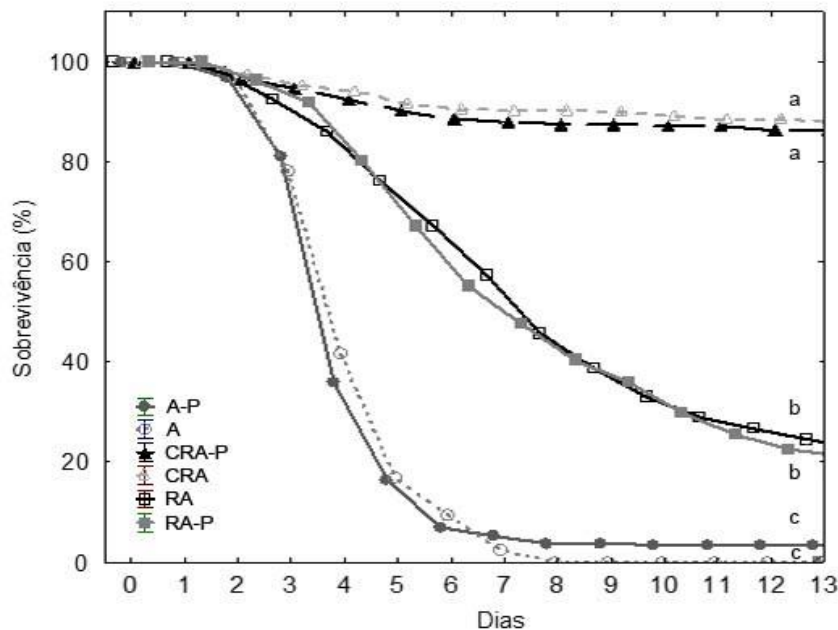
### **Análise Estatística**

Os valores são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. A normalidade dos dados foi avaliada através de Kolmogorov Smirnov e a homocedasticidade através de Cochran. Os dados de altura, comprimento total, peso e sobrevivência das amostras de cavalos-marinho *H. reidi* com 13 DAN foram avaliados pelo Modelo Linear Generalizado através da soma dos quadrados Tipo IV, modelo utilizado para comparar fatores e verificar interação em casos de dados ausentes, uma vez que um dos tratamentos (A) apresentou mortalidade total antes do término do experimento. Os dados de biometria e sobrevivência das amostras de cavalos-marinho *H. reidi* com 16 DAN foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e para a comparação de médias foi realizado o teste de Tukey. Os dados microbiológicos, transformados em  $\log_{10}(x+1)$ , e os dados obtidos das atividades enzimáticas foram avaliados pelo teste-T. Todas as análises foram realizadas a partir do programa Statistica Statsoft® versão 13.0 adotando um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As melhores percentagens de sobrevivência para os cavalos-marinhos *H. reidi* foram observadas nos tratamentos que continham os copépodes coletados *Acartia* sp. (CRA e CRA-P), os quais obtiveram 88,12 e 86,38 % de sobrevivência com 13 DAN, respectivamente. Por outro lado, os tratamentos em que foram ofertados somente *Artemia* sp. como item alimentar tiveram os piores resultados. O tratamento A-P teve uma sobrevivência de apenas 3,48%, enquanto no tratamento A, as larvas apresentaram mortalidade total no oitavo DAN. Resultados intermediários foram vistos nos peixes dos tratamentos alimentados com rotíferos e *Artemia* sp. (RA e RA-P), que apresentaram um percentual de sobrevivência de 24,60 e 21,20%, respectivamente (Gráfico 1).

Gráfico 1: Percentual de sobrevivência das larvas de *Hippocampus reidi* com 13 DAN submetidos a tratamentos com diferentes dietas, com ou sem probiótico comercial. Letras diferentes indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos. Siglas: A- Artêmia; C- Copépodes; R- Rotíferos; P- Probiótico.



Fonte: Elaborado pelos autores.

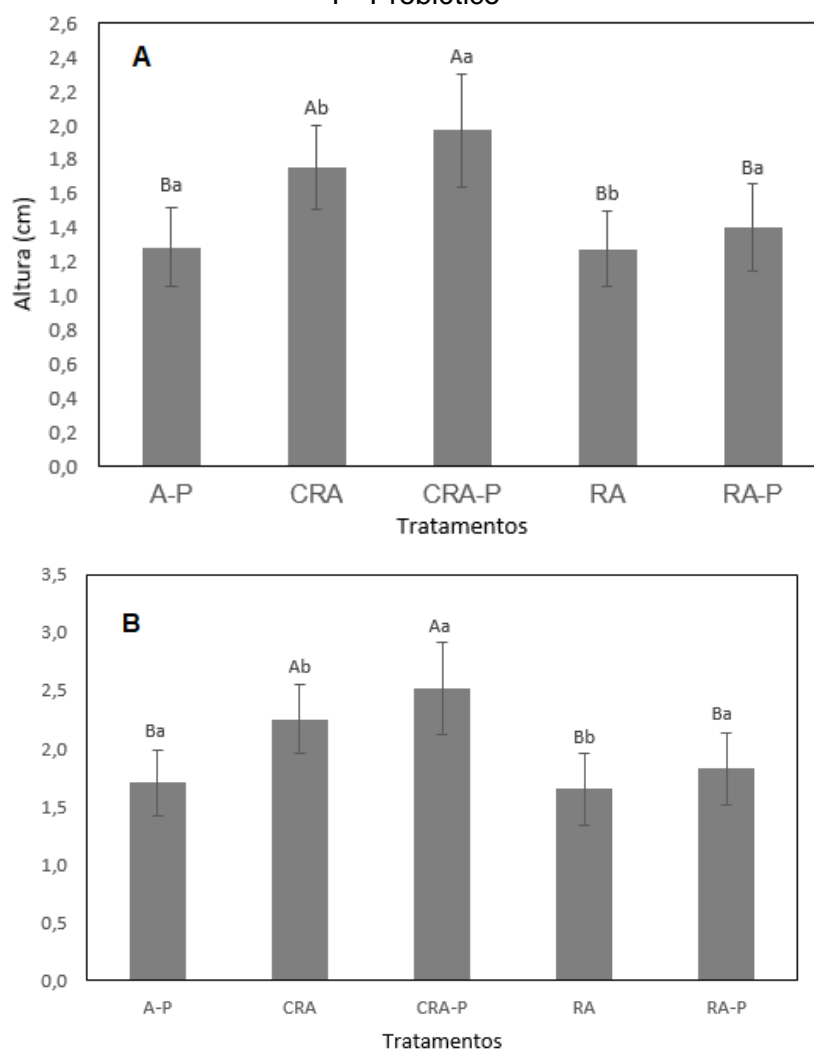
Aos 13 dias de vida, os melhores resultados de altura e comprimento total (CT) foram observados nos tratamentos CRA e CRA-P (Altura:  $1,76 \pm 0,25$  e  $1,97 \pm 0,33$  cm; CT:  $2,25 \pm 0,29$  e  $2,52 \pm 0,40$  cm, respectivamente), demonstrando melhor composição alimentar em relação às outras dietas, porém, quando comparados a mesma dieta com ou sem probiotico, o tratamento CRA-P, com adição de probiótico na água, apresentou melhor desempenho ( $p < 0,001$ ) em relação ao CRA. Os demais tratamentos (A-P, RA e RA-P) não apresentaram diferença significativa em relação ao

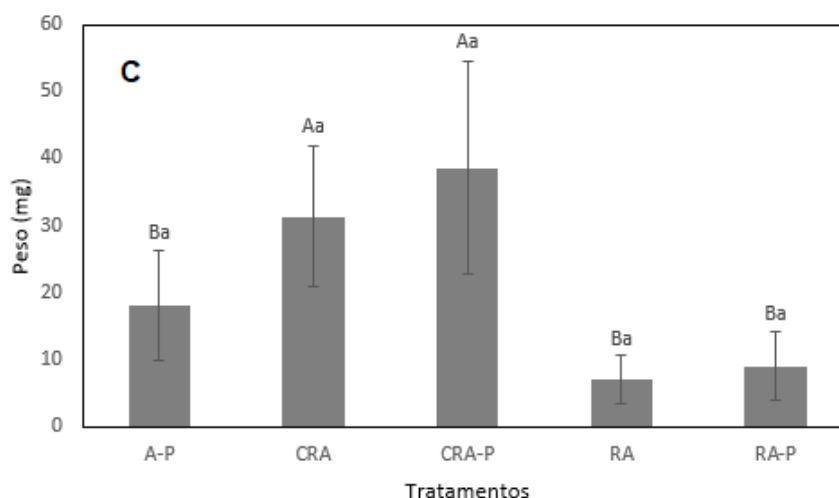


alimento, mas a adição de probiótico no mesmo tratamento alimentar mostrou ser significativa ( $p < 0,001$ ) em relação aos tratamentos em que não foi adicionado (Gráfico 2).

Em relação ao peso das larvas de *H. reidi* com 13 DAN, observa-se diferença significativa apenas em relação ao alimento, nos quais os tratamentos CRA e CRA-P ( $31,37 \pm 10,41$  e  $38,63 \pm 15,89$  mg, respectivamente) foram superiores ( $p < 0,05$ ) aos demais tratamentos (A-P:  $18,08 \pm 8,16$ ; RA:  $7,05 \pm 3,63$  e RA-P:  $9,05 \pm 5,09$  mg), sendo que os tratamentos RA e RA-P foram aproximadamente três vezes inferiores aos tratamentos CRA e CRA-P (Gr). Não foi possível a realização da biometria para o tratamento A, devido à mortalidade total ocorrida aos 8 DAN.

Gráfico 2: (A) Altura, (B) Comprimento total e (C) Peso das larvas de *Hippocampus reidi* com 13 DAN submetidas à diferentes dietas, contendo ou não probiótico comercial na água dos tanques. Letras maiúsculas indicam diferenças estatísticas entre todos os tratamentos (diferentes tipos de alimento) e letras minúsculas indicam diferenças estatísticas nos tratamentos com e sem probiótico ( $p < 0,05$ ). Siglas: A- Artêmia; C- Copépodes; R- Rotíferos; P- Probiótico





Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao comparar os índices zootécnicos somente dos tratamentos CRA e CRA-P em animais com 16 DAN, observa-se que os resultados das variáveis mensuradas (altura, comprimento total e peso) foram significativamente maiores ( $p < 0,01$ ) no tratamento em que foi adicionado probiótico na água (CRA-P). Porém, mesmo não apresentando diferença estatística, os dois tratamentos obtiveram bons índices de sobrevivência (Tabela 2).

Tabela 2: Média ( $\pm$  DP) da sobrevivência (%), da altura (cm), do comprimento total (cm) e do peso (mg) das larvas do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* com 16 DAN cultivadas com copépodes, rotíferos e artêmia sem probiótico (CRA) e com adição de probiótico comercial na água (CRA-P). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos.

Tratamentos	Sobrevivência	Altura	Comprimento total	Peso
CRA	87,54 <sup>a</sup> $\pm$ 6,64	2,59 <sup>b</sup> $\pm$ 0,26	3,27 <sup>b</sup> $\pm$ 0,33	71,16 <sup>b</sup> $\pm$ 26,21
CRA-P	86,09 <sup>a</sup> $\pm$ 3,14	2,74 <sup>a</sup> $\pm$ 0,23	3,45 <sup>a</sup> $\pm$ 0,28	80,37 <sup>a</sup> $\pm$ 21,57

Fonte: Elaborado pelos autores.

O efeito do AquaStar<sup>®</sup> Hatchery sobre as bactérias heterotróficas totais, *Vibrios sp.* e as bactérias ácido-lácticas (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus reuteri* e *Pediococcus acidilactici*, componentes no probiótico), apresentam-se na Tabela 3. Não foram observadas diferenças significativas em nenhuma das contagens de bactérias entre os tratamentos, apesar de serem encontrados níveis mais elevados de bactérias ácido-lácticas nas amostras dos animais e da água do tratamento com adição de probiótico (CRA-P), além de menores níveis de *Vibrios sp.*.

Tabela 3: Contagens bacterianas de amostras do *Hippocampus reidi* (16 DAN) dos tratamentos em que foram alimentados com copépodes, rotíferos e artêmia sem probiótico (CRA) e com adição de probiótico comercial (CRA-P) na água, além de amostras da água (pool) dos tratamentos, respectivamente.

Tratamentos	Contagem bacteriana Log UFC g <sup>-1</sup> (CRA e CRA-P) e mL <sup>-1</sup> (Água)		
	Bactérias totais	Vibrios	Ácido-lácticas
CRA	7,40 ± 2,01	6,72 ± 2,17	3,98 ± 1,45
CRA-P	6,18 ± 0,77	4,26 ± 0,38	4,87 ± 0,35
Água controle	7,95	3,7	3,34
Água probiótico	5,7	0	6

Fonte: Elaborado pelos autores

Apesar das atividades enzimáticas específicas dos tratamentos CRA e CRA-P com 16 DAN (tripsina, quimotripsina e amilase) terem sido numericamente maiores no tratamento administrado com probiótico (CRA-P), estatisticamente os dados não apresentaram diferença (Tabela 4).

Tabela 4: Atividade específica de proteases (tripsina e quimotripsina) e amilase do *Hippocampus reidi* (16 DAN) alimentados com copépodes, rotíferos e artêmia (CRA) e acrescidos de probiótico comercial (CRA-P).

Tratamentos	Atividade enzimática mU mg <sup>-1</sup> de proteína		
	Tripsina	Quimotripsina	Amilase
CRA	15,50 ± 0,97	15,54 ± 0,95	6,30 ± 0,77
CRA-P	19,52 ± 2,05	19,53 ± 2,05	7,46 ± 2,20

Fonte: Elaborado pelos autores

A alimentação é considerada um dos fatores mais decisivos na sobrevivência da larvicultura de cavalos-marinhos (OLIVOTTO et al., 2008; PHAM e LIN, 2013) e está intimamente relacionada com a disponibilidade de presas e a qualidade dos alimentos após o esgotamento do saco vitelínico (YÚFERA e DARIAS, 2007). No presente estudo, os valores dos parâmetros de comprimentos, peso e sobrevivência foram significativamente maiores nas larvas de cavalos-marinhos alimentadas com as dietas que continham o copépode *Acartia* sp. (CRA e CRA-P), do que nas que foram alimentadas somente com artêmia (A e A-P) ou rotíferos e artêmia (RA e RA-P). Verificou-se ainda que, com a utilização das dietas RA e CRA, os cavalos-marinhos atingiram aos 13 DAN em média 1,65 e 2,25 cm de comprimento total, respectivamente. O mesmo padrão ocorreu quando fornecidas estas dietas enriquecidas com probiótico (RA-P:1,82 cm e CRA-P:2,52 cm). Resultados semelhantes foram obtidos no primeiro estudo publicado sobre a criação de *H. reidi*,

onde os filhotes atingiram 1,75 cm aos 14 DAN com uso de dieta composta de rotíferos e artêmia, e 2,25 cm quando o copépode harpacticóida *Tisbe* sp. foi incluído na dieta (OLIVOTTO et al., 2008).

Estas diferenças de crescimento provavelmente estão associadas à composição de ácidos graxos das presas. Barroso et al. (2013) analisaram o perfil de ácidos graxos de copépodes selvagens (> 90% *Acartia tonsa*), cultivados (*Acartia tonsa*) e de rotíferos (*B. rotundiformis*), verificando que as quantidades de PUFA foram superiores em copépodes selvagens (360 mg g<sup>-1</sup>), do que em rotíferos e copépodes cultivados (161 e 67 mg g<sup>-1</sup>, respectivamente). Adicionalmente, grandes quantidades de ácido docosahexanóico (DHA) e eicosapentaenóico (EPA) (170 e 96 mg g<sup>-1</sup>, respectivamente) foram encontrados em copépodes selvagens, muito superiores ao observado em rotíferos (3,4 e 62,5 mg g<sup>-1</sup>, respectivamente) e copépodes cultivados (14,5 e 8,5 mg g<sup>-1</sup>, respectivamente). McEvoy et al. (1998) citam ainda que, o nível de DHA em copépodes selvagens pode ser dez vezes maior do que o nível encontrado em artêmia, mesmo quando enriquecida. Portanto, o desempenho insatisfatório das dietas sem inclusão do copépode coletado *Acartia* sp. (A e RA), mesmo com adição do probiótico (A-P e RA-P), pode ser o resultado de uma menor concentração desses ácidos graxos presente nesses alimentos em relação aos copépodes coletados.

Durante a criação de cavalos-marinhos, elevadas taxas de mortalidade podem ocorrer principalmente durante a fase pelágica (5-7 dias), diminuindo após a mudança para fase bentônica (HORA e JOYEUX 2009). Neste estudo, o uso exclusivo de *Artemia* sp. como alimento (A e A-P) resultou em uma expressiva mortalidade a partir do 3° DAN. A alta taxa de mortalidade neonatal parece ser devido à incompleta maturação do sistema digestivo antes da metamorfose, sugerindo a incapacidade de recém-nascidos para digerir o mesmo tipo de alimento do que juvenis ou adultos (YU'FERA e DARIAS, 2007). Novelli (2015) verificou que os recém-nascidos de *H. reidi* alimentados com náuplios de *Artemia* sp. foram capazes de assimilar os lipídios provenientes da alimentação exógena apenas no 3°/4° DAN, portanto, recomenda-se a inclusão de *Artemia* sp. na dieta a partir desse momento. Já, Olivotto et al. (2011) verificaram que filhotes de *H. guttulatus* foram capazes de digerir *Artemia* sp. eficientemente somente a partir do 10° DAN.

Os resultados obtidos neste estudo demonstram a importância de copépodes calanóides como alimento complementar nas dietas tradicionais a base de rotíferos e artêmia na larvicultura de *H. reidi*. No entanto, a principal limitação está relacionada

com a sua produção em larga escala. Copépodes calanóides são difíceis de serem cultivados em uma base contínua, podendo ser cultivados apenas em densidades muito baixas e alimentados com combinações de algas (HOLT, 2003). No presente estudo, foram usados apenas copépodes coletados, assim como utilizados em cultivo comercial no Brasil, onde a primeira alimentação é constituída somente de zooplâncton selvagem (HORA et al., 2010). Apesar das vantagens, como baixo custo, tamanho variado, alto valor nutritivo e altas taxas de ácidos graxos, a coleta destes organismos em ambiente natural pode apresentar desvantagens, como a instabilidade nos locais de coleta em relação a contaminações e abundância, a diversidade e qualidade de organismos influenciadas pela sazonalidade e pelo clima, assim como a possibilidade de organismos patogênicos e/ou oportunistas serem introduzidos ao sistema de cultivo (HORA, 2015).

Enquanto foram registrados pontos importantes da alimentação no cultivo de cavalos-marinhos, outros obstáculos ainda precisam ser superados para sua produção em larga escala. Como estes animais são especialmente vulneráveis à doenças durante suas primeiras semanas de vida (WILSON e VINCENT, 1998), qualquer alteração nos fatores ambientais pode atuar diretamente na sobrevivência destes animais em cativeiro. Por exemplo, em um dos estudos realizados no laboratório com *H. reidi* alimentados com copépodes coletados, após 40 dias, com 80% dos sobreviventes restantes (500 indivíduos), todos os juvenis morreram entre o 40° e 45° dia de cultivo, no qual através de testes parciais a causa foi atribuída a uma bacteriose (SOUZA, 2016, comunicação pessoal). Balcázar et al. (2009), ao analisarem superfícies mucosas de duas espécies de cavalo-marinhos doentes (*H. guttulatus* e *H. hippocampus*), identificaram predominantemente as espécies *Vibrio alginolyticus* e *Vibrio splendidus*, sugerindo estarem associadas aos sinais clínicos de doenças dos cavalos-marinhos criados em cativeiro.

Vários autores relatam que o uso de probiótico como suplemento alimentar ou adicionado na água, reduzem as cargas de *Vibrio* sp. dos cultivos (AVELLA et al., 2010; 2011; TALPUR et al., 2013) e/ou conferem maior resistência frente a esses patógenos (CASTEX et al., 2010; ZHAO et al., 2012). No presente estudo, ao analisar os dois tratamentos que tiveram maiores taxas de sobrevivências (CRA e CRA-P), nota-se que, ainda que sem diferenças significativas, numericamente menores níveis de *Vibrios* sp. foram encontrados nos animais e na água do CRA-P, do mesmo modo que mais bactérias ácido-lácticas foram quantificadas neste

tratamento com probiótico. Taipur et al. (2013) utilizando diferentes concentrações do probiótico *Lactobacillus plantarum* como aditivo de água da larvicultra de *Portunus pelagicus*, relataram menores contagens de *Vibrio* sp. em relação ao controle, sugerindo que o probiótico melhorou a qualidade da água em termos de modulação positiva da microbiota, o que pode ter contribuído para efeitos benéficos na larvicultura. Já Standen et al. (2016), ao avaliarem o efeito de um probiótico (AquaStar® Growout) que continha as mesmas cepas do utilizado neste estudo em tilápias *Oreochromis niloticus* durante seis semanas, não observaram diferença estatística na contagem de bactérias viáveis alóctones, porém em um dos tratamentos em que foi adicionado 3 g de probiótico por kg de ração, maiores níveis de bactérias ácido-lácticas e enterococos foram observados em relação ao controle. Esta diferença pode ser atribuída ao maior tempo de exposição dos animais ao probiótico, bem como a dosagem e modo de aplicação, que foi de 0,005 g L<sup>-1</sup> no presente estudo, em comparação com 3 g kg<sup>-1</sup> usado pelos autores. Ainda que a dosagem aqui utilizada tenha sido a quantidade máxima recomendada pelo fabricante, a concentração pode ter sido baixa a ponto de reduzir as cargas de *Vibrio* sp. e aumentar significativamente os níveis de bactérias ácido-lácticas na água e nas larvas de *H. reidi*.

Embora não hajam dados sobre efeito do probiótico comercial aqui utilizado (AquaStar® Hatchery) sobre o crescimento de cavalos-marinhos, o fornecimento de *Lactobacillus* sp. (AVELLA et al., 2009), *Pediococcus* sp. (NEISSI et al., 2013), *Bacillus* sp. (BHATNAGAR e LAMBA, 2015) e *Enterococcus* sp. (GIANNENAS et al., 2015) quer isoladamente ou em combinação com outras espécies de bactérias, mostraram melhorar os indicadores de desempenho de crescimento em peixes ornamentais (*Amphiprion ocellaris* e *Aequidens rivulatu*) ou de corte (*Cirrhinus mrigala* e *Oncorhynchus mykiss*), respectivamente. Nesse estudo o tratamento CRA-P apresentou maior crescimento em relação à todos comprimentos mensurados e ao peso corporal com 16 DAN, representando um leve aumento de 5,8% no comprimento total e 12,9% no peso quando comparado com o controle (CRA). O efeito do probiótico sobre o crescimento pode manifestar-se indiretamente através de vários mecanismos, incluindo um aumento na disponibilidade de nutrientes e produção de enzimas digestivas suplementares (DOESCHATE e COYNE, 2008) ou por estimulação da produção de enzimas endógenas pelo hospedeiro (LAZADO et al., 2012). Assim, tem-se uma maior digestibilidade e maior capacidade de absorção

dos nutrientes, proporcionando uma tendência de aumento dos índices de crescimento (DOESCHATE e COYNE, 2008).

Ao avaliar a atividade enzimática específica, observa-se que em animais com 16 DAN no tratamento CRA-P houve um aumento em todas as enzimas ensaiadas (tripsina, quimotripsina e amilase). No entanto, esse aumento não foi estatisticamente significativo, podendo estar relacionado ao baixo n amostral (n = 3). Assim, apesar do tratamento CRA-P ter apresentado melhor desempenho de crescimento, não se pode afirmar que foram decorrentes de um efeito do probiótico no aumento da atividade enzimática específica. Do contrário, Wang (2007) suplementou a dieta para o camarão *Litopenaeus vannamei* com bactérias fotossintéticas e *Bacillus* sp. e relatou um aumento das atividades de protease, amilase, lipase e celulase e melhor desempenho de crescimento em relação ao controle. A administração do probiótico *Lactobacillus* sp. melhorou a atividade de enzimas digestivas e o crescimento do pargo *Sparus aurata* (SUZER et al., 2008). Da mesma forma, o desempenho de crescimento e atividade de algumas enzimas digestivas foram melhorados através da adição de *Rhodotorula benthica* na dieta do pepino do mar *Apostichopus japonicus* (WANG et al., 2015).

O uso de probióticos na água de cultivo, pode ser considerado uma eficaz via de administração. É possível que os alimentos vivos ofertados às larvas possam ter ingerido o probiótico da água de cultivo ou o mesmo pode ter sido diretamente ingerido pelas larvas, aumentando suas funções digestivas e surtindo efeitos benéficos no crescimento. Villamil et al. (2010), determinaram a água como melhor meio para a introdução de *Pediococcus acidilactici* no cultivo do pregado *Psetta maxima*, do que quando administrado por meio de rotíferos. Porém, outros autores relatam um melhor efeito através do alimento vivo (SUZER et al., 2008) e no alimento vivo e na água de forma concomitante (AVILLA et al., 2009; NIMRAT et al., 2011). Desta forma, mais pesquisas são necessárias afim de determinar outras vias de administração, obter concentrações adequadas do probiótico e também buscar estratégias para isolar bactérias probióticas a partir do intestino de adultos de *H. reidi* para posteriormente utilizá-las nas larvas da mesma espécie.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dieta com adição dos copépodes *Acartia* sp., foi considerada claramente a mais eficaz, pois através dela obteve-se significativamente melhores índices de

crescimento e maior sobrevivência dos filhotes de cavalo-marinho, demonstrando a importância deste alimento vivo como complemento alimentar para dietas a base de rotíferos e artêmia.

A utilização do probiótico comercial AquaStar® Hatchery como aditivo de água na larvicultura de *H. reidi*, mostrou ser benéfica para o crescimento das larvas após 16 dias de experimento, a qual considera-se resultados promissores, tendo em vista que este é o primeiro estudo envolvendo o uso de probiótico na larvicultura de cavalos-marinhos, porém mais estudos devem ser conduzidos neste sentido.

Este estudo contribui para o avanço no pacote tecnológico da produção do cavalo-marinho *H. reidi* em cativeiro, nos quais os resultados apresentam importantes implicações nos potenciais de iniciativas comerciais e de conservação para a espécie.

## REFERÊNCIAS

ALCAIDE, E.; GIL-SAZ, C.; SANJUÁN, E.; ESTEVE, D.; AMARO, C.; SILVEIRA, L. 2001 *Vibrio harveyi* causes disease in seahorse, *Hippocampus* sp. *Journal Fish Diseases*, 24: 311-313.

AL-DOHAIL, M.A.; HASHIM, R.; ALIYU-PAIKO, M. 2009 Effects of the probiotic, *Lactobacillus acidophilus*, on the growth performance, haematology parameters and immunoglobulin concentration in African Catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) fingerling. *Aquaculture Research*, 40: 1642-1652.

ARCARUIBAL, B. e SAINSBURY, A.W. 2005 Disease of Syngnathidae and their treatment and control. *British Veterinary Zoological Society*, 5: 31–34.

AUSTIN, B. e AUSTIN, D. 2007 *Bacterial fish pathogens: diseases of farmed and wild fish*. 4ªed. Chichester: Springer. 594p.

AVELLA, M.A.; OLIVOTTO, I.; SILVI, S.; PLACE, A.R.; CARNEVALI, O. 2009 Effect of dietary probiotics on clownfish: a molecular approach to define how lactic acid bacteria modulate development in a marine fish. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 298: 359-371.

AVELLA, M.A.; GIOACCHINI, G.; DECAMP, O.; MAKRIDIS, P.; BRACCIAPELLI, C.; CARNEVALI, O. 2010 Application of multi-species of *Bacillus* in sea bream larviculture. *Aquaculture*, 305: 12-19.

AVELLA, M.A.; OLIVOTTO, I.; SILVI, S.; RIBECCO, C.; CRESCI, A.; PALERMO, F.; POLZONETTI, A.; CARNEVALI, O. 2011 Use of *Enterococcus faecium* to improve common sole (*Solea solea*) larviculture. *Aquaculture*, 315: 384-393.

BALCÁZAR, J.L.; DE BLAS, I.; RUIZ-ZARZUELA, I.; CUNNINGHAM, D.; VENDRELL, D.; MUZQUIZ, J.L. 2006 The role of probiotics in aquaculture. *Veterinary Microbiology*, 114: 173-186.



- BALCÁZAR, J.L.; GALLO-BUENO, A.; PLANAS, M.; PINTADO, J. 2009 Isolation of *Vibrio alginolyticus* and *Vibrio splendidus* from captive-bred seahorses with disease symptoms. ***Antonie van Leeuwenhoek***, 97: 207-210.
- BARROSO, M. V.; DE CARVALHO, C.V.A.; ANTONIASSI, R.; CERQUEIRA, V.R. 2013 Use of the copepod *Acartia tonsa* as the first live food for larvae of the fat snook *Centropomus parallelus*. *Aquaculture*, 388-391: 153– 158.
- BAUM, J.K. e VINCENT, A.C.J. 2005 Magnitude and inferred impacts of the seahorse trade in Latin America. *Environmental Conservation*, 32: 305-320.
- BHATNAGAR, A. e LAMBA, R. 2015 Antimicrobial ability and growth promoting effects of feed supplemented with probiotic bacterium isolated from gut microflora of *Cirrhinus mrigala*. ***Journal of Integrative Agriculture***, 14: 583-592.
- BULL, C. 2002 *Seahorse husbandry in public aquaria: Manual, with chapters contributed by members of the Syngnathid Discussion Group*. Chicago: Shedd Aquarium, 56p.
- CARLOS, M.T.L.; RIBEIRO, F.A.S.; WAINBERG, A.A. 2009 Produção de cavalo-marinho em tanque-rede. *Panorama da Aquacultura*, 113: 32–37.
- CASTEX, M.; LEMAIRE, P.; WABETE, N.; CHIM, L. 2010 Effect of probiotic *Pediococcus acidilactici* on antioxidant defences and oxidative stress of *Litopenaeus stylirostris* under *Vibrio nigripulchritudo* challenge. ***Fish & Shellfish Immunology***, 28: 622-631.
- CASTRO, A.L.C.; DINIZ, A.F.; MARTINS, I.Z.; VENDEL, A.L.; OLIVEIRA, T.P.R.; ROSA, I.M.L. 2008 Assessing diet composition of seahorses in the wild using a non destructive method: *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) as a study-case. *Neotropical Ichthyology*, 6: 637–644.
- CELINO, F.T.; HILOMEN-GARCIA, G. V.; DEL NORTE-CAMPOS, A.G.C. 2012 Feeding selectivity of the seahorse, *Hippocampus kuda* (Bleeker), juveniles under laboratory conditions. *Aquaculture Research*, 43: 1804-1815.
- CHABRILLON, M.; RICO, R.M.; BALEBONA, M.C.; MORINIGO, M. 2005 Adhesion to sole *Solea senegalensis* Kaup, mucus of microorganisms isolated from farmed fish, and their interaction with *Photobacterium damsela* subsp. Piscicida. *Journal Fish Diseases*, 28: 229-237.
- CITES, 2010 *Conservation on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna*. Disponível em: <www.cites.org2010> Acesso em 20 de março de 2016.
- DEL MAR, E.G.; LARGMAN, C.; BRODRICK, J.W.; GEOKAS, M.C. 1979 A sensitive new substrate for chymotrypsin. *Analytical Biochemistry*, 99: 316-320.

DOESCHATE, K.T e COYNE, V. 2008 Improved growth rate in farmed *Haliotis midae* through probiotic treatment ***Aquaculture***, 284: 174-179.

ERLANGER, B.; KOKOWSKY, N.; COHEN, W. 1961 The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 95: 271-278.

FORTEATH, N. 1996 Seahorses, *Hippocampus abdominalis* in culture. *Austasia Aquaculture*, 9: 83-84.

FOSTER, S.J. e VINCENT, A.C.J. 2004 Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. *Journal Fish Biology*, 65: 1-61.

GIANNENAS, I.; KARAMALIGAS, I.; MARGARONI, M.; PAPPAS, I.; MAYER, E.; ENCARNAÇÃO, P.; KARAGOUNI, E. 2015 Effect of dietary incorporation of a multi-strain probiotic on growth performance and health status in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Fish Physiology and Biochemistry*, 41: 119-128.

HOFF, F. e SNELL, T. 2008 *Plankton culture manual*. 6ª ed. Florida: Florida Aqua Farms. 183p.

HOLT, G.J. 2003 Research on culturing the early life history stages of marine ornamental species. In: CATO, J.C. e BROWN, C.L. *Marine Ornamental Species: Collection, Culture and Conservation*. Iowa State Press, Ames, IO, p. 251-254.

HORA, M.S.C. e JOYEUX, J.C. 2009 Closing the reproductive cycle: Growth of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei, Syngnathidae) from birth to adulthood under experimental conditions. *Aquaculture*, 292: 37-41.

HORA, M.S.C.; JOYEUX, J.C.; CARLOS, E.M.T.L. 2010 Cultivo de Cavalo-marinho (*Hippocampus reidi*). In: B. BALDISSEROTTO e L. C. GOMES. *Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil*, 2ª ed. Santa Maria: Editora UFSM, p. 401-428.

HORA, M.S.C. 2015 ***Determinação de condições bióticas e abióticas ideais durante o estágio inicial de desenvolvimento de juvenis de cavalo-marinho Hippocampus reidi cultivados***. Florianópolis. 82 f. (Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC).

IRIANTO, A. e AUSTIN, B. 2002 Use of probiotics to control furunculosis in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal Fish Diseases*, 25: 333-342.

KHATTAB, Y.A.E.; SHALABY, A.M.E.; SHARAF, S.M.; EL-MARAKBY, H.; RIZLALLA, E.H. 2004 The physiological changes and growth performance of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* after feeding with Biogen as growth promoter. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 8: 145-158.

KOLDEWEY, H.J. e MARTIN-SMITH, K.M. 2010 A global review of seahorse aquaculture. *Aquaculture*, 302: 131-152.

KOLDEWEY, H. 2005 *Seahorse husbandry in public aquariums: Manual, with chapters contributed by members of the Syngnathid Discussion Group*, London, 137p.

LAZADO, C.C.; CAIPANG, C.M.A.; KIRON, V. 2012 Enzymes from the gut bacteria of Atlantic cod, *Gadus morhua* and their influence on intestinal enzyme activity. *Aquaculture Nutrition*, 18: 423-431.

LIN, Q.; GAO, Y.; SHENG, J.; CHEN, Q.; ZHANG, B.; LU, J. 2007 The effects of food and the sum of effective temperature on the embryonic development of the seahorse, *Hippocampus kuda* Bleeker. *Aquaculture*, 262: 481-492.

MARTINS, M.L.A; MOURIÑO, J.L.P.; FEZER, G.F.; BUGLIONE NETO, C.C.; GARCIA, P.; SILVA, B.C.; JATOBÁ, A.; VIEIRA, F.N. 2010 Isolation and experimental infection with *Vibrio alginolyticus* in the sea horse, *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Osteichthyes: Syngnathidae) in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 70: 205-209.

McEVOY, L.A.; NAESS, T.; BELL, J.G.; LIE, O, 1998 Lipid and fatty acid composition of normal and eicosapentaenoic acids. *Aquaculture*, 180: 321-343.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Lista nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração. 2004 INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 05, de 21 de Maio de 2004. *Diário Oficial da União*, Brasília, nº.102, p.136-142.

MORELLI, L.; ZONENSCHAIN, D.; CALLEGARI, M.L.; GROSSI, E.; MAISANO, F.; FUSILLO, M. 2003 Assessment of a new synbiotic preparation in healthy volunteers: survival, persistence of probiotic strains and its effect on the indigenous flora. *Nutrition Journal*, 2: 11-16.

NEISSI, A.; RAFIEE, G.; NEMATOLLAHI, M.; SAFARI, O. 2013 The effect of *Pediococcus acidilactici* bacteria used as probiotic supplement on the growth and non-specific immune responses of green terror, *Aequidens rivulatus*. ***Fish & Shellfish Immunology***, 35: 1976-1980.

NIMRAT, S.; BOONTHAI, T.; VUTHIPHANDCHAI, V. 2011 Effects of probiotic forms, compositions of and mode of probiotic administration on rearing of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) larvae and postlarvae. ***Animal Feed Science and Technology***, 169: 244-258.

NOVELLI, B.; OTERO-FERRER, F.; DIAZ, M.; SOCORRO, J.A.; CABALLERO, M.J.; MOLINA DOMÍNGUEZ L.; MOYANO, F.J. 2016 Digestive biochemistry as indicator of the nutritional status during early development of the long snouted seahorse (*Hippocampus reidi*). ***Aquaculture***, 464: 196-204.

NOVELLI, B.; SOCORRO, J.A.; CABALLERO, M.J.; OTERO-FERRER, F.; SEGADÉ-BOTELLA, A.; DOMÍNGUEZ, L.M. 2015 Development of seahorse (*Hippocampus*

*reidi*, Ginsburg 1933): histological and histochemical study. *Fish Physiology. Biochemistry*, 41: 1233-1251.

OBIS, (sem data, *on line*) *Ocean Biogeographic Information System*. Disponível em: <<http://www.iobis.org/explore/#/taxon/633508>> Acesso em: 15 Maio de 2016.

OLIVOTTO, I.; AVELLA, M. A.; SAMPAOLESI, G.; PICCINETTI, C.C.; NAVARRO RUIZ, P.; CARNEVALI, O. 2008 Breeding and rearing the longsnout seahorse *Hippocampus reidi*: Rearing and feeding studies. *Aquaculture*, 283: 92-96.

OLIVOTTO, I.; PLANAS, M.; SIMÕES, N.; HOLT, G.J.; AVELLA, M.A.; CALADO, R. 2011 Advances in breeding and rearing marine ornamentals. *Journal of the world aquaculture society*. 42: 135-166.

PAYNE, M. e RIPPINGALE, R. 2000 Rearing West Australian seahorse, *Hippocampus subelongatus*, juveniles on copepod nauplii and enriched *Artemia*. *Aquaculture*, 188: 353-361.

PHAM, N.K. e LIN, J. 2013 The Effects of different feed enrichments on survivorship and growth of early juvenile longsnout seahorse, *Hippocampus reidi*. *Journal World Aquaculture Society*, 44: 435-446.

ROSA, I.M.L.; ALVES, R.R.N.; BONIFÁCIO, K.M.; MOURÃO, J.S.; OSÓRIO, F.M.; OLIVEIRA, T.P.R.; NOTTINGHAM, M.C. 2005 Fishers' knowledge and seahorse conservation in Brazil. *Journal Ethnobiology Ethnomedicine*, 1: 1-15.

SOUZA-SANTOS, L.P.; REGIS, C.G.; MELO, R.C.S.; CAVALLI, R.O. 2013 Prey selection of juvenile seahorse *Hippocampus reidi*. *Aquaculture*, 404-405: 35-40.

STANDEN, B.T.; PEGGS, D.L.; RAWLING, M.D.; FOYE, A.; DAVIES, S.J.; SANTOS, G.A.; MERRIFIELD, D.L. 2016 Dietary administration of a commercial mixed-species probiotic improves growth performance and modulates the intestinal immunity of tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Fish & Shellfish Immunology*, 49: 427-435.

SUZER, C.; COBAN, D.; KAMACI, H.O.; SAKA, S.; FIRAT, K.; OTGUCUOĞLU, O.; KÜÇÜKSARI, H. 2008 *Lactobacillus* spp. bacteria as probiotics in gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) larvae: effects on growth performance and digestive enzyme activities. *Aquaculture*, 280: 140-145.

TALPUR, A.D.; IKHWANUDDIN, M.; ABDULLAH, M.D.D.; BOLONG, A.A. 2013 Indigenous *Lactobacillus plantarum* as probiotic for larviculture of blue swimming crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758): Effects on survival, digestive enzyme activities and water quality. *Aquaculture*, 416-417: 173-178.

VAN WASSENBERGH, S.; ROOS, G.; GENBRUGGE, A.; LEYSEN, H.; AERTS, P.; ADRIAENS, D.; HERREL, A. 2009 Suction is kid's play: extremely fast suction in newborn seahorses. *Biology Letters*, 5: 200-203.

VINCENT, A.C.J.; FOSTER, S.J.; KOLDEWEY, H.J. 2011 Conservation and management of seahorses and other Syngnathidae. *Journal of Fish Biology*, 78:1681-1724.

VILLAMIL, L.; FIGUERAS, A.; PLANAS, M.; NOVOA, B. 2010 *Pediococcus acidilactici* in the culture of turbot (*Psetta maxima*) larvae: Administration pathways. ***Aquaculture***, 307: 83-88.

VINE, N.G.; LEUKES, W.D.; KAISER, H.; DAYA, S.; BAXTER, J.; HECHT, T. 2004 Competition for attachment of aquaculture candidate probiotic and pathogenic bacteria on fish intestinal mucus. *Journal Fish Diseases*, 27: 319-326.

WANG, Y. 2007 Effect of probiotics on growth performance and digestive enzyme activity of the shrimp *Penaeus vannamei*. ***Aquaculture***, 269: 259-264.

WANG, J.; ZHAO, L.; LIU, J.; WANG, H.; XIAO, S. 2015 Effect of potential probiotic *Rhodotorula benthica* D30 on the growth performance, digestive enzyme activity and immunity in juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus*. ***Fish & Shellfish Immunology***, 43: 330-336.

WITTENRICH, M.L. 2007 ***The Complete Illustrated Breeder's Guide to Marine Aquarium Fishes***. Charlotte: Tfh Publications. 304p.

WILLADINO, L.; SOUZA-SANTOS, L.P.; MÉLO, R.C.S.; BRITO, A.P.; BARROS, N.C.S.; ARAÚJO-CASTRO, C.M.V.; GALVÃO, D.B.; GOUVEIA, A.; REGIS, C.G.; CAVALLI, R.O. 2012 Ingestion rate, survival and growth of newly released seahorse *Hippocampus reidi* fed exclusively on cultured live food items. *Aquaculture*, 360-361: 10-16.

WILSON, M.J. e VINCENT, A.C.J. 1998 Preliminary success in closing the life cycle of exploited seahorse species, *Hippocampus* spp., in captivity. *Aquarium Sciences and Conservation*, 2: 179-196.

YÚFERA, M. e DARIAS, M.J. 2007 The onset of exogenous feeding in marine fish larvae. *Aquaculture*, 268: 53-63.

ZHAO, Y.; ZHANG, W.; XU, W.; MAI, K.; ZHANG, Y.; LIUFU, Z. 2012 Effects of potential probiotic *Bacillus subtilis* T13 on growth, immunity and disease resistance against *Vibrio splendidus* infection in juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus*. ***Fish & Shellfish Immunology***, 32: 750-755.

## O ESTADO DA ARTE DA PESQUISA BRASILEIRA SOBRE O ACARÁ BANDEIRA (*Pterophyllum scalare*) E O ACARÁ DISCO (*Symphysodon aequifasciatus*)

Elciane Araújo de Freitas<sup>1</sup>; Rodrigo Medeiros dos Santos<sup>2</sup>.

### RESUMO

O objetivo desta investigação foi, a partir da modalidade de pesquisa do estado da arte, inventariar, descrever e analisar a configuração geral da pesquisa brasileira sobre o Acará Bandeira (*Pterophyllum scalare*) e o Acará Disco (*Symphysodon aequifasciatus*) publicada em periódicos brasileiros, destacando notadamente seus principais eixos temáticos de estudo e análise e seus principais referenciais metodológicos; também buscou desvelar um mapeamento dessa produção, notadamente no que tange os parâmetros gerais de publicação. Para tanto, foi desenvolvida uma pesquisa de natureza bibliográfica e descritiva. O corpus de análise foi constituído estritamente em meio digital e cada artigo foi fichado, tendo por base seus dados bibliográficos, resumos, metodologias e principais resultados. Desta análise emergiram 25 artigos, distribuídos em oito eixos temáticos (alimentação/nutrição, densidade de estocagem, Genética/Biologia, sanidade/homeostase/patologia, sistemas de criação, pesca/comércio/mercado, reprodução e aspectos limnológicos). Esta produção é aqui discutida e suas características intrínsecas são analisadas, juntamente com a realização de uma síntese integrativa dos principais resultados observados, possibilitando construir parâmetros a respeito do estado atingido pelo conhecimento a respeito dessas duas espécies no cenário da pesquisa brasileira.

**Palavras-chave:** Acará Disco. Acará Bandeira. Peixes ornamentais. Estado da arte.

### ABSTRACT

The objective of this investigation was, based on the state of the art research modality, to inventory, describe and analyze the general configuration of Brazilian research on the Angel fish (*Pterophyllum scalare*) and the Discus fish (*Symphysodon aequifasciatus*) published in Brazilian journals, highlighting notably its main thematic areas of study and analysis and its main methodological references; it also sought to unveil a mapping of this production, notably with regard to the general parameters of publication. For this, a bibliographic and descriptive research was developed. The analysis corpus was constituted strictly in digital platform and each article was listed, based on its bibliographic data, abstracts, methodologies and main results. From this analysis, 25 articles emerged, distributed in eight thematic axes (food/nutrition, stocking density, Genetics/Biology, health/homeostasis/pathology, breeding systems, fishing/trade/market, reproduction and limnological aspects). This production is discussed here and its intrinsic characteristics are analyzed, together with the realization of an integrative synthesis of the main observed results, making it possible

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia de Aquicultura pela Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA. <http://lattes.cnpq.br/4347919740100467>. [www.elcianeaf@gmail.com](mailto:www.elcianeaf@gmail.com).

<sup>2</sup> Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas-Unicamp. Professor do Programa de Ciências Exatas da Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA. <http://lattes.cnpq.br/4147392589407409>. [rodrigomedeiros182@hotmail.com](mailto:rodrigomedeiros182@hotmail.com).

to build parameters regarding the state reached by the knowledge about these two species in the Brazilian research scenario.

**Keywords:** Discus fish. Angel fish. Ornamental fishes. State of the art.

## INTRODUÇÃO

A piscicultura ornamental vem se mostrando como um segmento promissor na aquicultura mundial e, através dessa relevância, é notório o seu crescimento em vários países com destaque para o Brasil, que é um dos principais fornecedores mundiais de peixes ornamentais, tendo apresentado notável contribuição para este cenário os estados de Minas Gerais, Pará e Amazonas. (GONÇALVES JÚNIOR et al., 2013; RIBEIRO et al., 2008)

Dentre as principais espécies ornamentais originárias de bacias hidrográficas brasileiras estão o Acará Bandeira (*Pterophyllum scalare*) e o Acará Disco (*Symphysodon aequifasciatus*), espécies mundialmente conhecidas e apreciadas pela exuberância e beleza, com grande potencial produtivo dentro da piscicultura ornamental.

Tanto o Acará Bandeira como o Acará Disco integram a família dos Cichlidae, a família não ostariofisiana mais rica em espécies de água doce no mundo todo (KULLANDER, 2003). A grande abundância dos peixes dessa família, associada à sua coloração intensa, resistência a diversas condições de água e hábitos reprodutivos interessantes tornou-os muito populares entre os entusiastas do aquarismo ornamental. Geograficamente, podem ser encontrados na África, América do Sul, América Central e na parte sudoeste dos Estados Unidos, além da presença de um gênero (*Etoplus*) na Ásia (AXELROD e SCHULTZ, 1990). O seu reconhecimento pode ser feito, externamente, pela presença de apenas uma narina em cada lado da cabeça, uma linha lateral interrompida com geralmente 20-50 escamas, nadadeira dorsal geralmente com 7-25 espinhos e 5-30 raios moles, e nadadeira anal com 3-15 espinhos e 4-15 raios moles (NELSON, GRANDE e WILSON, 2006). Zihler (1982) ainda descreve uma outra característica que distingue essa família, a saída do intestino pelo lado esquerdo do estômago, ao contrário do que ocorre com os demais grupos de peixes.

O Acará Bandeira, um dos peixes mais conhecidos de águas tropicais (CHAPMAN et al., 1997 apud PEREIRA et al., 2016), é uma espécie originária do Brasil, que tem distribuição pela América do Sul e pertence à ordem dos Perciformes.

Prefere habitar ambientes naturais, locais de águas ácidas e com baixas durezas. Costuma viver em cardumes, tendo um comportamento calmo e territorialista. No que tange os hábitos reprodutivos, é monogâmico e ovíparo e costuma se reproduzir com relativa facilidade em cativeiro.

O Acará Disco, por sua vez, é uma espécie de comportamento calmo e pacífico, conhecida pelo seu formato arredondado e cores variadas, produto de anos de trabalho de seleção genética em cativeiro. Na natureza, habita águas ácidas e de baixa dureza, geralmente próximo a “galhadas”, chegando mesmo a compartilhar o mesmo habitat que o Acará Bandeira. O Acará Disco goza de grande prestígio e notoriedade no cenário da criação e comércio de peixes ornamentais e é considerado de difícil manejo por sua exigência quanto aos parâmetros físico-químicos da água. Tido como “uma das espécies de peixe ornamental de grande importância econômica no comércio nacional e internacional” (PAIXÃO et al. 2017, p.1), o Acará Disco está entre as principais espécies exploradas para fins ornamentais (CARDOSO,2008).

E é justamente pelo grande potencial econômico dessas duas espécies no mercado de peixes ornamentais que diversas pesquisas no Brasil passaram a ser desenvolvidas, abordando aspectos relacionados à sua reprodução, alimentação, densidade de estocagem, e outros temas relevantes. Essas pesquisas – em especial aquelas publicadas em periódicos nacionais – são alvo de análise desta investigação, que, avaliando a falta de articulação entre elas e a ausência de confrontos comparativos de metodologias e resultados, propõe a realização de uma pesquisa do estado da arte na temática do cultivo e manejo de Acarás Bandeira e Acarás Disco no Brasil.

Com isso, o presente trabalho objetiva organizar, investigar e relatar o que se tem estudado no Brasil sobre o Acará Bandeira e o Acará Disco e que se encontra publicado em periódicos nacionais, porém de forma dispersa. Um balanço dessa produção é levado a cabo, buscando a organização de um mapeamento que “desvende e examine o conhecimento já elaborado e aponte os enfoques, os temas mais pesquisados e as lacunas existentes” (ROMANOWSKI e ENS, 2006, p. 2). A partir deste trabalho, espera-se desvelar o estado do conhecimento atingido no tema, contribuindo para impulsionar novas pesquisas.



## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa é caracterizada metodologicamente segundo seus objetivos como exploratória e descritiva. Exploratória notadamente em sua fase inicial, na qual buscou-se fazer um levantamento investigativo para diagnosticar o quantitativo aproximado de artigos nas bases de busca, avaliando a viabilidade e alguns parâmetros da investigação. Descritiva nas fases que se sucederam, pois o que buscou-se foi “descrever ou caracterizar com detalhes uma situação, um fenômeno ou um problema” (FIORENTINI e LORENZATO, 2012, p. 70).

Para tanto, foi desenvolvida uma modalidade de investigação conhecida como estado da arte. O estado da arte pode ser descrito como uma metodologia de investigação de caráter bibliográfico, que visa fazer uma síntese integrativa do conhecimento sobre um determinado tema. Pode ser desenvolvido a partir de teses e dissertações, artigos publicados em periódicos e até mesmo comunicações publicadas em anais de congressos e seminários. O que o pesquisador do estado da arte visa é mapear e discutir a produção acadêmica em determinado campo do conhecimento, buscando responder que aspectos vêm sendo destacados em diferentes épocas e lugares e de que formas e em que condições essa produção vem se desenvolvendo.

Desta forma, o estado da arte emerge como um sistema de análise que busca superar as limitações produzidas na compreensão do grande volume de conhecimento disperso, fragmentado ou isolado que se observa na produção geral em determinada área do conhecimento (SANTOS, 2015). Sua aplicação metodológica visa a ordenação e a sintetização dos resultados já produzidos, buscando compreender e avaliar os rumos da pesquisa, suas características principais e sobretudo sua configuração geral. Em suma, busca realizar o mapeamento global da produção em determinado campo do conhecimento, revelando características importantes, as ênfases e lacunas, os principais eixos temáticos, as abordagens metodológicas privilegiadas, os principais aportes teóricos, os centros de produção da pesquisa, os veículos de publicação, os principais resultados alcançados, além da configuração geral dessa produção ao longo do tempo.

O desenho metodológico que embalou a realização da presente investigação foi inspirado nas pesquisas de Santos (2015) e Romanowski (2002), que sugerem os seguintes procedimentos norteadores para a elaboração de uma pesquisa do estado da arte:

- Definição dos descritores para direcionar as buscas a serem realizadas;
- Localização dos bancos de pesquisas em bibliotecas digitais e sites de busca que possam proporcionar acesso aos textos, resumos ou dados bibliográficos;
- Estabelecimento de critérios para a seleção do material que compõe o corpus do estado da arte;
- Levantamento das pesquisas catalogadas;
- Leitura dos trabalhos com elaboração de síntese preliminar, considerando o tema, os objetivos, problemáticas, metodologias, principais conclusões/resultados e outras variáveis de interesse;
- Organização do relatório de estudo compondo a sistematização das sínteses, identificando as tendências dos temas abordados e as relações indicadas nas pesquisas;
- Análise e elaboração das conclusões preliminares.

O critério adotado para coligir as pesquisas foi: tomar artigos publicados em periódicos nacionais<sup>3</sup> até o ano de 2019, escritos na língua portuguesa, que versem sobre o cultivo e manejo com fins ornamentais das espécies *Pterophyllum scalare* (Acará Bandeira) e *Symphysodon aequifasciatus* (Acará Disco).

A busca se deu no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes)<sup>4</sup> e no site Google Acadêmico<sup>5</sup>. Os principais descritores de busca utilizados foram: piscicultura ornamental, cichlidae ornamentais, Acará Bandeira, Acará Disco, *Pterophyllum scalare* e *Symphysodon aequifasciatus*.

Após o processo de coleta do corpus de análise, as pesquisas foram inventariadas e classificadas em uma planilha eletrônica segundo as seguintes variáveis de interesse: autor, ano, revista/periódico, qualis da Capes na área de biodiversidade<sup>6</sup>, região do país, espécie pesquisada, eixo temático, objetivos, metodologia da pesquisa e principais resultados.

---

<sup>3</sup> Publicados no Brasil e com abrangência nacional.

<sup>4</sup> <https://www.periodicos.capes.gov.br/>

<sup>5</sup> <https://scholar.google.com.br/?hl=pt>

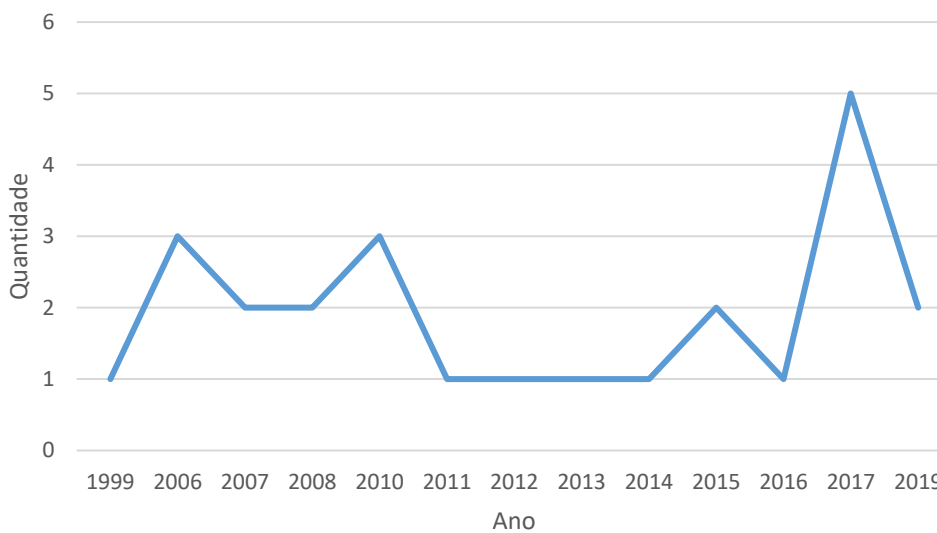
<sup>6</sup> Consultado no site da plataforma Sucupira:

<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Do levantamento realizado, despontaram 25 artigos, sendo 21 sobre o Acará Bandeira e quatro sobre o Acará Disco. O artigo mais antigo data do ano de 1999. O gráfico 1 mostra a quantidade de artigos publicados por ano.

Gráfico 1- Quantidade de artigos publicados até o ano de 2019 que abordam temáticas relacionadas ao cultivo e manejo do Acará Bandeira (*Pterophyllum scalare*) e do Acará Disco.



Fonte: Elaborado pelos autores

As menores frequências observadas foram nos anos de 1999, entre os anos de 2011 a 2014 e no ano de 2016, contabilizando apenas uma publicação cada. De acordo com o gráfico é possível perceber um comportamento contínuo entre 2011 a 2014. Mas, a partir de 2016, o gráfico apresenta um crescimento significativo no número de trabalhos realizados. O ápice desse aumento é observado no ano de 2017, com 5 artigos publicados.

A Tabela 1 apresenta a distribuição de frequências dos periódicos nacionais nos quais foram encontrados artigos publicados sobre a temática pesquisada.

Tabela 1 – Periódicos nacionais nos quais foram publicados artigos que abordam a temática do cultivo e manejo do Acará Disco (*Symphysodon aequifasciatus*) e do Acará Bandeira (*Pterophyllum scalare*), 1999-2019.

Revista	Quantidade
Acta Amazônica	1
Acta Scientiarum Animal Sciences	2
Archives of Veterinary Science	1
Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia	1
Biota Amazônia	1
Boletim de Indústria Animal	1

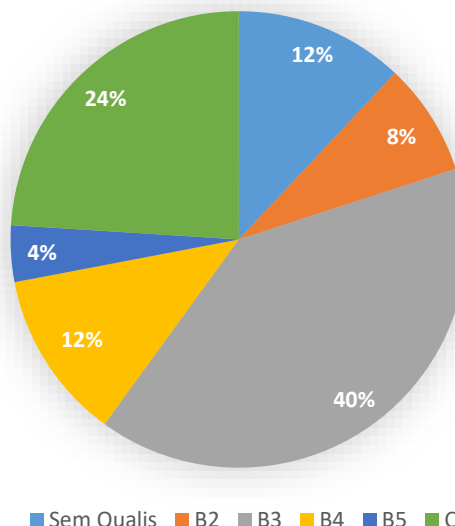
Boletim Do Instituto De Pesca	6
Boletim Do Museu Paraense Emilio Goeldi. Ciências Humanas	1
Interfaces Científicas	1
Revista Eletrônica Nutritime	1
Revista Brasileira de Ciências da Amazônia	1
Revista Brasileira De Engenharia De Pesca	1
Revista Brasileira de zociências	1
Revista Brasileira de zoologia	1
Revista Caatinga	1
Revista Científica Eletrônica De Medicina Veterinária	1
Revista Funec Científica – Multidisciplinar	1
Revista Brasileira de Zootecnia	1
Semina Ciências Agrárias	1
Total	25

Fonte: Elaborado pelos autores

Foram registrados, ao todo, 19 periódicos. O maior número de publicações foi observado no Boletim do Instituto da Pesca, que traz 6 artigos (24%).

O Gráfico 2 apresenta a representação gráfica em setores dos periódicos analisados segundo o qualis Capes na área de biodiversidade.

Gráfico 2 – Setores e classificação, segundo a Capes, do qualis na área de Biodiversidade para os periódicos analisados.

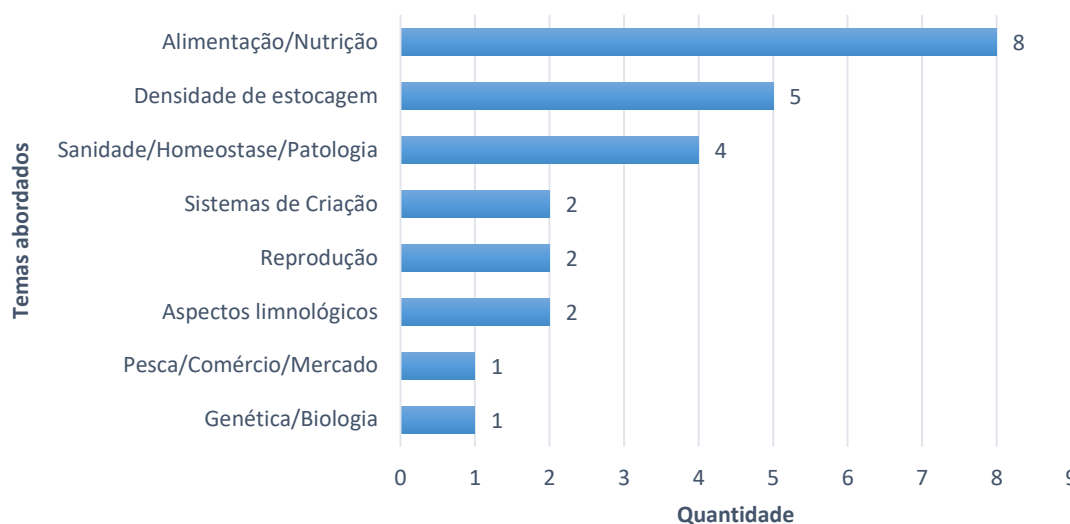


Fonte: Elaborado pelos autores.

A maioria dos artigos analisados (40%) foi publicada em periódicos classificados com qualis Capes B3 na área de biodiversidade. Não foram registrados artigos publicados em periódicos com qualis A1, A2 ou B1. Em 12% dos casos, os periódicos não possuíam qualificação.

No Gráfico 3 estão elencadas as categorias temáticas abordadas nas pesquisas inventariadas.

Gráfico 3 – Principais categorias temáticas abordadas pelos artigos publicados em periódicos nacionais, 1999-2019.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os temas mais frequentes nas pesquisas são: Alimentação/Nutrição (32%), densidade de estocagem (20%) e Sanidade/Homeostase/Patologia (16%). As demais categorias temáticas apresentaram um número menor de artigos. Além disso, é possível perceber através do gráfico 3, que os estudos sobre genética e sobre os aspectos relacionados a pesca/comércio/mercado ainda são poucos.

A Tabela 2 apresenta a distribuição de frequências para as regiões do Brasil onde foram publicados os artigos analisados<sup>7</sup>.

Tabela 2 – Regiões do Brasil que possuem mais publicações de artigos sobre o Acará Bandeira (*Pterophyllum scalare*) e o Acará Disco (*Symphysodon aequifasciatus*), em periódicos nacionais até o ano de 2019.

Região	Quantidade	%
Nordeste	3	12
Norte	4	16
Sudeste	13	52
Sul	5	20
Total	25	100

Fonte: Elaborado pelos autores

<sup>7</sup> Região de origem do periódico.

Foi observado um predomínio da região sudeste, que abriga mais da metade dos periódicos nos quais foram encontrados artigos sobre o cultivo e manejo do Acará Bandeira e do Acará Disco. Não foram registrados artigos publicados em periódicos da região centro-oeste do país.

## UM BALANÇO DA PRODUÇÃO

O Quadro 1 apresenta o conjunto das 25 pesquisas, descritas segundo os autores<sup>8</sup>, ano de produção e foco ou objeto de estudo. Em seguida, são discutidos os objetivos e focos das investigações na confluência com os principais resultados e contribuições para o campo de pesquisa em cada um dos eixos temáticos descritos.

Quadro 1: Artigos publicados em periódicos nacionais até o ano de 2019, escritos na língua portuguesa, que versam sobre o cultivo com fins ornamentais das espécies *Pterophyllum scalare* (Acará Bandeira) e *Symphysodon aequifasciatus* (Acará Disco).

nº	Autor	Ano	Foco/Objetivo do estudo
<b>Alimentação/Nutrição</b>			
8	PEREIRA	2016	Avaliar o período de transição alimentar e de fornecimento de meta-núplios de Artêmia na larvicultura de Acará Bandeira.
	RODRIGUES	2006	Avaliar o desempenho produtivo do Acará Bandeira, alimentados com dietas processadas de três formas (farelada, peletizada e extrusada).
	ZUANON	2006	Avaliar as exigências nutricionais de proteína para alevinos de acará-bandeira.
	FABREGAT	2015	Caracterização anatômica do trato digestório do Acará Bandeira e do Apaiari para relacionar com seus hábitos alimentares.
	RIBEIRO	2007	Avaliar o desempenho de juvenis de Acará Bandeira alimentados com dietas extrusadas isoenergéticas, contendo diferentes níveis de proteína bruta.
	TAKAHASHI	2010	Avaliar o efeito de alimentos no desempenho produtivo e nos parâmetros da qualidade da água de juvenis de Acará Bandeira.
	SELVATICI	2017	Avaliar a influência da restrição e frequência alimentar no desempenho produtivo do Acará Bandeira.
	FRANCA	2017	Avaliar o efeito de níveis de proteína digestível na dieta sobre o desempenho do Acará Bandeira.
<b>Aspectos Limnológicos</b>			
2	SOUSA	2019	Determinar a concentração letal de gasolina em alevinos de Acará Bandeira, para avaliar a sua sobrevivência e alterações comportamentais.
	MOREIRA	2011	Avaliar a tolerância aguda e a subcrônica à salinidade da água em juvenis de Acará Bandeira.
<b>Densidade de Estocagem</b>			

<sup>8</sup> Por uma questão de conveniência e espaço disponível, foi tomado aqui apenas o nome do primeiro autor em cada pesquisa. A relação completa dos autores pode ser consultada nas referências bibliográficas.

5	RIBEIRO	2010	Avaliar o desempenho do Acará Bandeira em diferentes densidades em gaiolas com o camarão-da-amazônia.
	GONÇALVES JR.	2013	Avaliar a influência da densidade de estocagem no desenvolvimento inicial do acará-bandeira.
	DEON	2017	Avaliar o desempenho do Acará Bandeira cultivados em diferentes densidades em gaiolas.
	NAGATA	2010	Avaliar o efeito de três diferentes densidades de estocagem no desempenho produtivo do Acará Bandeira.
	SILVA	2008	Avaliar o cultivo do <i>Macrobrachium rosenbergii</i> em policultivo com Acará Bandeira e Kinguio.
<b>Genética/Biologia</b>			
1	HERCOS	2017	Identificar a estrutura genética das populações de Acará Disco, e avaliar a ocorrência de prováveis processos de especiação.
<b>Pesca/Comércio/Mercado</b>			
1	ROSSONI	2014	Caracterizar a pesca de pequena escala do Acará Disco na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus.
<b>Reprodução</b>			
2	CACHO	1999	Identificar e descrever o comportamento reprodutivo do Acará Bandeira.
	CACHO	2007	Investigar o efeito da experiência dos machos na escolha do parceiro e no sucesso reprodutivo em Acará Bandeira.
<b>Sanidade/Homeostase/Patologia</b>			
4	FUJIMOTO	2006	Avaliar o índice de parasitismo e a prevalência de helmintos parasitos de Acará Bandeira com métodos de controle.
	PAIXÃO	2017	Determinar o perfil hematológico basal do acará disco mantido em cativeiro.
	ANTONICCI	2015	Relatar a ocorrência de metacercárias em Acará Bandeira e em uma Ave Aquática.
	JATOBÁ	2012	Isolar, identificar e determinar a capacidade hemolítica de possíveis patógenos do Acará Disco e Neon Arco-íris.
<b>Sistema de Criação</b>			
2	RIBEIRO	2008	Desempenho de Acarás Bandeira criados em aquários e em hapas em viveiros em monocultivo e policultivo com camarão-da-amazônia.
	SILVA	2019	Analisar a eficácia do sistema aquapônico com dois tipos de materiais com filtros biológicos para o Acará Bandeira.

Fonte: Elaborado pelos autores.

### Alimentação/Nutrição

Todas as pesquisas categorizadas no grupo temático Alimentação/Nutrição desenvolvem discussões a respeito do Acará Bandeira e trazem como enfoque três principais abordagens gerais: *i*) o desempenho produtivo de Acarás Bandeira submetidos a diferentes dietas (diferentes parâmetros nutricionais, níveis proteicos e formas de processamento da ração) (RODRIGUES, 2006; ZUANON, 2006; RIBEIRO, 2007; TAKAHASHI, 2010; FRANCA, 2017); *ii*) hábitos alimentares (FABREGAT, 2015); *iii*) transição e frequência alimentares (PEREIRA, 2016; SELVATICI, 2017).

Na comparação dos tratamentos envolvendo níveis de proteína bruta (PB) na dieta, conquanto as análises sejam convergentes no fato de que os melhores resultados foram observados nas dietas dentro do intervalo 32-34% de PB (RIBEIRO, 2007; ZUANON, 2006), há alguns resultados que divergem. Enquanto a pesquisa de Zuanon (2006) atesta que a dieta com 46% de PB resultou em uma taxa de eficiência proteica (TEP) significativamente menor em comparação com as dietas com 34% e 38%, a pesquisa de Ribeiro (2007) não diagnosticou diferença estatística significativa nos diferentes tratamentos para a TEP. Ribeiro (2007) ainda atestou que níveis de PB superiores a 32% podem resultar em maiores valores de peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CRA) e taxa de crescimento específico (TCE) e na diminuição da conversão alimentar aparente (CAA); ao passo que o estudo de Zuanon (2006) não detecta diferenças significativas para essas variáveis entre os diferentes tratamentos testados<sup>9</sup>.

Na avaliação dos níveis de proteína digestível (PD), a pesquisa de Franca (2017) diagnosticou que os animais alimentados com a dieta contendo 32% de PD apresentaram desempenho inferior aos demais. Os valores de 34%, 36% e 38% de PD não diferiram entre si. Dessa forma, o estudo concluiu que juvenis de Acará Bandeira podem ser alimentados com 34% de PD sem que haja comprometimento do desempenho zootécnico, considerando o elevado custo associado à inclusão de proteína digestível a níveis superiores.

Não foi verificado nenhum tipo de efeito significativo nos parâmetros de qualidade de água, tanto na comparação entre os tratamentos utilizando náuplios de artêmia, dieta comercial em flocos e dieta comercial em pó (TAKAHASHI, 2010); quanto entre os tratamentos utilizando diferentes níveis de proteína bruta na dieta (26%, 28%, 30% e 32%) (RIBEIRO, 2007).

As dietas extrusadas e peletizadas apresentaram maior eficiência para o desenvolvimento e manutenção de juvenis do Acará Bandeira, tendo a dieta extrusada contribuído para uma melhor taxa de conversão alimentar (RODRIGUES, 2006). Ao comparar o desempenho de juvenis em tratamentos com dieta comercial em flocos, dieta comercial em pó e náuplios de artêmia, Takahashi (2010), diagnosticou melhores

---

<sup>9</sup> As investigações de Ribeiro (2007) e Zuanon (2006) utilizaram diferentes níveis de significância  $\alpha$  (0.05 e 0.01, respectivamente). Também testaram diferentes tratamentos para o nível de proteína – 34%, 38%, 42% e 46%, no caso de Zuanon (2006); e 26%, 28%, 30% e 32%, no caso de Ribeiro (2007). Essas diferentes escolhas metodológicas certamente tornam mais complexa a tarefa de comparação dos respectivos resultados.



médias de peso final, comprimento final, ganho de peso e fator de condição nos indivíduos alimentados com dieta em pó, embora o maior parâmetro de uniformidade de comprimento tenha sido observado nos peixes alimentados com artêmia.

Selvatici (2017) avaliou a influência da restrição e frequência alimentares no desempenho produtivo do Acará Bandeira. A pesquisa testou três períodos de restrição (alimentados todo dia, a cada dois dias e a cada quatro dias) e quatro frequências alimentares (1, 2, 4 e 6 vezes ao dia). Os animais que não estavam sob efeito da restrição apresentaram os melhores resultados para quase todas as variáveis zootécnicas, mostrando que, para o Acará Bandeira, o manejo que melhor se adapta à espécie é o de alimentação diária. As frequências alimentares testadas não diferiram estatisticamente em quase todas as variáveis, podendo-se perceber que, para o Acará Bandeira, o importante é se alimentar todos os dias, independentemente da quantidade de ração a ser fornecida.

Pereira (2016), ao pesquisar os tempos de transição alimentar (da artêmia para a ração) e de fornecimento de meta-náuplios de artêmia (MNA) para juvenis de Acará Bandeira, diagnosticou que não há efeito significativo dos diferentes períodos de transição alimentar sobre as variáveis de crescimento, apesar de a sobrevivência ter sido maior nos tratamentos compostos por 3, 4 e 5 dias de alimentação conjunta (artêmia e ração). Os exemplares alimentados com MNA por mais tempo antes da transição alimentar (20 e 25 dias) apresentaram os melhores resultados de crescimento. O estudo recomenda o fornecimento de MNA por 20 dias e uma transição alimentar de três dias antes de realizar a substituição total do alimento vivo pela ração.

A despeito das pesquisas de Selvatici (2017) e Pereira (2016) apresentarem conclusões importantes a respeito da frequência alimentar e período de transição alimentar artêmia-ração para juvenis de Acará Bandeira, nenhum dos dois estudos desenvolveu uma avaliação da viabilidade econômica do cultivo na relação com a frequência e quantidade de arraçoamento.

Ao caracterizar as proporções anatômicas do trato digestório e o tempo de trânsito gastrointestinal do Acará Bandeira, Fabregat (2015) concluiu que a espécie se aproxima mais de um onívoro generalista do que de um carnívoro propriamente dito. Além disso, o estudo conclui que o tamanho dos órgãos do sistema digestório pode ter influência no tempo de trânsito gastrointestinal, que, no caso do Acará Bandeira, foi diagnosticado como sendo de 12 horas, em média.

### *Aspectos Limnológicos*

As pesquisas que discorrem sobre os aspectos limnológicos e de qualidade da água no cultivo de Acarás Bandeira abordam duas temáticas, a concentração letal (CL) de gasolina em sistemas de criação com alevinos (SOUZA, 2019) e a tolerância aguda e subcrônica à salinidade da água em exemplares juvenis (MOREIRA, 2011), avaliando-se em ambos os casos a sobrevivência e as alterações comportamentais dos peixes.

A pesquisa de Souza (2019) descreve a gasolina com um xenobiótico muito tóxico, letal e capaz de alterar significativamente o comportamento dos alevinos. A concentração letal estimada foi de 0,14%, com mortalidade de 100% em até 24 horas para concentrações iguais ou superiores a 0,3%. A diluição máxima sem mortes observadas foi de 0,05%. Abaixo desse valor, estimam-se concentrações relativamente seguras. Dentre os comportamentos observados nos espécimes analisados, estão natação errática, agitação, proximidade à superfície e batimento opercular rápido.

Ao avaliar a tolerância do Acará Bandeira ao sal comum, Moreira (2011) concluiu que o uso seguro do sal para juvenis de acará-bandeira não deve ultrapassar 7g/L, quando utilizado sem adaptação (transferência direta da água doce para água salinizada), por um período máximo de 96h. Todavia, incrementos graduais na salinidade permitem exposição segura a concentrações de até 12g/L.

### *Densidade de Estocagem*

As pesquisas classificadas nesta categoria temática buscaram avaliar o desempenho produtivo do Acará Bandeira em diferentes densidades de estocagem e sob diversas condições de manejo e cultivo. Essas condições incluíram o cultivo em gaiolas (RIBEIRO, 2010; DEON, 2017), recipientes plásticos (GONÇALVES JÚNIOR, 2013) e aquários (NAGATA, 2010; SILVA, 2008); em regime de mono (GONÇALVES JÚNIOR, 2013; NAGATA, 2010; DEON, 2017) e policultivo (RIBEIRO, 2010; SILVA, 2008).

Na análise dessas investigações fica claro que parece não haver parâmetros norteadores prévios que indiquem quais níveis de densidade de estocagem devem ser testados. Isso provocou uma grande variabilidade nas escolhas metodológicas tomadas nessas pesquisas, o que, por sua vez, se traduziu na diversidade de tratamentos testados nos experimentos. Contudo, a despeito dessa diversidade

metodológica, parece haver um consenso de que a densidade de estocagem que produziu os melhores resultados para os parâmetros produtivos foi a de dois peixes por litro, aproximadamente (RIBEIRO, 2010; DEON, 2017). Gonçalves Júnior (2013) diagnosticou o maior valor de crescimento para a densidade cinco peixes por litro, porém os tratamentos testados foram de 5, 10, 15, 20 e 25 peixes por litro. Analogamente, Nagata (2010) atestou que a densidade de estocagem com melhores resultados foi a de um peixe por litro, mas os tratamentos testados foram 0,33; 0,67 e 1,00 peixe por litro.

Silva (2008) avaliou a densidade de estocagem na criação de pós-larvas de Acará Bandeira com o camarão *Macrobrachium rosenbergii* e com o peixe ornamental japonês, *Carassius auratus*, em regime de policultivo. O estudo atesta a viabilidade do sistema de policultivo avaliado, recomendando as densidades de 20 pós-larvas de camarão *M. rosenbergii*, oito Acarás Bandeira e um peixe ornamental japonês, cultivados em aquários de 50 litros.

Embora as pesquisas tenham convergido para o fato de que os tratamentos com maiores densidades de estocagem apresentaram níveis mais elevados de amônia em comparação com os grupos com menores densidades, os parâmetros físico-químicos da água observados permaneceram dentro dos padrões recomendados para a espécie (DEON, 2017) e efeitos clínicos de toxicidade por amônia não foram detectados nos peixes (NAGATA, 2010).

### *Genética/Biologia*

Foi identificada nesta categoria temática uma única pesquisa (HERCOS, 2017), que buscou identificar a estrutura genética das populações de Acará Disco que ocorrem no Lago Amanã (AM) e seus igarapés tributários, e avaliar a ocorrência de prováveis processos de especiação, discutindo as possíveis barreiras ao fluxo gênico para esta espécie.

O estudo verificou, a partir da ausência de subestruturação populacional e de formação de clados de uma mesma localidade, tanto na árvore filogenética como na rede de haplótipos, que todas as localidades analisadas constituem uma mesma população ou estoque genético. A pesquisa ainda conclui pela não possibilidade de identificação de barreiras físicas para dispersão da espécie ao longo da área de estudo, pois provavelmente se trata de uma metapopulação distribuída em

subpopulações. Logo, o manejo da espécie na área de estudo pode ser realizado considerando que todos os indivíduos pertencem a um mesmo estoque genético.

O estudo ainda sustenta a hipótese de que este resultado pode decorrer de uma divergência recente no estoque original, da homogeneidade de habitats e da possível ocorrência de dispersão eventual entre as populações, colaborando para a manutenção de uma constituição genética única para todas as subpopulações observadas. Há também um indicativo de origem múltipla da espécie, com a possível e eventual ocorrência de uma área de hibridização entre dois ou mais táxons, contribuindo geneticamente para a formação e evolução desse grupo.

### *Pesca/Comércio/Mercado*

Esta categoria aborda aspectos relacionados à fase pesqueira (na modalidade extrativista) e de comercialização das espécies ornamentais aqui abordadas. Neste cenário, a pesquisa de Rossoni (2014) buscou caracterizar a pesca de pequena escala do Acará Disco na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus (RDS-PP, no Amazonas), a partir de entrevistas com os envolvidos nessa atividade, buscando levantar informações relevantes sobre o histórico e a prática da pesca do Acará Disco nos diferentes locais da reserva.

A pesquisa aponta que a pesca do Acará Disco ocorre sobretudo no período que vai de setembro a novembro, por ocasião da estiagem amazônica e a consequente retração dos ambientes aquáticos, o que, por sua vez, culmina com o aumento da concentração de peixes nos ambientes remanescentes, geralmente próximos às “galhadas” naturais. Os pescadores relatam que o aprendizado das técnicas de pesca são transmitidas pelas gerações a partir da tradição oral, sendo a técnica mais antiga e utilizada aquela que consiste em fazer o cerco com a rede em torno de uma “galhada” e, após o corte e a retirada da madeira, os peixes são simplesmente capturados na rede.

Esta técnica, entretanto, vem sendo substituída na RDS-PP, e os pescadores passaram a utilizar os atratores de pesca, espécie de “galhada” artificial na qual os peixes buscam abrigo e acabam sendo capturados. Após a captura, os peixes são mantidos de dois a três meses em gaiolas de madeira no mesmo rio, até serem enviados a Manaus (AM) para a comercialização.

### *Reprodução*

A temática da reprodução foi abordada em duas pesquisas. A primeira buscou identificar e descrever aspectos ligados ao comportamento reprodutivo do Acará Bandeira (CACHO, 1999); e a segunda procurou investigar o efeito da experiência dos machos na escolha do parceiro e no sucesso reprodutivo do Acará Bandeira (CACHO, 2007).

A pesquisa de Cacho (1999) foi metodologicamente delineada em cinco principais etapas: *i*) disputa e estabelecimento de território; *ii*) seleção e obtenção de substrato para a desova; *iii*) corte e acasalamento; *iv*) escolha de parceiro e *v*) cuidado parental. Os principais resultados apontaram para o fato de que, no Acará Bandeira, a escolha de parceiro é realizada pelas fêmeas. Os principais fatores que influenciam na escolha dos machos são, em ordem de importância: a posse de território, o tipo de substrato para a desova e o tamanho do corpo.

Quanto ao cuidado parental, verificou-se que a postura é realizada no substrato e que trata-se de uma espécie que exerce duas formas diferentes de cuidado, o cuidado na boca e o cuidado no substrato. Antes da eclosão dos ovos, há um curto período de cuidado biparental, no qual o macho desempenha um importante papel na proteção dos ovos. Após a eclosão, a forma predominante de cuidado é a do cuidado na boca, que é realizado por ambos os pais, porém com a fêmea demonstrando maior empenho na proteção à prole, enquanto que no macho o cuidado decresce gradualmente com o tempo. Em suma, o processo reprodutivo do Acará Bandeira é fortemente caracterizado pela escolha do melhor parceiro pelas fêmeas e pelo alto padrão de cuidado parental apresentado pelos casais.

Ao avaliar o efeito da experiência dos machos na escolha do parceiro e no sucesso reprodutivo no Acará Bandeira, Cacho (2007) demonstrou que as fêmeas preferem machos maiores, mais agressivos, territoriais e experientes. Neste experimento, as fêmeas só permaneceram com machos reprodutivamente inexperientes quando não houve nenhuma outra opção, e a sobrevivência da prole gerada com esses machos foi significativamente menor. Foi detectada correlação significativa entre o cuidado através do transporte e intra-bucal realizado por machos experientes e a sobrevivência das larvas. Durante o cuidado com as larvas, os machos experientes demonstraram comportamento mais agressivo em comparação com os machos inexperientes, o que se refletiu positivamente na sobrevivência da prole.

### *Sanidade/Homeostase/Patologia*

As pesquisas elencadas sob este eixo temático analisaram aspectos relacionados à saúde do peixe, investigando a transmissão, os efeitos e os tratamentos para possíveis agentes potencialmente patógenos e danosos ao animal.

Fujimoto (2006) avaliou o índice de parasitismo e a prevalência de helmintos parasitos de Acarás Bandeira submetidos a três diferentes métodos de controle: o primeiro grupo de controle, o segundo tratado com 2.000 mg de praziquantel + 1.000 mg de levamisol por quilograma de ração e o terceiro tratado com banhos de 24 horas em água formolizada (15 mg de formol/L). Os principais resultados apontaram que o tratamento com formol foi eficiente para o controle de monogenéticos, mas o monitoramento é necessário para evitar sua proliferação. O tratamento com ração contendo medicamento foi mais eficiente para o controle de nematóides. O estudo ainda recomenda a troca de ambiente como meio de promover a redução do parasitismo na espécie, ficando comprovado que isso ajuda a interromper o ciclo de vida do parasito.

Paixão (2017) determinou o perfil hematológico basal de Acarás Disco selvagens mantidos em cativeiro. O hemograma apontou maior frequência de linfócitos e ausência de eosinófilos, basófilos e leucócito granular-PAS, resultados que se assemelham aos obtidos em outras espécies da família Cichlidae descritos na literatura. Além do exame sanguíneo normal, não foi observada mortalidade, indicando plena adaptação da espécie às condições de cativeiro.

Antonucci (2015) relatou a ocorrência de metacercárias de *Clinostomum* sp., o parasito causador da chamada doença dos pontos amarelos, em Acarás Bandeira provindos de um estabelecimento comercial de peixes ornamentais de Florianópolis-SC. Os resultados indicam que este parasito também completa seu ciclo de vida em ambientes confinados, tais como lagos, tanques e aquários, havendo necessidade do controle de animais invasores, como moluscos e aves, para evitar a proliferação parasitária em ambientes de piscicultura. Além de provocar prejuízos na comercialização da espécie, este parasito apresenta grande potencial de disseminação, sobretudo com o auxílio de aves piscívoras migradoras e da ação da exportação de peixes sem a prévia inspeção e controle da sanidade via medidas profiláticas.

A pesquisa de Jatobá (2012) buscou isolar, identificar e determinar a capacidade hemolítica de possíveis bactérias patogênicas do Acará Disco e do Neon

Arco-íris (*Melanotaenia praecox*), e definir qual o antibiótico entre Trimetoprim, Florfenicol, Cloranfenicol, Norfloxacin, Eritromicina, Bacitracina, Enrofloxacin, Tetraciclina, Furazolidona e Clindamicina possui melhor efeito inibitório *in vitro*, e determinar a concentração inibitória mínima (MIC) para Cloranfenicol, Norfloxacin, Eritromicina e Enrofloxacin. Os principais resultados apontaram que os antibióticos Enrofloxacin, Norfloxacin, Florfenicol, Cloranfenicol e Trimetoprim apresentaram os melhores resultados de inibição *in vitro* frente ao *Vibrio cholerae* e *Citrobacter braakii*. O MIC da Eritromicina e da Enrofloxacin frente aos patógenos aumentou a 30°C (valores do MIC para Eritromicina: 125.0 – 62.5, para *Citrobacter braakii*; 125.0 – 62.5, para *Vibrio cholerae*; 125.0 – 62.5, para *Vibrio cholerae*; valores do MIC para Enrofloxacin: 0.16 – 0.08, para *Citrobacter braakii*; 0.04 – 0.08, para *Vibrio cholerae*; 0.31 – 0.16, para *Vibrio cholerae*), enquanto que para o Florfenicol e a Norfloxacin o MIC não foi influenciado pela temperatura.

### *Sistemas de Criação*

As pesquisas agrupadas nesse eixo temático abordaram a eficácia e funcionalidade de diferentes sistemas de criação no cultivo do Acará Bandeira. Silva (2019) avaliou a eficácia de um sistema de aquaponia, utilizando dois materiais como filtros biológicos, a argila expandida e tiras de garrafa pet. Os resultados demonstraram que no filtro de argila houve uma maior concentração de amônia e maior conversão em nitrito, com valores mais elevados de demanda bioquímica de oxigênio. O biofilme também foi maior no filtro de argila. As hortaliças apresentaram crescimento semelhante nos dois sistemas, demonstrando a eficácia na conversão de nutrientes. O estudo conclui que ambos os sistemas avaliados são eficazes e apresentaram vantagens, tais como fácil construção e operacionalização, atestando a viabilidade na utilização de materiais alternativos na retenção de matéria orgânica e microrganismos, garantindo maior sustentabilidade ao sistema.

Já a pesquisa de Ribeiro (2008) buscou comparar o desempenho produtivo de acará-bandeira criados em aquários e em hapas em viveiros escavados dentro de estufa plástica em monocultivo e policultivo com camarão-da-amazônia. Este estudo conclui que os tratamentos de hapas em viveiros escavados dentro de estufa plástica em sistema semi-intensivo, tanto em mono como policultivo, apresentam melhor desempenho produtivo do que os tratamentos com sistema intensivo em aquários. O

peso médio e a sobrevivência final dos camarões no sistema semi-intensivo em policultivo foram 1,66 g e 84,4%, respectivamente.

## PRINCIPAIS ABORDAGENS METODOLÓGICAS

Nas pesquisas analisadas, houve um predomínio da abordagem experimental de pesquisa a partir da utilização de delineamentos inteiramente casualizados. A comparação das médias dos parâmetros estudados deu-se predominantemente pela utilização conjunta da técnica estatística conhecida como Análise de Variância (ANOVA) e o teste de Tukey (PEREIRA, 2016; RODRIGUES, 2006; ZUANON, 2006; FABREGAT, 2015; RIBEIRO, 2007; TAKAHASHI, 2010; SELVATICI, 2017; FRANCA, 2017; SOUZA, 2019; MOREIRA, 2011; RIBEIRO, 2010; GONÇALVES JÚNIOR, 2013; DEON, 2017; NAGATA, 2010; SILVA, 2008; CACHO, 1999; CACHO, 2007; FUJIMOTO, 2006; PAIXÃO, 2017).

Hercos (2017), Antonucci (2015) e Rossoni (2014) foram os únicos a desenvolverem pesquisas naturalistas ou de campo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou inventariar, organizar, investigar e descrever o conjunto da pesquisa sobre o Acará Bandeira (*Pterophyllum scalare*) e o Acará Disco (*Symphysodon aequifasciatus*), publicado na forma de artigos em periódicos nacionais até o ano de 2019. Buscou também desenvolver um mapeamento dessa pesquisa, elencando os principais periódicos, a sua classificação segundo o qualis Capes, a distribuição da pesquisa ao longo do tempo, os principais temas explorados e as regiões da produção. Por fim, foi desenvolvida uma síntese integrativa dos principais resultados, que, confrontados, permitem uma visão mais ampla do estado atingido pelo conhecimento dentro da pesquisa sobre essas duas espécies no Brasil.

Do processo de busca, 25 artigos emergiram, 21 sobre o Acará Bandeira e quatro sobre o Acará Disco. Os principais resultados do mapeamento da produção apontam para a ênfase da pesquisa nas temáticas alimentação/nutrição e densidade de estocagem, que, juntas, correspondem a mais da metade dos artigos arrolados. A maioria dos artigos foi publicada em periódicos qualificados no estrato qualis Capes B3 (40%) e não houve registros de qualis B1, A2 E A1 (área de biodiversidade). O pico da produção ocorreu no ano de 2017 e o periódico que mais publicou artigos



sobre as espécies analisadas foi o Boletim Do Instituto De Pesca (seis). O conjunto da pesquisa está concentrado na região sudeste do Brasil.

O balanço da produção possibilitou elencar resultados importantes, que descrevem o Acará Bandeira como uma espécie que apresenta bons resultados de desenvolvimento quando submetida a dietas com 32-34% de proteína bruta (RIBEIRO, 2007; ZUANON, 2006), de preferência com rações extrusadas (RODRIGUES, 2006) e frequência alimentar diária, não importando quantas vezes ao dia (SELVATICI, 2017). A densidade de estocagem ideal para juvenis dessa espécie parece ser a de dois peixes por litro, aproximadamente (RIBEIRO, 2010; DEON, 2017).

Para o Acará Disco não foram registradas pesquisas nas temáticas alimentação/nutrição, densidade de estocagem, aspectos limnológicos, reprodução e sistemas de criação. Parece haver ainda pouca ênfase em estudos sobre o Acará Disco na pesquisa publicada em periódicos nacionais, fato que contrasta com a popularidade desta espécie no cenário mundial de aquarismo.

A partir da síntese integrativa dos resultados das pesquisas analisadas, pretende-se que este estudo sirva de referência no que tange as pesquisas brasileiras sobre essas duas espécies, sobretudo a partir da organização, sistematização e articulação dos resultados, mas também a partir do mapeamento, que descreve as características de movimento físico dessa pesquisa. O conjunto do corpus analisado evidencia a diversidade de abordagens para a compreensão dos parâmetros produtivos que possam ajudar a consolidar o mercado de cultivo ornamental para o Acará Bandeira e o Acará Disco.

## REFERÊNCIAS

ANTONUCCI, Antonio M; SOUZA, Geza T. R; RAMOS, Raphael V; CASALI, Guilherme P; RIBEIRO, Thamy S. Novas regiões de ocorrência de *Clinostomum* sp.(Digenea: Clinostomidae) no Brasil. **Revista Científica Eletrônica De Medicina Veterinária**, p. 1-7, 2015.

AXELROD, H. R.; SCHULTZ, L. P. **Handbook of Tropical Aquarium Fishes**. Neptune city: T. F. H. Publications, 1990. 718 p.

CACHO, Maria Do Socorro, R. F.; CHELLAPPA, Sathyabama; YAMAMOTO, Maria Emília. Efeito da experiência de machos no sucesso reprodutivo em acará bandeira, *Pterophyllum scalare* Lichtenstein, 1823 (Osteichthyes, Cichlidae). **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 9, n. 1, p. 41-47, 2007.

CACHO, Maria do Socorro R.F; YAMAMOTO, Maria Emília; CHELLAPPA, Sathyabama. Comportamento reprodutivo do acará bandeira, *Pterophyllum scalare* Cuvier & Valenciennes (Osteichthyes, Cichlidae). **Revista Brasileira de Zoologia**. 16 (1), p. 653-664, 1999.

CARDOSO, Felipe Rossoni. **Ecologia da pesca e biologia reprodutiva do acará-disco (*Symphysodon aequifasciatus*, Pellegrin 1904) (Perciformes: Cichlidae) na RDS Piagaçu-Purus, Amazônia Central: subsídios para o manejo sustentável de um recurso natural**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Curso de mestrado em Ciências Biológicas, área de concentração Biologia de Água Doce e Pesca Interior, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus. 2008.

DEON, M. P. P; SOUSA, P. H. A. A; ARAUCO, L. R. R; LIMA, B. S. L. Influência da densidade de estocagem no desempenho produtivo do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) cultivado em gaiolas. **Boletim de Indústria Animal**, v. 74, n. 3, p. 156-161, 2017.

FABREGAT, Thiago El Hadi Perez; NASCIMENTO, Thiago Matias Torres do; PEREIRA, Thiago Scremin; BARBOSA, Andressa Steffen. Caracterização das proporções anatômicas e tempo de trânsito gastrointestinal do apaiari e do acará-bandeira. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 3, p. 671-676, 2015.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 3 ed. Campinas: Autores Associados, 2012. 228 p.

FRANCA, Welliton G de; DUTRA, Fabricio Martins; CAGOL, Luana; RUIZ, Maria Luiza; BORGES NETO, Pedro Gusmão; PORTZ, Leandro. NÍVEIS DE PROTEÍNA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA ACARÁ-BANDEIRA *PTEROPHYLLUM SCALARE* (GUNTHER, 1862). **Archives of Veterinary Science**, v. 22, n. 3, p.75-82, 2017.

FUJIMOTO, Rodrigo Yudi; VENDRUSCOLO, Leandro; SCHALCH, Sergio Henrique Canello; MORAES, Flávio Ruas de. Avaliação de três diferentes métodos para o controle de monogenéticos e *Capillaria sp.* (Nematoda: Capillariidae) parasitos de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*, Liechtenstein, 1823). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 32, n. 2, p. 183-190, 2006.

GONÇALVES JÚNIOR, L. P; PEREIRA, S.L.; MATIELO, M.D.; MENDONÇA, P.P. Efeito da densidade de estocagem no desenvolvimento inicial do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 4, p. 1176-1182, 2013.

HERCOS, Alexandre Pucci; QUEIROZ, Helder Lima de; GOMES, Grazielle Fernanda Evangelista; FERREIRA, Efreim Jorge Godim. Homogeneidade genética de *Symphysodon tarzoo* (Perciformes: Cichlidae) no Lago Amanã, Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon**, v. 6, n. 1, p. 1-62, 2017.

JATOBÁ, Adolfo; SILVA, Bruno Correa; VIEIRA, Felipe do Nascimento; MOURIÑO, José Luiz Pedreira; SEIFFERT, Walter Quadros. Isolamento e caracterização de

bactérias hemolíticas de Acará Disco e Neon Arco-Íris. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 763-768, 2012.

KULLANDER, S. O. **Family Chichlidae (cichlids)**. In R. E. Reis, S. O. Kullander, and C. J. Ferraris, Jr. (eds.), Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America, pp. 605–654. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil, 2003.

MOREIRA, Diogo Magalhães da Veiga; FERREIRA, Pollyanna de Moraes F; ZUANON, Jener A. Sampaio; SALARO, Ana Lúcia; ALVES, Leandro de Oliveira; DIAS, Devlynn Coelho. Tolerância aguda e subcrônica de juvenis de acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*) à salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 6, n. 1, p. 38-47, 2011.

NAGATA, Mariana Midori; TAKAHASHI, Leonardo Susumu; GIMBO, Rodrigo Yukihiro; KOJIMA, Juliana Tomomi; BILLER, Jaqueline Dalbello. Influência da densidade de estocagem no desempenho produtivo do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 1, p. 9-16, 2010.

NELSON, J. S.; GRANDE, T. C.; WILSON, M. V. H. **Fishes of the World**. New York, 4 ed. John Wiley and Sons, Incorporation, Hoboken, New Jersey, 2006. 752 p.

PAIXÃO, Peterson Emmanuel Guimarães; MENESES, Juliana Oliveira; CUNHA, Fernanda dos Santos; SANTOS, Rudã Fernandes Brandão; SOUSA, Natalino da Costa; COUTO, Márcia Valéria Silva do; SOUSA, João Carlos Nunes de; SANTOS, Raiza Tamajura V. S; NEVES, Mikaelle de Souza; FUJIMOTO, Rodrigo Yudi. Características hematológicas do peixe ornamental amazônico *Symphysodon aequifaciatus* submetido a condições de cativeiro. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 53-62, 2017.

PEREIRA, Samuel Louzada; GONÇALVES JUNIOR, Lucas Pedro; AZEVEDO, Rafael Vieira de; MATIELO, Marcelo Darós; SELVATICI, Paula del Caro; AMORIM, Ismael Rafane; MENDONÇA, Pedro Pierro. Diferentes estratégias alimentares na larvicultura do acará-bandeira (*Pterolophyllum scalare*, Cichlidae). **Acta Amazonica**, v. 46, n. 1, p. 91-98, 2016.

RIBEIRO, Felipe de Azevedo Silva; JORGE, Paulo Henrique; FERNANDES, Joao Batista Kochenborger; SAKOMURA, Nilva Kazue. Densidade de estocagem para produção de acará-bandeira em viveiros escavados em policultivo com camarão-da-amazônia. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 129-134, 2010.

RIBEIRO, Felipe de Azevedo Silva; PRETO, Bruno de Lima; FERNANDES, João Batista Kochenborger. Sistemas de criação para o acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Acta Scientiarum. Animal sciences**, v. 30, n. 4, p. 459-466, 2008.

RIBEIRO, Felipe de Azevedo Silva; RODRIGUES, Laurindo André; FERNANDES, João Batista Kochenborger. Desempenho de juvenis de Acará-Bandeira (*Pterophyllum scalare*) com diferentes níveis de proteína bruta na dieta. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, n. 2, p. 195-203, 2007.

RODRIGUES, Laurindo André; FERNANDES, João Batista Kochenborger. Influência do processamento da dieta no desempenho produtivo do acará bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 1, p. 113-118, 2006

ROMANOWSKI, Joana Paulin; ENS, Romilda Teodora. As pesquisas denominadas do tipo "estado da arte" em educação. **Revista diálogo educacional**, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006.

ROMANOWSKI, Joana Paulin. **As licenciaturas no Brasil: um balanço das teses e dissertações dos anos 90**. 2002, 147 f. Tese (Doutorado em educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

ROSSONI, Felipe; FERREIRA, Efreim; ZUANON, Jansen. A pesca e o conhecimento ecológico local dos pescadores de acará-disco (*Symphysodon aequifasciatus*, Pellegrin 1904: Cichlidae) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus, baixo rio Purus, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 9, n. 1, p. 109-128, 2014.

SANTOS, R. M. **Estado da arte e história da pesquisa em Educação Estatística em programas brasileiros de pós-graduação**. 2015. 348 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de pós-graduação em Educação, Universidade estadual de Campinas, Campinas, 2015.

SELVATICI, Paula Del Caro; VALÉRIO JÚNIOR, José Francisco; FARIAS, Willes Marques; SANTOS, Bruno Dias do; MENDONÇA, Pedro Pierro. Manejo alimentar de juvenis de acará bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Revista Eletrônica Nutritime**, v.14, n.1, p.4919-4927, 2017.

SILVA, Caroline Lopes da; JEREMIAS, Eliane Aparecida; FERRAZ, Kaic Vinícius; SOUZA, Andreia E. Moreira de. Comparação De Materiais Distintos Como Filtros Biológicos Em Sistemas Aquapônicos. **Revista Funec Científica-Multidisciplinar**, v. 8, n. 10, p. 1-13, 2019.

SILVA, Sueli Domingos da; MENDES, George Nilson; VALENCA, Anita Rademaker. Cultivo de pós-larvas de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) com os alevinos de *Pterophyllum scalare* (Heckel, 1840) e *Carassius auratus* (Günther, 1870) em laboratório. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 3, p. 453-461, 2008.

SOUSA, Natalino da Costa; SANTOS Ana Claudia Gaspar dos; SILVA, Kleverton Félix; LIMA, Rita de Cássia Divino; ROSA, Robson Andrade; SANTOS, Sandra Lima dos; SILVA JUNIOR, Wellington Lima da; PAIXÃO, Peterson Emmanuel Guimarães; COUTO, Márcia Valéria Silva do. Efeito da toxicidade aguda da gasolina em alevinos de acará bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 9, n. 1, p. 48-50, 2019.

TAKAHASHI, Leonardo Susumu; SILVA, Thiago Verzegnossi da; FERNANDES, João Batista Kochenborger; BILLER, Jaqueline Dalbello; SADRE, Lidiane Cristina Gonçalves de. Efeito do tipo de alimento no desempenho produtivo de juvenis de

acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 1, p. 1-8, 2010.

TURNER, G. F., O. SEEHAUSEN, M. E.; KNIGHT, C. J. ALLENDER, and R. L. ROBINSON. How many species of cichlid Fishes are there in African lakes? **Mol. Ecol.** v. 10 p. 793–806, 2001.

ZIHLER, F., Gross morphology and configuration of digestive tracts of Cichlidae: phylogenetic and functional significance. **Netherland Journal of Zoology**. v. 32, p. 544-571, 1982.

ZUANON, Jener Alexandre Sampaio; SALARO, Ana Lúcia; BALBINO, Eric Márcio; SARAIVA, Alysson; QUADROS, Moisés; FONTANARI, Rodrigo Lima. Níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de acará-bandeira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 1893-1896, 2006.

## **CAMARÕES ORNAMENTAIS MARINHOS: ASPECTOS BIOLÓGICOS E PERSPECTIVAS PARA O CULTIVO COMERCIAL**

João Rodolfo Matias da Cunha Costa<sup>1</sup>; Mônica Yumi Tsuzuki<sup>2</sup>.

### **RESUMO**

O grande aumento da popularidade da aquariofilia marinha em todo o mundo nas últimas décadas impulsionou o mercado de organismos ornamentais marinhos, que depende quase que exclusivamente da extração de animais dos recifes de corais ao redor do mundo. Com o passar dos anos vem crescendo os esforços para reduzir a pressão da atividade nas populações selvagens por meio da aquicultura ornamental. Os camarões ornamentais marinhos são organismos extremamente populares e almejados pelos aquaristas, exibindo cores vibrantes e comportamentos peculiares e podendo atingir altos valores de mercado. No entanto, apesar mais de duas décadas de estudos, a falta de conhecimento da biologia e do ciclo e vida destes animais tem gerado um grande empasse no desenvolvimento da aquicultura de camarões ornamentais marinhos, que apresenta atualmente inúmeros gargalos, principalmente na fase de larvicultura das principais espécies. Este capítulo tem como objetivo discutir os principais avanços e os principais obstáculos do cultivo em cativeiro destes animais.

**Palavras-chave:** Camarões ornamentais marinhos. Aquicultura ornamental. Larvicultura.

### **ABSTRACT**

The increase in the popularity of marine aquarium fish worldwide in the past decades has boosted the marine ornamentals industry, which relies almost exclusively on the collection of organisms from coral reefs around the world. Over the years efforts have been made to reduce the pressure of the sector on wild populations through the ornamental aquaculture. Marine ornamental shrimps are extremely popular and desirable among aquarists, displaying vibrant colours and peculiar behaviours, they can reach high market values. However, despite more than two decades of studies, the lack of knowledge about the biology and the life cycle of these animals has generated a great delay in the development of aquaculture of ornamental marine shrimp, which currently has numerous bottlenecks, mainly in the larviculture phase of the most popular species. This chapter aims to discuss the main advances and the main obstacles to the cultivation of these animals.

**Keywords:** Marine ornamental shrimp. Ornamental aquaculture. Larviculture.

---

<sup>1</sup> Mestrando em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina.  
<http://lattes.cnpq.br/8026549369910963>. joaormcc@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Aquatic Biosciences pela Tokyo University Of Fisheries.  
<http://lattes.cnpq.br/8686019355597417>. Professora do Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina. monica.tsuzuki@ufsc.br

## PANORAMA DO MERCADO ORNAMENTAL MARINHO MUNDIAL E A NECESSIDADE POR ESPECIMENS CULTIVADOS

A manutenção de animais marinhos ornamentais é, atualmente, uma prática extremamente popular. Acredita-se que cerca de 2 milhões de pessoas em todo o mundo possuem aquários marinhos em casa (Rhyne *et al.*, 2017b). Nas últimas décadas, grandes avanços tecnológicos na filtragem e manutenção da qualidade de água permitiram a manutenção e o cultivo de uma maior variedade de organismos marinhos, aumentando ainda mais a popularidade dos aquários marinhos ao redor do mundo (Rhyne *et al.*, 2017b).

Segundo Wabnitz *et al.* (2003), a indústria de animais ornamentais marinhos engloba mais de 125 países e envolve a comercialização de mais de 2.300 espécies de peixes e invertebrados.

O Brasil é considerado um grande exportador de organismos ornamentais marinhos, e já esteve entre os dez primeiros no *ranking* mundial de exportadores (Wood, 2001). Entre 2008 e 2011, só para os EUA, o Brasil exportou mais de 14.000 peixes ornamentais marinhos, de 87 espécies diferentes (Rhyne *et al.*, 2017b). Pelo menos 120 espécies de peixes e 65 espécies de invertebrados marinhos são coletados anualmente no país para o mercado ornamental mundial (Gasparini *et al.*, 2005).

Apesar dos peixes ainda dominarem o mercado de ornamentais, nas últimas décadas, o interesse por aquários menores e mais complexos, que recriam recifes de corais em miniatura, chamados de “nano reefs” tem crescido amplamente, enquanto que sistemas onde apenas peixes são mantidos, tem perdido sua popularidade na mesma proporção (Da Rocha, 2017). Com isso, aumentou significativamente a demanda de diversas espécies de invertebrados marinhos associados a recifes de corais, incluindo anêmonas, crustáceos, equinodermos, entre outros, além dos próprios corais (Palmtag, 2017).

Em todo o mundo, existe uma grande preocupação entre biólogos, cientistas e aquaristas em relação a sustentabilidade a longo prazo da indústria de animais marinhos ornamentais. O rápido crescimento do setor nas últimas décadas dificultou a implementação de ações governamentais de gestão (Schlüter *et al.*, 2019).

Todos os anos, milhões de animais são capturados e removidos dos recifes de corais ao redor do mundo para satisfazer a crescente demanda do mercado, que ainda depende quase que exclusivamente da extração (Rhyne *et al.*, 2012).

A exploração indiscriminada dos recifes de corais pode contribuir significativamente para a perda de biodiversidade, depleção de populações naturais e promover ainda um desequilíbrio ecológico local, por meio da captura de espécies chave, que desempenham importantes serviços ecossistêmicos naquele local (ex. herbívoros que controlam populações de algas). Além disso, ela pode remover indivíduos prematuros das populações selvagens e causar danos físicos aos corais durante as capturas (Wabnitz *et al.*, 2003; Rhyne *et al.*, 2017a).

Alguns organismos, como peixes e camarões limpadores por exemplo, possuem uma grande importância nas comunidades locais de peixes (Calado, 2008). Os camarões limpadores possuem baixa mobilidade geográfica se comparados aos peixes, e a sua remoção de certos locais tem um alto potencial de afetar negativamente assembleias de peixes locais (Becker e Grutter, 2004; Calado, 2008).

Uma alta porcentagem dos animais capturados ainda acaba morrendo durante a captura devido ao trauma, manejo inadequado e estresse durante o longo período de transporte (Biondo, 2017).

Apesar de muitos avanços nas últimas décadas, atualmente, menos de 15% das espécies ornamentais marinhas tem sido cultivadas com sucesso em cativeiro, representando menos de 1% dos animais disponíveis no mercado (Rhyne *et al.*, 2017b). O desenvolvimento da aquicultura de animais marinhos ornamentais desempenha um papel fundamental na sustentabilidade a longo prazo da indústria da aquariolifilia, reduzindo a pressão sobre as populações selvagens, além de ser uma atividade altamente lucrativa (Calado, 2008).

## **OS CAMARÕES ORNAMENTAIS MARINHOS**

Os camarões estão entre os invertebrados mais populares e desejados do mercado de ornamentais marinhos, concentrando apenas sete famílias: Stenopodidae, Hippolytidae, Rhynchocinetidae, Palaemonidae, Alpheidae, Hymenoceridae e Gnathophyllidae. Espécies dos gêneros *Lysmata* e *Stenopus* estão entre as mais comercializadas e desejadas pelos aquaristas, aparecendo no topo do ranking dos invertebrados marinhos mais coletados da natureza anualmente, com exceção dos corais (Calado, 2008).

Os camarões ornamentais se destacam devido a sua natureza delicada, exibindo normalmente coloração intensa e vibrante, e aparência peculiar (Figura 1). A maioria ainda apresenta comportamentos simbióticos com anêmonas, corais,



moluscos ou peixes, além de serem considerados, em sua maioria como “reef safe”, ou seja, não agredem outros organismos comumente mantidos em aquários marinhos (Calado *et al.*, 2017). Algumas espécies ainda podem ser usadas como controle biológico de pragas comuns em aquários (Rhyne *et al.*, 2004).

Os camarões-limpadores são um grupo dentro do gênero *Lysmata*, comumente observados “limpando” peixes, tanto em recifes de corais como em aquários (Calado *et al.*, 2017). Os camarões-limpadores *Lysmataamboinensis* e *Lysmatagrabhami* são considerados o carro chefe do mercado de camarões ornamentais marinhos. As espécies são quase idênticas e diferem apenas no padrão de coloração na região do télson e urópodes. Enquanto que o *L.amboinensis* é a espécie de camarão ornamental mais intensamente coletada e comercializada em todo o mundo, com mais de 300 mil exemplares importados anualmente só pelos Estados Unidos (Rhyne *et al.*, 2015), o *L.grabhami* por não ser tão facilmente coletado, pode alcançar valores de mercado mais elevados (Calado *et al.*, 2017). O camarão camarão-fogo *L.debelius*, também considerado um camarão-limpador, figura como umas das espécies mais valorizadas e desejadas do mercado (Rhyne *et al.*, 2017b). Já o camarão-bailarino, engloba várias espécies dentro do gênero *Lysmata*, intimamente relacionadas e de difícil distinção (Rhyne e Lin, 2006), se tornando um grupo fortemente comercializado no mercado de marinhos ornamentais, sendo importados mais de 1 milhão de espécimes anualmente apenas pelos Estado Unidos (Rhyne *et al.*, 2015).

Figura 1: Espécies populares de camarões ornamentais. 1, camarão-limpador *Lysmata amboinensis*; 2, camarão-boxeador-dourado *Stenopus scutellatus*; 3, Camarão-fogo *L. debelius*; 4, Camarão-boxeador-palhaço *S. hispidus*; 5, camarão-corcunda *Thor amboinensis*.



Fonte: O próprio autor.

Os camarões-boxeadores do gênero *Stenopus* apresentam diferentes padrões de coloração e aparência robusta, são muito comuns e representativos dentro do aquarismo marinho, sendo mantidos sozinhos ou em pares devido seu comportamento territorial e monogâmico (Johnson, 1969). Os exemplares do gênero ainda podem apresentar comportamento limpador em peixes (Becker *et al.*, 2005). Apesar de serem tratados como camarões, os indivíduos pertencentes a esse gênero não são considerados "camarões verdadeiros", diferindo destes, pela presença de

quelas no terceiro par de pereiópodos, entre outras características (Calado *et al.*, 2017). A espécie mais popular do gênero é o *S. hispidus*, com mais de 100 mil exemplares importados anualmente nos Estados Unidos (Rhyne *et al.*, 2017b).

Algumas espécies de camarões ornamentais costumam viver em associações com algumas espécies de anêmonas do mar, o que os torna muito populares entre os aquaristas (Figura 2). Os principais exemplos são os camarões-de-anêmona *Periclimenes* spp. e o camarão-corcunda *Thor amboinensis* (Kham *et al.*, 2004; Briones-Fourzán, *et al.*, 2012).

Figura 2: *T. amboinensis* em associação com a anêmona do mar *Condylactis gigantea*.



Fonte: O próprio autor.

### Espécies nacionais

Uma ampla variedade de espécies já foi registrada ao longo do litoral brasileiro, principalmente na região Nordeste, englobando exemplares de pelo menos cinco das sete famílias de camarões ornamentais marinhos, incluindo espécies altamente apreciadas e valorizadas no mercado mundial (Tabela 1).

Tabela 1: Espécies de camarões ornamentais marinhos registradas no Brasil.

Família	Espécie	Nome comum	Referências
Alpheidae	<i>Alpheus formosus</i>	Camarão-pistola-de-patas-azuis	Santos <i>et al.</i> , 2012; Tavares <i>et al.</i> , 2017.
	<i>Alpheus rudolphi</i>	Camarão-pistola	Almeida e Anker, 2011; Tavares <i>et al.</i> , 2017.
Gnathophyllidae	<i>Gnathophyllum americanum</i>	Camarão-abelha	Santos, 1994; Tavares <i>et al.</i> , 2017.
	<i>Gnathophyllum circellum</i>	Camarão-circulado	Tavares <i>et al.</i> , 2017.
Hippolytidae	<i>Lysmata ankeri</i>	Camarão-bailarino	Alves <i>et al.</i> , 2015.
	<i>Lysmata vitatta</i>	Camarão-bailarino	Alves <i>et al.</i> , 2018.
	<i>Lysmata wurdemanni</i>	Camarão-bailarino	Gasparini <i>et al.</i> , 2005.
	<i>Lysmata grabhami</i>	Camarão-limpador	Gasparini <i>et al.</i> , 2005; Kassuga <i>et al.</i> , 2015.
Palaemonidae	<i>Thor amboinensis</i>	Camarão-corcunda	Gasparini <i>et al.</i> , 2005; Tavares <i>et al.</i> , 2017.
	<i>Periclimenes pedersoni</i>	Camarão-de-anêmona	Gasparini <i>et al.</i> , 2005; Wirtz <i>et al.</i> , 2009.
	<i>Periclimenes yucatanicus</i>	Camarão-de-anêmona	Gasparini <i>et al.</i> , 2005; Soledade <i>et al.</i> , 2015.
Stenopodidae	<i>Stenopus hispidus</i>	Camarão-boxeador-palhaço	Gasparini <i>et al.</i> , 2005; Gregati e Cobo, 2006.
	<i>Stenopus scutellatus</i>	Camarão-boxeador-dourado	Gasparini <i>et al.</i> , 2005; Fernandes <i>et al.</i> , 2010.
	<i>Stenopus spinosus</i>	Camarão-boxeador-do-mediterrâneo	Giraldes e Freire, 2015.

Fonte: O próprio autor.

### Aspectos reprodutivos

As espécies de camarões ornamentais marinhos apresentam distintos sistemas reprodutivos. Camarões do gênero *Stenopus*, por exemplo, possuem sexo definido

(sem dimorfismo sexual visível) e comportamento altamente territorial e monogâmico, sendo comumente observados em pares macho-fêmea (Johnson, 1969). Os camarões do gênero *Thor* são hermafroditas protândricos, ou seja, iniciam a vida como machos e posteriormente podem mudar de sexo, influenciados por fatores ambientais (Baeza e Piantoni, 2018). Já as espécies do gênero *Lysmata* se destacam por apresentar um sistema reprodutivo complexo e único entre os decápodes, o hermafroditismo protândrico simultâneo, onde os indivíduos iniciam a vida como machos e posteriormente se tornam hermafroditas simultâneos, no entanto, sem a capacidade de se auto fecundar (Fiedler, 1998; Bauer, 2000). Diferentemente dos camarões protândricos, que perdem todas suas características externas masculinas e desenvolvem estruturas femininas, a transição de sexo não é completa, onde os tecidos testiculares e dutos masculinos são mantidos, havendo também a produção de esperma (Bauer, 2004).

A cópula ocorre sempre após a muda. Os camarões ornamentais marinhos normalmente se reproduzem de maneira contínua. Enquanto a fêmea ainda carrega os ovos em desenvolvimento no seu abdômen, seu ovário já está em processo de maturação (Calado, 2008). Após a liberação das larvas, a fêmea sofre uma muda e então já está novamente receptiva para a cópula, que ocorre logo em seguida, iniciando um novo ciclo reprodutivo (Bauer, 2004; Calado, 2008).

O período de incubação dos ovos pode durar aproximadamente duas semanas para a maioria das espécies com algumas variações (Calado, 2008). Durante este período, os ovos permanecem aderidos aos pleópodes da fêmea e podem ser facilmente observados.

A fecundidade em camarões das infra-ordens Caridea e Stenopodidea (Fletcher *et al.* 1995; Calado *et al.* 2008a) é considerada baixa se comparada com a dos camarões peneídeos (Sunden e Davis 1991; Courtney *et al.* 1995), devido possivelmente ao maior gasto energético na incubação dos ovos (Tiziouveli, 2011). Alguns fatores podem influenciar significativamente a fecundidade, como a espécie, o tamanho e dieta alimentar dos reprodutores, como também fatores ambientais (Calado *et al.*, 2008a).



### Ciclo de vida

Os crustáceos marinhos possuem um complexo ciclo de vida, que se divide em múltiplas fases, onde sofrem transições drásticas de habitat e estilo de vida, implicando em mudanças morfológicas radicais (Anger, 2001).

A eclosão ocorre normalmente a noite. Os ovos eclodem como larvas planctônicas já bem desenvolvidas, conhecidas como zoeas, que diferem morfológicamente de acordo com a espécie (Figura 3) e são adaptadas para a vida no ambiente pelágico, até atingir a fase megalopa ou “pós-larva” onde ocorre a transição do habitat pelágico para o bentônico (Calado *et al.*, 2004).

Figura 3: Estágios iniciais de zoea: 1, *Hymenocera picta*; 2, *Thor amboinensis*; 3, *Lysmata amboinensis*; 4, *Stenopus scutellatus*.



Fonte: O próprio autor.

Assim como uma grande parte dos crustáceos decápodes, acredita-se que as larvas de camarões marinhos ornamentais mostrem de alguma forma características lecitotróficas, ou seja, nascem possuindo reservas energéticas endógenas de origem parental, como uma adaptação a baixa quantidade, ou até mesmo falta de alimento durante as primeiras horas de vida (Anger, 2001; Cunha *et al.*, 2008).

Durante a fase de zoea, as larvas passam por sucessivos estágios de desenvolvimento, onde ocorrem uma série de mudanças na sua morfologia funcional, seguidas por transições comportamentais sobrepostas (Anger, 2001) (Figura 4).

Figura 4: Diferentes estágios de zoea (Z) do camarão-limpador *Lysmata amboinensis*;



Fonte: O próprio autor.

O número de estágios pelos quais a larva passa varia de acordo com a espécie. No caso do camarão *Lysmata seticaudata*, a fase larval possui 9 estágios (Calado *et al.*, 2004). Já o camarão *L. amboinensis* possui 14 estágios larvais, com duração mínima de 2 dias cada (Tziouveli, 2011).

A duração da fase larval varia significativamente de acordo com a espécie. Desde algumas semanas para algumas espécies, como o *L. seticaudata*, que pode atingir a fase de pós-larva em apenas 19 dias (Calado *et al.*, 2005), até meses para outras, como o *S. hispidus*, sendo reportado um período larval superior a 120 dias

(Fletcher *et al.*, 1995). No entanto, é comum ocorrerem variações entre indivíduos de uma mesma desova ou entre desovas distintas, devido a fatores genéticos, nutricionais e ambientais (Calado, 2008; Tziouveli, 2011).

O longo período larval de algumas espécies pode ser considerado como uma estratégia de dispersão larval, mas também se dá pelo fato de as larvas conseguirem retardar o seu desenvolvimento quando expostas a condições desfavoráveis (Calado, 2008). Este comportamento é conhecido com “mark-time moulting”, onde pode ocorrer a adição de estágios larvais intermediários, ou seja, a inserção de estágios de desenvolvimento que não ocorreriam normalmente para a espécie, resultando em algumas poucas mudanças morfológicas que apenas distinguem a larva dos estágios anterior e sucessor (Gore, 1985; Calado *et al.*, 2001). Este processo pode durar por longos períodos de tempo, onde a larva gasta sua energia apenas para se manter viva, e pode resultar ou na retomada do desenvolvimento normal com a melhora das condições ambientais ou na morte da larva (Calado, 2008). Algumas espécies ainda precisam de algum gatilho ambiental para atingirem a fase de pós-larva, como as larvas dos camarões de anêmona *P. pedersoni* e *P. yucatanicus*, que necessitam serem expostas a exsudatos das anêmonas *Bartholomea annulata* e *Condylactis gigantea* respectivamente, para assentar (Goy, 1990).

## **AQUICULTURA DE CAMARÕES ORNAMENTAIS MARINHOS**

Atualmente, nenhuma das espécies populares de camarões ornamentais marinhos é cultivada a níveis comerciais (Calado *et al.*, 2017). A falta de conhecimento sobre a biologia destes animais gera muitos gargalos na sua aquicultura, principalmente na fase larval.

Devido a sua grande popularidade e o alto valor de mercado, nas últimas décadas vem crescendo os esforços para compreender melhor o ciclo de vida das espécies de camarões ornamentais marinhos como também desenvolver técnicas que viabilizem a sua produção em cativeiro, a fim de minimizar a pressão ambiental nos recifes de corais causada pela extração excessiva destes animais (Calado *et al.*, 2008b). Os camarões marinhos selvagens ainda possuem uma baixa adaptabilidade ao confinamento, havendo uma alta mortalidade durante a sua aclimação (Wabnitz *et al.*, 2003).

No entanto, para que a produção comercial em cativeiro seja viável, o ciclo de vida das espécies precisa ser fechado de forma consistente em cativeiro, incluindo o



cultivo intensivo bem sucedido das larvas até a fase juvenil, a manutenção destes juvenis até a fase adulta, e por fim a reprodução destes animais produzidos em cativeiro (Tziouveli, 2011).

Oferecer condições ambientais ótimas para os camarões é essencial para promover a reprodução. Os reprodutores são geralmente separados em pares mantidos em sistemas de recirculação com um eficiente sistema de filtragem e renovação de água e, normalmente são utilizados aquários de vidro ou acrílico a fim de facilitar a observação dos animais (Calado, 2008).

A dieta dos reprodutores é um fator importante que influencia indiretamente na qualidade e na sobrevivência da prole (Lin e Shi, 2002, Calado *et al.*, 2009). Um estudo publicado por Tziouveli *et al.* (2011) com o camarão-limpador *L. amboinensis*, demonstrou que a dieta pode afetar a produção de esperma, a maturação gonadal e a fecundidade dos reprodutores, como também a composição bioquímica das larvas. Inúmeras dietas já foram testadas e são atualmente utilizadas na manutenção de reprodutores de camarões ornamentais com diferentes graus de sucesso, como *Artemia* adultas enriquecidas, frutos-do-mar congelados e dietas peletizadas comerciais. No entanto, ainda não há uma dieta ótima para cada espécie ou que se aproxime da qualidade dieta dos camarões no ambiente natural, o que reflete na baixa qualidade das larvas (Lin *et al.*, 2002; Calado *et al.*, 2009).

As larvas, após eclodirem, apresentam fototaxia positiva, o que costuma ser usado na coleta das mesmas com o auxílio de uma fonte luminosa e também como um indicador da qualidade das mesmas (Calado, 2008).

O maior gargalo da produção destes camarões em cativeiro está na larvicultura. Algumas espécies, como o *L. seticaudata*, *P. yucatanicus*, *H. picta* possuem uma curta fase larval (poucas semanas) o que é vantajoso para sua produção em cativeiro (Goy, 1990; Fiedler, 1994; Calado *et al.*, 2005). No entanto, as espécies mais populares e valorizadas no mercado possuem as fases larvais mais longas dentre os camarões ornamentais marinhos, como o *L. amboinensis* e *S. spidus* (Fletcher *et al.*, 1995). Esta longa fase larval é acompanhada por períodos de alta mortalidade, principalmente nos estágios iniciais, o que gera um grande impasse para a viabilidade da produção comercial (Calado *et al.*, 2017). Estas espécies ainda possuem a capacidade de prolongar a fase larval se as condições de cultivo não estiverem adequadas (Fletcher *et al.*, 1995; Calado *et al.*, 2008a). O cultivo bem sucedido em escala comercial destas

espécies só será alcançado se um encurtamento da fase larval, juntamente com uma maior taxa de sobrevivência até a fase juvenil sejam alcançados.

Muitos fatores influenciam a sobrevivência e desenvolvimento durante a larvicultura, como a genética, a densidade de estocagem, a qualidade da água, a temperatura, o tipo de sistema empregado, a nutrição das larvas, entre outros (Zhang e Lin, 1998; Calado, 2008a).

A densidade larval está diretamente relacionada com a saúde das larvas. Em estudos anteriores com camarões do gênero *Lysmata*, menores densidades, em torno de 10 larvas/litro, apresentaram melhores taxas de sobrevivência, devido principalmente ao tamanho significativo das larvas nas fases finais de desenvolvimento (Calado *et al.*, 2005; Calado *et al.*, 2008b; Cunha *et al.*, 2008; Tziouveli, 2011).

O tipo de sistema de cultivo a ser empregado também possui um impacto significativo no sucesso da larvicultura. A água necessita estar em constante movimento a fim de manter as larvas sempre na coluna d'água. No entanto, as larvas do gênero *Lysmata* e *Stenopus* apresentam estruturas corporais muito frágeis, que podem ser facilmente danificadas (Calado, 2008). O uso de aeração é comumente utilizado nos sistemas estáticos, apesar de não ser o mais indicado devido a probabilidade de as bolhas de ar danificarem as larvas (Calado, 2008). Calado *et al.* (2003) desenvolveu um sistema de recirculação conhecido como "Upwelling system" para o cultivo de crustáceos decápodes, onde não há uso de aeração para a movimentação da água, obtendo certo grau de sucesso. O mesmo sistema foi aprimorado alguns anos depois por Calado *et al.* (2008b).

A nutrição durante a fase larval tem um papel crucial para o desenvolvimento e a sobrevivência das larvas. Os ácidos graxos essenciais desenvolvem um papel crucial na cadeia alimentar marinha (Anger, 2001). Ainda segundo Anger (2001), os crustáceos são conhecidos por não serem capazes de sintetizar de maneira eficiente certos ácidos graxos, como esteróis, fosfolípidios e ácidos graxos insaturados (HUFAs), havendo a necessidade de obtê-los através da alimentação.

No ambiente natural, o plâncton é a principal fonte de alimento das larvas, onde são expostas a uma grande diversidade de possíveis fontes alimentares, como bactérias, detritos, microalgas, protozoários, além de uma grande variedade de zooplâncton, que satisfazem naturalmente todas suas necessidades nutricionais, durante todos os estágios larvais (Anger, 2001; Calado, 2008). Para as larvas de

camarões decápodes, ainda ocorre normalmente uma transição de preferência alimentar durante os estágios larvais, onde no início existe uma preferência maior por presas menores e, ao longo do seu desenvolvimento, por presas maiores, porém as larvas podem continuar a consumir pequenas presas se estas ainda estiverem a sua disposição (Calado, 2008; Tziouveli, 2011).

No ambiente de cultivo, a base da alimentação das larvas constitui no fornecimento de alimentos vivos, que diferem em tamanho, forma, comportamento, composição bioquímica e valor nutricional, podendo ser ocasionalmente suplementados com alimentos congelados, especialmente durante os últimos estágios larvais (Calado *et al.*, 2008b; Tziouveli, 2011).

*Artemia* (na forma de cistos descapsulados, náuplios recém eclodidos e metanáuplios) é um pequeno crustáceo que costuma ser encontrado em lagos salinos e hiper-salinos ao redor do mundo (Lavens e Sorgeloos, 1996). Apesar de não ser um alimento natural de organismos aquáticos marinhos e possuir um baixo valor nutricional, é atualmente o alimento vivo mais utilizado na larvicultura de camarões ornamentais, devido principalmente a sua facilidade de produção, manipulação e enriquecimento (Cunha *et al.*, 2008; Calado, 2008; Calado *et al.*, 2008b; Tziouveli, 2011). Durante as primeiras horas de vida, os náuplios possuem reservas corporais que lhes conferem um valor nutricional superior aos metanáuplios. No entanto, os metanáuplios podem ser enriquecidos com microalgas ou emulsões comerciais, aumentando significativamente seu valor nutricional, principalmente o teor de ácidos graxos altamente insaturados (HUFAs) (Sorgeloos *et al.*, 2001).

Os rotíferos marinhos *Brachionus* spp. são largamente utilizados como primeira alimentação devido seu tamanho reduzido (Fletcher *et al.*, 1995; Cunha *et al.*, 2008). Apesar de possuírem uma concentração relativamente maior de ácidos docosahexanóicos (DHAs) em relação a *Artemia*, ainda não apresentam naturalmente um perfil nutricional adequado, que precisa na maioria das vezes ser manipulado antes do seu fornecimento às larvas (Faulk e Hout, 2005). Os rotíferos podem ser facilmente enriquecidos através da suplementação com microalgas ou produtos comerciais, a fim de elevar seus níveis de vitaminas, minerais, ácidos eicosapentanóicos (EPAs) e DHAs, devido sua facilidade em incorporar ácidos graxos essenciais e nutrientes em poucas horas (Fernandéz-Reiriz *et al.*, 1993).

O fitoplâncton é a base da cadeia alimentar aquática e desempenha um papel fundamental na aqüicultura de moluscos, camarões e peixes. As microalgas são uma

das principais fontes alimentares de larvas de crustáceos decápodes em geral, devido principalmente sua composição bioquímica, rica em HUFAs e a sua capacidade de sintetizar ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) (Anger, 2001; Strøttrup e McEvoy, 2003). Larvas de camarões *Caridea* e *Stenopodidea* são consideradas primariamente carnívoras, pois possuem uma habilidade limitada de filtrar partículas menores como microalgas (Anger, 2001; Le Vay *et al.*, 2001). No entanto, estudos recentes com camarões do gênero *Lysmata* mostraram que as larvas recém eclodidas são capazes de capturar e consumir fitoplâncton de alguma forma, implicando em uma maior taxa de sobrevivência (Simoes *et. al*, 2002; Cunha *et al.*, 2008). A suplementação de microalgas em tanques de larvicultura pode ser benéfica e vantajosa para a sobrevivência e o desenvolvimento das larvas, principalmente nos primeiros estágios larvais onde as larvas são mais susceptíveis a estresses alimentares, podendo em alguns casos promover um estímulo da produção de enzimas digestivas e colonização do trato digestivo (Cunha *et al.*, 2008). As microalgas ainda podem melhorar ou prolongar a qualidade nutricional de outros ítems alimentares como rotíferos (Whyte e Nagata, 1990; Jeeja *et al.*, 2011).

O desenvolvimento de uma dieta adequada e variada para a fase larval certamente é fundamental para o sucesso da larvicultura de camarões ornamentais marinhos (Calado *et al.*, 2008b).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Até o momento apenas o camarão bailarino *L. seticaudata* possui uma produção em escala comercial significativa em todo mundo (Calado *et al.*, 2017). Avanços na aquicultura de camarões ornamentais são relativamente recentes, e a atividade ainda possui um longo caminho até atingir a produção bem sucedida em cativeiro das espécies mais populares e para que isso seja possível, muitos estudos, principalmente direcionados a larvicultura devem ser realizados. Um grande número de estudos foram feitos na década de 1990 e início dos anos 2000, reduzindo consideravelmente na última década. A produção em cativeiro de camarões ornamentais marinhos é de extrema importância para o mercado de ornamentais marinhos, pelo grande interesse do mercado da aquariorfilia e elevados preços que os espécimens atingem no mercado, e pode sofrer uma maior pressão no futuro devido ao declínio das populações naturais.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. O.; ANKER, A. *Alpheus rudolphi* spec. nov., a new snapping shrimp from northeastern Brazil (Crustacea: Decapoda: Alpheidae). **Zoologische Mededelingen**, Leiden, v. 85, abr. 2011. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.478.4695&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 04 set. 2020.
- ALVES, D. F. R.; BARROS-ALVES; S. D. P.; HIROSE, G. L.; COBO, V. J. Morphological remarks on the peppermint shrimp *Lysmata ankeri* (Decapoda, Hippolytidae): implications for species identification of the *L. wurdemanni* complex. **Nauplius**, Cruz das Almas, v. 23, n. 1, p. 53-58, jan/jun. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-64972015002306>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-64972015000100053&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-64972015000100053&script=sci_arttext). Acesso em: 04 set. 2020.
- ALVES, D. F. R.; LIMA, D. J. M.; HIROSE, G. L.; MARTINEZ, P. A.; DOLABELLA, S. S.; BARROS-ALVES, S. de P. Morphological and molecular analyses confirm the occurrence of two sympatric *Lysmata* shrimp (Crustacea, Decapoda) in the southwestern Atlantic. **Zootaxa**, Auckland, v. 4526, n. 1, p. 41-55, nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4526.1.3>. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.4526.1.3/0>. Acesso em: 04 set. 2020.
- ANGER, K. The biology of decapod crustacean larvae. Lisse: AA Balkema Publishers, [s.l.], jan. 2001.
- BAEZA, J. A.; PIANTONI, C. Sexual system, sex ratio, and group living in the shrimp *Thor amboinensis* (De Man): relevance to resource-monopolization and sex-allocation theories. **The Biological Bulletin**, Woods Hole, v. 219, n. 2, p. 151-165, out. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1086/BBLv219n2p151>. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/BBLv219n2p151>. Acesso em: 16 set. 2020.
- BAUER, R. T. Remarkable shrimps: adaptations and natural history of the carideans. University of Oklahoma Press, Norman, 2004.
- BAUER, R. T. Simultaneous hermaphroditism in caridean shrimps: a unique and puzzling sexual system in the Decapoda. **Journal of Crustacean Biology**, [s.l.], v. 20, n. 5, p. 116-128, out. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1163/1937240X-90000014>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jcb/article-abstract/20/5/116/2419505>. Acesso em: 16 set. 2020.
- BECKER, J. H.; CURTIS, L. M.; GRUTTER, A. S. Cleaner shrimp use a rocking dance to advertise cleaning service to clients. **Current Biology**, [s.l.], v. 15, n. 8, p. 760-764, abr. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2005.02.067>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982205003325>. Acesso em: 01 set. 2020.
- BECKER, J. H.; GRUTTER, A. S. Cleaner shrimp do clean. **Coral reefs**, [s.l.], v. 23, n. 4, p. 515-520, nov. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00338-004-0429-3>.

Disponível em:

[https://idp.springer.com/authorize/casa?redirect\\_uri=https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00338-004-0429-3.pdf&casa\\_token=boznG1HhiloAAAAA:gEHI3lijL\\_oIHP6UssnvU\\_fJSsZUwK6er5DI-MxhdcQQuFCIz1H\\_TOSM2E0XQqBW1eKGgdy5LeqiwqUwTg](https://idp.springer.com/authorize/casa?redirect_uri=https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00338-004-0429-3.pdf&casa_token=boznG1HhiloAAAAA:gEHI3lijL_oIHP6UssnvU_fJSsZUwK6er5DI-MxhdcQQuFCIz1H_TOSM2E0XQqBW1eKGgdy5LeqiwqUwTg). Acesso em: 29 ago. 2020.

BIONDO, M. V. Quantifying the trade in marine ornamental fishes into Switzerland and an estimation of imports from the European Union. **Global ecology and conservation**, [s.l.], v. 11, p. 95-105, jul. 2017. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.05.006>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235198941730094X>. Acesso em: 01 set. 2020.

BRIONES-FOURZÁN, P.; PÉREZ-ORTIZ, M.; NEGRETE-SOTO, F.; BARRADAS-ORTIZ, C.; LOZANO-ÁLVAREZ, E. Ecological traits of Caribbean sea anemones and symbiotic crustaceans. **Marine Ecology Progress Series**, [s.l.], v. 470, p. 55-68, dez. 2012. DOI: <https://doi.org/10.3354/meps10030>. Disponível em: <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v470/p55-68/>. Acesso em 14 out. 2020.

CALADO, R.; BARTILOTTI, C.; NARCISO, L.; DOS SANTOS, A. Redescription of the larval stages of *Lysmata seticaudata* (Risso, 1816)(Crustacea, Decapoda, Hippolytidae) reared under laboratory conditions. **Journal of Plankton Research**, [s.l.], v. 26, n. 7, p. 737-752, jul. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1093/plankt/fbh072>. Disponível em: <https://academic.oup.com/plankt/article-abstract/26/7/737/1514116>. Acesso em: 16 set. 2020.

CALADO, R.; DIONÍSIO, G. BARTILOTTI, C.; NUNES, C.; DOS SANTOS, A.; DINIS, M. T. Importance of light and larval morphology in starvation resistance and feeding ability of newly hatched marine ornamental shrimps *Lysmata* spp.(Decapoda: Hippolytidae). **Aquaculture**, [s.l.], v. 283, n. 1-4, p. 56-63, out. 2008a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.07.010>. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848608004948?casa\\_token=HgysRO1OpeAAAAA:ZG1FI8-EmVBwMkfoDwC0lg7ZQ-FequPZh3gED7CIRXxqykT-Pg8\\_RJE4Mwz\\_br\\_3KwoCTCR7vPA](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848608004948?casa_token=HgysRO1OpeAAAAA:ZG1FI8-EmVBwMkfoDwC0lg7ZQ-FequPZh3gED7CIRXxqykT-Pg8_RJE4Mwz_br_3KwoCTCR7vPA). Acesso em: 16 set. 2020.

CALADO, R.; FIGUEIREDO, J.; ROSA, R.; NUNES, M. L.; NARCISO, L. Effects of temperature, density, and diet on development, survival, settlement synchronism, and fatty acid profile of the ornamental shrimp *Lysmata seticaudata*. **Aquaculture**, [s.l.], v. 245, n. 1-4, p. 221-237, mar. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.11.034>. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848604006982?casa\\_token=JmWdCmdUBiEAAAAA:lc9MVv0-2giUo-K1Q6SO9Cn5RfL1ZiRmR\\_dg8XoWGOuYW089-ybWhmFHx8Vwwhx0ew3BfWOjFrc](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848604006982?casa_token=JmWdCmdUBiEAAAAA:lc9MVv0-2giUo-K1Q6SO9Cn5RfL1ZiRmR_dg8XoWGOuYW089-ybWhmFHx8Vwwhx0ew3BfWOjFrc). Acesso em: 23 set. 2020.

CALADO, R.; LIN, J.; LECAILLON, G.; RHYNE, A. L. Shrimp. Marine Ornamental Species Aquaculture, p. 477-495, In: .CALADO, R. **Marine Ornamental Species Aquaculture**. Wiley-Blackwell, Oxford, UK, jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119169147.ch22a>. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119169147.ch22a>. Acesso em 01 set. 2020.

CALADO, R. Marine ornamental shrimp: biology, aquaculture and conservation. John Wiley & Sons, 2008.

CALADO, R.; MARTINS, C.; SANTOS, O.; NARCISO, L. Larval development of the Mediterranean cleaner shrimp *Lysmata seticaudata* (Risso, 1816)(Caridea; Hippolytidae) fed on different diets: costs and benefits of mark-time molting. **Larvi**, v. 1, p. 96-99, [s.d.] 2001.

CALADO, R.; NARCISO, L.; MORAIS, S.; RHYNE, A. L.; LIN, J. A rearing system for the culture of ornamental decapod crustacean larvae. **Aquaculture**, [s.l.], v. 218, n. 1-4, p. 329-339, mar. 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00583-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00583-5). Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848602005835?casa\\_token=TXzx9sOvnusAAAAA:mjaSv-6pJxIM4LqhpZGGwRbqB2vG0XnNsWFuseLm5VGPorXHB7J7WdEKvdijl2djLMUM2rkyxPM](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848602005835?casa_token=TXzx9sOvnusAAAAA:mjaSv-6pJxIM4LqhpZGGwRbqB2vG0XnNsWFuseLm5VGPorXHB7J7WdEKvdijl2djLMUM2rkyxPM). Acesso em: 02 out. 2020.

CALADO, R.; PIMENTEL, T.; VITORINO, A.; DIONÍSIO, G.; DINIS, M. T. Technical improvements of a rearing system for the culture of decapod crustacean larvae, with emphasis on marine ornamental species. **Aquaculture**, [s.l.], v. 285, n. 1-4, p. 264-269, dez. 2008b. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.019>. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848608006406?casa\\_token=0pyl6thPsMAAAAA:AL9PylCnljTKg9AO\\_RU7WslvnEHGvkgrDqPpA1Q-n6k9xZAWtT0m2wbAvyu3ISq07Tkvi7rvUaQ](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848608006406?casa_token=0pyl6thPsMAAAAA:AL9PylCnljTKg9AO_RU7WslvnEHGvkgrDqPpA1Q-n6k9xZAWtT0m2wbAvyu3ISq07Tkvi7rvUaQ). Acesso em: 02 out. 2020.

CALADO, R.; VITORINO, A.; REIS, A.; LOPES DA SILVA, T.; DINIS, M. T. Effect of different diets on larval production, quality and fatty acid profile of the marine ornamental shrimp *Lysmata amboinensis* (de Man, 1888), using wild larvae as a standard. **Aquaculture Nutrition**, [s.l.], v. 15, n. 5, p. 484-491, set. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2008.00614.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2095.2008.00614.x>. Acesso em: 26 set. 2020.

COURTNEY, A. J.; MONTGOMERY, S. S.; DIE, D. J.; ANDREW N. L.; COSGROVE, M. G.; BLOUNT, C. Maturation in the female eastern king prawn *Penaeus plebejus* from coastal waters of eastern Australia, and considerations for quantifying egg production in penaeid prawns. **Marine Biology**, [s.l.], v. 122, n. 4, p. 547-556, jun. 1995. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00350677>. Disponível em: [https://idp.springer.com/authorize/casa?redirect\\_uri=https://link.springer.com/article/10.1007/BF00350677&casa\\_token=Cpa0\\_2tGkFYAAAAA:kk7AWW-HkyhTMDPQLpMdG5pkQiWcLUBU3LYkLq8z0zcfK0QN8zqMVU\\_gmEAC4M1bcP6r6zN6mJUQ9vnfsA](https://idp.springer.com/authorize/casa?redirect_uri=https://link.springer.com/article/10.1007/BF00350677&casa_token=Cpa0_2tGkFYAAAAA:kk7AWW-HkyhTMDPQLpMdG5pkQiWcLUBU3LYkLq8z0zcfK0QN8zqMVU_gmEAC4M1bcP6r6zN6mJUQ9vnfsA). Acesso em: 16 set. 2020.

CUNHA, L.; MASCARO, M.; CHIAPA, X.; COSTA, A.; SIMOES, N. Experimental studies on the effect of food in early larvae of the cleaner shrimp *Lysmata amboinensis* (De Mann, 1888)(Decapoda: Caridea: Hippolytidae). **Aquaculture**, [s.l.],

v. 277, n. 1-2, p. 117-123, maio 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.014>. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848608000963?casa\\_token=cKKTxCbRh0AAAAA:W8bbtM7nkvPIdxV2SsYpshcQqEduEHVPxH4m6H9u1SVy9VxiWI56PMiahZna\\_FRK9RkRS-jFw](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848608000963?casa_token=cKKTxCbRh0AAAAA:W8bbtM7nkvPIdxV2SsYpshcQqEduEHVPxH4m6H9u1SVy9VxiWI56PMiahZna_FRK9RkRS-jFw). Acesso em: 23 set. 2020.

DA ROCHA, J. A. M. Suitability of marine ornamental shrimp *Lysmata unicoloris* *Holthuis* and *Maurin* 1952 to commercial scale aquaculture and comparative performance with *Lysmata seticaudata* (Risso, 1816), 2017. Dissertação de mestrado. Universidade de Aveiro, Aveiro. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/110727/2/250466.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.

FAULK, C. K.; HOLT, G. J. Advances in rearing cobia *Rachycentron canadum* larvae in recirculating aquaculture systems: live prey enrichment and greenwater culture. **Aquaculture**, [s.l.], v. 249, n. 1-4, p. 231-243, set. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.03.033>. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848605002358?casa\\_token=OMysmtaC9DQAAAAA:SvzimfB3TMFSsVn-lpriBWLxynv4BplgBraqsgcbCE5F-pYmbgyLd0NeYpbltmpP9JdE8JFhG3s](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848605002358?casa_token=OMysmtaC9DQAAAAA:SvzimfB3TMFSsVn-lpriBWLxynv4BplgBraqsgcbCE5F-pYmbgyLd0NeYpbltmpP9JdE8JFhG3s). Acesso em: 14 out. 2020.

FIEDLER, G. C. Functional, simultaneous hermaphroditism in female-phase *Lysmata amboinensis* (Decapoda: Caridea: *Hippolytidae*). **Pac. Sci.**, [s.l.], 52, abr. 1998. Disponível em: <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/10125/1568/v52n2-161-169.pdf>. Acesso em: 16 set. 2020.

FIEDLER, G. Curt. Larval Stages of the Harlequin Shrimp, *Hymenocera picta* (Dana). Tese de Doutorado. University of Hawaii at Manoa, 1994.

FERNANDES, L. D. A.; PEIXOTO, B. J. F.; DE ALMEIDA, E. V.; BONECKER, S. L. C. Larvae of the family *Stenopodidae* (Crustacea: *Stenopodidea*) from South Atlantic Ocean. **Marine Biological Association of the United Kingdom. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, [s.l.], v. 90, n. 4, p. 735, jun. 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.1017/S0025315409990877>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-the-marine-biological-association-of-the-united-kingdom/article/larvae-of-the-family-stenopodidae-crustacea-stenopodidea-from-south-atlantic-ocean/4DC10E0D5840EA3DB8CE90DC71FFB0F0>. Acesso em: 04 set. 2020.

FERNÁNDEZ-REIRIZ, M. J.; LABARTA, U.; FERREIRO, M. J. Effects of commercial enrichment diets on the nutritional value of the rotifer (*Brachionus plicatilis*). **Aquaculture**, [s.l.], v. 112, n. 2-3, p. 195-206, maio 1993. DOI: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(93\)90445-5](https://doi.org/10.1016/0044-8486(93)90445-5). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0044848693904455>. Acesso em: 14 out. 2020.

FLETCHER, D. J.; KÖTTER, I.; WUNSCH, M.; YASIR, I. Preliminary observations on the reproductive biology of ornamental cleaner prawns *Stenopus hispidus* *Lysmata amboinensis* *Lysmata debelius*. **International Zoo Yearbook**, [s.l.], v. 34, n. 1, p. 73-77, jan. 1995. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.1995.tb00661.x>. Disponível



em: <https://zslpublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1748-1090.1995.tb00661.x>. Acesso em: 16 set. 2020.

GASPARINI, J. L.; FLOETER, S. R.; FERREIRA, C. E. L.; SAZIMA, I.. Marine ornamental trade in Brazil. **Biodiversity & Conservation**, [s.l.], v. 14, n. 12, p. 2883-2899, nov. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-004-0222-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-004-0222-1>. Acesso em: 28 ago. 2020.

GIRALDES, B. W.; F., A. S. Extending the southern range of four shrimps (Crustacea: Decapoda: Stenopodidae, Hippolytidae and Alpheidae) in southwestern Atlantic (27 S) and confirming the presence of Mediterranean *Stenopus spinosus* Risso, 1827 in Brazil. **Zootaxa**, [s.l.], v. 3972, n. 3, p. 419-431, jun. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3972.3.7>. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/ab12/e635263172fe58082aebdcca26c8c5dc40bd.pdf>. Acesso em: 04 set. 2020.

GORE, R. H. Molting and growth in decapod larvae. **Crustacean**, [s.l.], v. 2, p. 1-65, 1985.

GOY, J. W. Extended larval development in Lysmata and induction of metamorphosis in *periclimenes* after exposure to host exudates. **American Zoologist**, [s.l.], p. A128-A128, 1990.

GREGATI, R. A.; PINHEIRO, A. P.; COBO, V. J. New records of *Stenopus hispidus* Olivier (Stenopodidae) and *Enoplometopus antillensis* Lütken (Enoplometopidae) in the Southeastern Brazilian coast. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, [s.l.], v. 1, n. 1, p. 20-23, 2006. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/e40b/7f3d4d9c0e3712770ea3755d42b47bb80a23.pdf>. Acesso em: 04 set. 2020.

JEEJA, P. K.; IMELDA, J.; PAULRAJ, R. Nutritional composition of rotifer (*Brachionus plicatilis* Muller) cultured using selected natural diets. **Indian Journal of Fisheries**, [s.l.], v. 58, n. 2, p. 59-65, abr. 2011. Disponível em: <http://eprints.cmfri.org.in/8664/>. Acesso em: 20 out. 2020.

JOHNSON JR, V. R. Behavior associated with pair formation in the banded shrimp *Stenopus hispidus* (Olivier). **Pacific Science**, [s.l.], v. 23, p. 40-50, jan. 1969. Disponível em: <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/10125/3366/v23n1-40-50.pdf>. Acesso em: 01 et. 2020.

KASSUGA, A. D.; DIELE, K.; HOSTIM-SILVA, M. New records of the striped cleaner shrimp *Lysmata grabhami* (Gordon, 1935) from Brazil, Southwestern Atlantic. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 75, n. 4, p. 936-939, nov. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.03014>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-69842015000600936&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-69842015000600936&script=sci_arttext). Acesso em: 04 set. 2020.

KHAN, R. N.; BECKER, J. H.; CROWTHER, A. L.; LAWN, I. D. Spatial distribution of symbiotic shrimps (*Periclimenes holthuisi*, *P. brevicarpalis*, *Thor amboinensis*) on the

sea anemone *Stichodactyla haddoni*. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, [s.l.], v. 84, n. 1, p. 201-203, fev. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0025315404009063>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/S0025315404009063>. Acesso em: 01 set. 2020.

LAVENS, P.; SORGELOOS, P. Manual on the production and use of live food for aquaculture. **Food and Agriculture Organization (FAO)**, [s.l.], jan. 1996. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/285237285\\_Manual\\_on\\_the\\_Production\\_and\\_Use\\_of\\_Live\\_Food\\_for\\_Aquaculture](https://www.researchgate.net/publication/285237285_Manual_on_the_Production_and_Use_of_Live_Food_for_Aquaculture). Acesso em: 02 out. 2020.

LE VAY, L.; JONES, D. A.; PUELLO-CRUZ, A. C.; SANGHA, R. S.; NGAMPHONGSAI, C. Digestion in relation to feeding strategies exhibited by crustacean larvae. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, [s.l.], v. 128, n. 3, p. 621-628, mar. 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(00\)00339-1](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(00)00339-1). Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1095643300003391?casa\\_token=vZDXB\\_5DvbEAAAAA:50xQO9BNXMTdhk2AmELV1M1-hxPrwO6\\_Yld7M1pgXYqF0wCfFrXYnvuV88-S121V2FhxGjM5Vdl](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1095643300003391?casa_token=vZDXB_5DvbEAAAAA:50xQO9BNXMTdhk2AmELV1M1-hxPrwO6_Yld7M1pgXYqF0wCfFrXYnvuV88-S121V2FhxGjM5Vdl). Acesso em: 14 out. 2020.

LIN, J.; SHI, H. Effect of broodstock diet on reproductive performance of the golden banded coral shrimp *Stenopus scutellatus*. **Journal of the World Aquaculture society**, [s.l.], v. 33, n. 3, p. 383-386, set. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2002.tb00515.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1749-7345.2002.tb00515.x>. acesso em: 24 set. 2020.

LIN, J.; ZHANG, D.; RHYNE, A. L. Broodstock and larval nutrition of marine ornamental shrimp. **Avances en Nutrición Acuicola IV**, Cancun, set. 2002. Disponível em: <http://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/241>. Acesso em: 26 set. 2020.

PALMTAG, M. R. The marine ornamental species trade. In: .CALADO, R. **Marine Ornamental Species Aquaculture**, Wiley-Blackwell, Oxford, UK, jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119169147.ch1>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119169147.ch1>. Acesso em: 28 ago. 2020.

RHYNE, A. L.; LIN, J. A western Atlantic peppermint shrimp complex: redescription of *Lysmata wurdemanni*, description of four new species, and remarks on *Lysmata rathbunae* (Crustacea: Decapoda: Hippolytidae). **Bulletin of Marine Science**, [s.l.], v. 79, n. 1, p. 165-204, 2006.

RHYNE, A. L.; LIN, J.; DEAL, K. J. Biological control of aquarium pest anemone *Aiptasia pallida* Verrill by peppermint shrimp *Lysmata* Risso. **Journal of Shellfish Research**, [s.l.], v. 23, n. 1, p. 227-230, abr. 2004. Disponível em: <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA118543938&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=07308000&p=AONE&sw=w>. Acesso em: 01 set. 2020.

RHYNE, A. L.; TLUSTY, M. F.; HOLMBERG, R. J.; SZCZEBAK, J. T. Marine Aquarium Biodiversity and Trade Flow, [s.l.], 2015. Disponível em: <https://aquariumtradedata.org>. Acesso em: 01 set. 2020.

RHYNE, A. L.; TLUSTY, M. F.; SCHOFIELD, P. J., KAUFMAN, L. E. S., MORRIS JR, J. A.; BRUCKNER, A. W. Revealing the appetite of the marine aquarium fish trade: the volume and biodiversity of fish imported into the United States. **PLoS One**, [s.l.], v. 7, n. 5, p. e35808, maio 2012. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035808>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0035808&xid=17259,15700019,15700124,15700149,15700168,15700173,15700186,15700190,15700201,15700205>. Acesso em: 29 ago. 2020.

RHYNE, A. L.; TLUSTY, M. F.; SZCZEBAK, J. T. Early culture trials and an overview on US marine ornamental species trade. In: CALADO, R. **Marine Ornamental Species Aquaculture**, Wiley-Blackwell, Oxford, UK, jan. 2017a. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119169147.ch4>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119169147.ch4>. Acesso em: 29 ago. 2020.

RHYNE, A. L.; TLUSTY, M. F.; SZCZEBAK, J. T.; HOLBERG, R. J. Expanding our understanding of the trade in marine aquarium animals. **PeerJ**, [s.l.], v. 5, p. e2949, jan. 2017b. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.2949>. Disponível em: <https://peerj.com/articles/2949/>. Acesso em: 28 ago. 2020.

SANTOS, P. S.; SOLEDADE, G. O.; ALMEIDA, A. O.. Decapod crustaceans on dead coral from reef areas on the coast of Bahia, Brazil. **Nauplius**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 145-169, jul/dez. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-64972012000200007>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-64972012000200007&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-64972012000200007&script=sci_arttext). Acesso em: 04 set. 2020.

SANTOS, R. L. Registro de *Gnathophyllum americanum* Guérin, 1856 (Caridea, Gnathophyllidae) em Santa Rita (Extremoz, RN). **Congresso Brasileiro de Zoologia**, Rio de Janeiro, p. 25, 1994.

SCHLÜTER, A.; VANCE, C.; FERSE, S. Coral reefs and the slow emergence of institutional structures for a global land-and sea-based collective dilemma. **Marine Policy**, [s.l.], v. 112, p. 103505, fev. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.04.009>. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X18303579?casa\\_token=FynVNU-ivyUAAAAA:qfRje9axCmlGyqPh2hO\\_nzL\\_PnvqsHm3E8puBYDlVWdl9Yp1NG36xs36QL8vnB1Rsu1KAgrCAzo](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X18303579?casa_token=FynVNU-ivyUAAAAA:qfRje9axCmlGyqPh2hO_nzL_PnvqsHm3E8puBYDlVWdl9Yp1NG36xs36QL8vnB1Rsu1KAgrCAzo). Acesso em: 29 ago. 2020.

SIMOES, F.; RIBEIRO, F.; JONES, D. A. Feeding early larval stages of fire shrimp *Lysmata debelius* (Caridea, Hippolytidae). **Aquaculture International**, [s.l.], v. 10, n. 5, p. 349-360, set. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:102336642314>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1023366423144#citeas>. Acesso em: 17 out. 2020.

SOLEDADE, G. O.; FONSECA, M. S.; ALMEIDA, A. O. Shallow-water stenopodidean and caridean shrimps from Abrolhos Archipelago, Brazil: new records and updated checklist. **Zootaxa**, [s.l.], v. 3905, n. 1, p. 52-68, jan. 2015. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3905.1.3>. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Alexandre\\_Almeida11/publication/270592562\\_Shallow-water\\_stenopodidean\\_and\\_caridean\\_shrimps\\_from\\_Abrolhos\\_Archipelago\\_Brazil\\_New\\_records\\_and\\_updated\\_checklist/links/54b08bc00cf28ebe92dfece1/](https://www.researchgate.net/profile/Alexandre_Almeida11/publication/270592562_Shallow-water_stenopodidean_and_caridean_shrimps_from_Abrolhos_Archipelago_Brazil_New_records_and_updated_checklist/links/54b08bc00cf28ebe92dfece1/). Acesso em: 04 set. 2020.

SORGELOOS, P.; DHERT, P.; CANDREVA, P. Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture. **Aquaculture**, [s.l.], v. 200, n. 1-2, p. 147-159, ago. 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00698-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00698-6). Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848601006986?casa\\_token=gIRkcVjf9wIAAAAAA:Ylwbd7XpE4lsq1QM-mXTY\\_kaNA-WP3yMwj1tY4f-WD43iix3f6yDp-9HZyRUzBT4t80ujo6f5ng](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848601006986?casa_token=gIRkcVjf9wIAAAAAA:Ylwbd7XpE4lsq1QM-mXTY_kaNA-WP3yMwj1tY4f-WD43iix3f6yDp-9HZyRUzBT4t80ujo6f5ng). Acesso em: 02 out. 2020.

SUNDEN, S. L. F.; DAVIS, S. K. Evaluation of genetic variation in a domestic population of *Penaeus vannamei* (Boone): a comparison with three natural populations. **Aquaculture**, [s.l.], v. 97, n. 2-3, p. 131-142, set. 1991. DOI: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(91\)90260-E](https://doi.org/10.1016/0044-8486(91)90260-E). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/004484869190260E>. Acesso em: 16 set. 2020.

STØTTRUP, Josianne; MCEVOY, Lesley (Ed.). **Live feeds in marine aquaculture**. John Wiley & Sons, 2003.

TAVARES, M.; CARVALHO, L. Towards a review of the decapod crustacea from the remote oceanic archipelago of Trindade and Martin Vaz, south Atlantic Ocean: new records and notes on ecology and zoogeography. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 57, n. 14, p. 157-176, 2017. DOI: <https://doi.org/10.11606/0031-1049.2017.57.14>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0031-10492017001400157&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0031-10492017001400157&script=sci_arttext). Acesso em: 04 set. 2020.

TZIOUVELI, V. Broodstock conditioning and larval rearing of the marine ornamental white-striped cleaner shrimp, *Lysmata amboinensis* (de Man, 1888). ago. 2011. Tese de Doutorado. James Cook University, Townsville. Disponível em: <http://researchonline.jcu.edu.au/40038/>. Acesso em: 16 set. 2020.

TZIOUVELI, V.; HALL, M.; SMITH, G. The effect of maturation diets on the reproductive output of the white-striped cleaner shrimp, *Lysmata amboinensis*. **Journal of the World Aquaculture Society**, [s.l.], v. 42, n. 1, p. 56-65, fev. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2010.00443.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1749-7345.2010.00443.x>. Acesso em: 26 set. 2020.

WABNITZ, C. From ocean to aquarium: the global trade in marine ornamental species, UNEP/Earthprint, 2003.

- WHYTE, J. N.; NAGATA, W. D. Carbohydrate and fatty acid composition of the rotifer, *Brachionus plicatilis*, fed monospecific diets of yeast or phytoplankton. **Aquaculture**, [s.l.], v. 89, n. 3-4, p. 263-272, set. 1990. DOI: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(90\)90131-6](https://doi.org/10.1016/0044-8486(90)90131-6). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0044848690901316>. Acesso em: 20 out. 2020.
- WIRTZ, P.; DE MELO, G.; DE GRAVE, S.. Symbioses of decapod crustaceans along the coast of Espírito Santo, Brazil. **Marine Biodiversity Records**, [s.l.], v. 2, n. 1, dez. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1017/S175526720999087X>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/marine-biodiversity-records/article/symbioses-of-decapod-crustaceans-along-the-coast-of-espírito-santo-brazil/128105A32D610AC56D1C963E81A0DE8E>. Acesso em: 04 set. 2020.
- WOOD, E. Collection of coral reef fish for aquaria: global trade, conservation issues and management strategies. **Marine Conservation Society**, Herefordshire, jan. 2001. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Elizabeth\\_Wood16/publication/241193889\\_Collection\\_of\\_Coral\\_Reef\\_Fish\\_for\\_Aquaria\\_Global\\_Trade\\_Conservation\\_Issues\\_and\\_Management\\_Strategies/links/575053da08ae5c7e547a90fe/](https://www.researchgate.net/profile/Elizabeth_Wood16/publication/241193889_Collection_of_Coral_Reef_Fish_for_Aquaria_Global_Trade_Conservation_Issues_and_Management_Strategies/links/575053da08ae5c7e547a90fe/). Acesso em: 28 ago. 2020.
- ZHANG, D.; LIN, J.; CRESWELL, R. L. Effects of food and temperature on survival and development in the peppermint shrimp *Lysmata wurdemanni*. **Journal of the World Aquaculture Society**, [s.l.], v. 29, n. 4, p. 471-476, abr. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1998.tb00671.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1749-7345.1998.tb00671.x>. Acesso em: 26 set. 2020.

**PROTEASES ALCALINAS RELACIONADAS À IDADE E AO PROTOCOLO  
ALIMENTAR NO CULTIVO DO NEON GOBI ELACATINUS FIGARO  
(PERCIFORMES: GOBIIDAE)**

Mônica Yumi Tsuzuki<sup>1</sup>; Juliet Kiyoko Sugai<sup>2</sup>; Maria Fernanda da Silva Souza<sup>3</sup>.

**RESUMO**

O neon *Gobi Elacatinus figaro* é um peixe limpador, muito importante para a manutenção do equilíbrio e da saúde dos peixes nos ecossistemas recifais e de interesse para o comércio da aquarofilia. Endêmico do Brasil, mas encontrado em muitos aquários em todo o mundo, é considerado com alto risco de extinção na natureza. Para o entendimento do potencial digestivo da espécie, a atividade específica de proteases alcalinas totais foi determinada, por hidrólise da azocaseína, em diferentes idades (3, 22, 41 e 180 dias após a eclosão-DAE). Esta atividade foi similar e baixa (média de  $2,9 \pm 0,5$  mU por mg de proteína) durante as três primeiras idades, com um aumento apenas aos 180 DAE ( $240,0 \pm 130$  mU por mg proteína). A atividade desta enzima também foi determinada nos alimentos vivos fornecidos às larvas de neon, para avaliar possíveis contribuições de proteases exógenas. A contribuição exógena de proteases alcalinas dos rotíferos encontrados nas larvas de 3 DAH foi de 2%, enquanto a da *Artemia* em larvas de 22 DAE foi de 11%. Nos peixes, a atividade individual de proteases alcalinas como mU larva-1 mostrou uma relação direta com o crescimento da espécie. A atividade de proteases alcalinas do neon gobi adulto foi semelhante à encontrada em peixes onívoros adultos. Essas informações ajudarão a estabelecer protocolos de alimentação mais adequados para a produção dessa espécie em cativeiro.

**Palavras-chave:** Proteases alcalinas digestivas. Peixe ornamental. Alimento vivo. Hábito alimentar.

**ABSTRACT**

The barber goby *Elacatinus figaro* is a cleaner fish, very important for the maintenance of the equilibrium and health of fish in reef ecosystems, and of interest to the aquarium trade. Endemic to Brazil, but found in many aquariums worldwide, it is now considered to be facing a high risk of extinction in the wild. This study aimed to quantify the alkaline proteases digestive activity during four main life stages (3, 22, 41 and 180 DAH-Days After Hatching) of the barber goby. The specific activity of total alkaline protease was similar and low (average of  $2.9 \pm 0.5$  mU  $\text{mg}^{-1}$  protein) during the first three ages, with an increase at 180 DAH ( $240.0 \pm 130$  mU  $\text{mg}^{-1}$  protein). The activity of alkaline proteases was determined in the live food to assess possible contributions of exogenous proteases. The exogenous alkaline proteases contribution by rotifers in

<sup>1</sup> Doutora em "Aquatic Biosciences" pela Tokyo University of Marine Science and Technology. Professora do Departamento de Aqüicultura da Universidade Federal de Santa Catarina. <http://lattes.cnpq.br/8686019355597417>. [monica.tsuzuki@ufsc.br](mailto:monica.tsuzuki@ufsc.br)

<sup>2</sup> Doutora em Ciências pela Universidade Federal do Paraná. Professora do Departamento de Bioquímica, Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina. <http://lattes.cnpq.br/8220935957265890>. [juliet.sugai@ufsc.br](mailto:juliet.sugai@ufsc.br) / [julietsugai@gmail.com](mailto:julietsugai@gmail.com)

<sup>3</sup> Mestre em Aqüicultura Universidade Estadual de Santa Catarina. <http://lattes.cnpq.br/9068164222339137>. [nana.ssouza@hotmail.com](mailto:nana.ssouza@hotmail.com)

larvae of 3 DAH was 2%, while by *Artemia*, in 22 DAH larvae, was 11%. In fish, the individual activity of alkaline proteases as  $\text{mU larva}^{-1}$  showed a direct relationship with growth of the species. The alkaline proteases activity of adult barber goby was similar to that found in adult omnivorous fishes. This information will help establishing an adequate feeding protocol for the production of this endangered species in captivity.

**Keywords:** Digestive alkaline proteases. Ornamental fish. Live food. Feeding habit.

## INTRODUÇÃO

O neon gobi *Elacatinus figaro* é um peixe ornamental marinho endêmico do litoral brasileiro, ocorrendo dos estados do Ceará ao de Santa Catarina (CARVALHO-FILHO, 1999), muito popular no comércio da aquariorfilia devido ao seu pequeno tamanho, coloração preta com duas faixas amarelas brilhantes no dorso, comportamento ativo e rusticidade (SAZIMA *et al.*, 1999). Reconhecido como um peixe limpador (SAZIMA *et al.*, 1997), apresenta um papel importante em ambientes de recifes e aquários, removendo ectoparasitas, tecidos lesionados, muco e escamas da superfície corporal de outros peixes (SOUZA *et al.*, 2014). Esse comportamento é importante para a manutenção do equilíbrio e da saúde dos peixes nos ecossistemas de recifes (DELOACH, 1999; CAMPOS; SÁ-OLIVEIRA, 2011).

Devido à coleta intensiva, o neon gobi foi incluído em 2004 na lista de espécies ameaçadas de extinção, portanto, sua captura e comercialização foram proibidas pelo Ministério do Meio Ambiente do Brasil através da Instrução Normativa nº 5, de 21 de maio de 2004 (BRASIL, 2004).

A criação intensiva de peixes marinhos ornamentais, especialmente os ameaçados, pode ser uma das medidas para minimizar a pressão sobre os estoques naturais, sendo considerada como uma importante ferramenta para fornecer, especialmente para o mercado da aquariorfilia, animais de origem legal e sustentável.

Entre as questões prioritárias para a produção desses peixes estão o conhecimento dos requisitos nutricionais e a determinação de protocolos de manejo alimentar mais adequados (PEZZATO, 1997, AVELLA *et al.*, 2007).

A identificação, a quantificação e as alterações no perfil da atividade das enzimas digestivas durante a ontogenia podem trazer informações valiosas sobre o estado nutricional das larvas, bem como servir para o estabelecimento do momento mais apropriado para conduzir a transição alimentar, auxiliar na escolha de ingredientes apropriados e no desenvolvimento de estratégias alimentares adequadas

na larvicultura, com base na capacidade digestiva do peixe (KUZ'MINA, 1996; GALVÃO *et al.*, 1997; FERNÁNDEZ *et al.*, 2001; CARA *et al.*, 2003).

A proteína é o nutriente encontrado em maiores quantidades nas dietas para larvas (OLIVA-TELES *et al.*, 2020) e, portanto, um número significativo de estudos tem sido direcionado para a caracterização da atividade enzimática das proteases (HOFER, 1982; FERNÁNDEZ *et al.* 2001). A exigência deste nutriente para um crescimento máximo em larvas e juvenis de peixes teleósteos é quase duas vezes maior do que para animais adultos. Apesar disto, a exigência dietética de proteína em peixes tem sido estimada para juvenis e animais na fase de engorda, e pouca informação encontra-se disponível para larvas (OLIVA-TELES *et al.*, 2020).

Nas fases iniciais da vida, sem estômago funcional, a digestão dos alimentos ingeridos ocorre no intestino larval, onde o pH permanece alcalino e a atividade proteolítica é realizada principalmente por proteases alcalinas (WALFORD; LAM, 1993). Alguns autores sugerem que as larvas de peixes podem utilizar as enzimas existentes nos alimentos vivos, o que facilita o processo de digestão nas larvas até que seu sistema digestivo esteja totalmente desenvolvido, diferenciado e funcional (LAUFF; HOFER, 1984; GALVÃO *et al.*, 1997). Portanto, é importante estudar a atividade de enzimas digestivas em alimentos vivos, utilizados durante a larvicultura, em paralelo à atividade enzimática em larvas cultivadas (DABROWSKI, 1984).

Como os alimentos são fonte de energia e nutrientes para o crescimento e o desenvolvimento das larvas, o protocolo de alimentação exerce forte influência sobre o desenvolvimento, o potencial digestivo e a assimilação de nutrientes nas larvas de peixes (GUERREIRO *et al.*, 2010). De acordo com estudos preliminares com o neon gobi, o suprimento precoce de um alimento vivo adequado ou inadequado pode alterar a digestão e a utilização de alimentos, afetando a sobrevivência e o crescimento larval (CÔRTEZ; TSUZUKI, 2012).

Assim, este estudo teve como objetivo quantificar a atividade de proteases alcalinas totais durante quatro estágios importante de vida (3, 22, 41, 180 Dias Após a Eclosão-DAE) do neon gobi, considerando as diferentes dietas que compõem o protocolo de alimentação da espécie. A atividade das proteases alcalinas foi determinada no alimento vivo e no peixe para avaliar possíveis contribuições das proteases exógenas dos alimentos vivos. Essas informações ajudarão a estabelecer melhores protocolos de alimentação para a produção em cativeiro dessa espécie “Vulnerável” na Lista de Espécies Ameaçadas da Fauna Brasileira.



## MATERIAIS E MÉTODOS

### Origem do peixe e condições de manutenção dos reprodutores

As etapas de reprodução e larvicultura foram conduzidas no Laboratório de Peixes e Ornamentais Marinhos (LAPOM), e a enzimologia realizada no Laboratório de Enzimologia Aplicada, ambas da Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. Foram utilizados dois casais de reprodutores selvagens de *E. figaro*, nativos do Espírito Santo, Brasil e capturados com permissão para atividades com finalidade científica (SISBIO Número: 22051-2).

O manejo dos reprodutores foi realizado conforme descrito por MEIRELLES *et al.* (2009). A temperatura foi mantida em  $26 \pm 2$  °C (média  $\pm$  desvio padrão), salinidade em  $28 \pm 3$  g L<sup>-1</sup>, pH da água em  $7,9 \pm 0,2$  e amônia não ionizada em  $0,03 \pm 0,06$  mg L<sup>-1</sup>. O fotoperíodo foi mantido em 14 horas de luz.

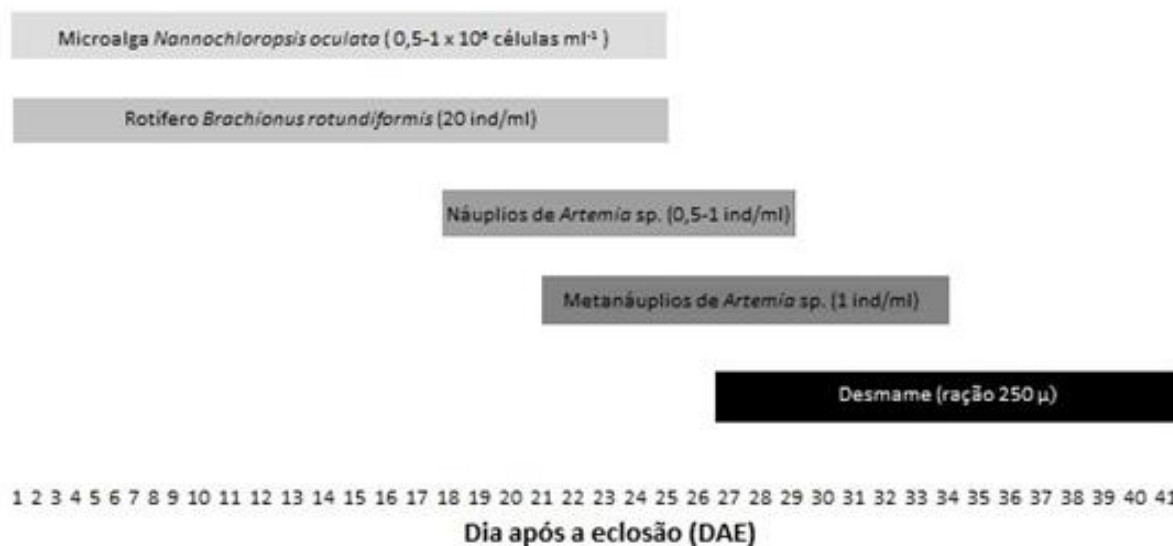
Os reprodutores foram alimentados até a saciedade aparente duas vezes ao dia (manhã e tarde) com uma dieta variada, composta por dietas comerciais para peixes ornamentais marinhos MarineTetra (TETRA, Melle, Osnabrück, Alemanha) e TetraVeggie (TETRA, Melle, Osnabrück, Alemanha), peixes marinhos dieta de desmame NRD (INVE Technologies, Bélgica), *Artemia* sp. enriquecida com emulsão comercial de ácidos graxos (DHA Selco-INVE Technologies, Dendermonde, Bélgica), além de mariscos picados, lulas, peixes e camarões. A sifonagem do fundo dos tanques foi realizada após as refeições. Todos os dias, a desova de cada casal era verificada, observando-se o tubo de PVC usado como substrato para a desova e, portanto, o dia anterior à eclosão foi calculado para transferir os ovos para tanques de 40L para incubação/larvicultura com as mesmas condições físicas e químicas da água dos tanques onde estavam os reprodutores.

### Quantificação da atividade da protease alcalina de neon gobi em diferentes idades

Neste experimento, o protocolo de alimentação de *E. figaro* foi baseado no descrito por MEIRELLES *et al.* (2009) e CÔRTES;TSUZUKI (2012), onde o suprimento de *Artemia* inicia aos 18 DAE (dias após eclosão) (Fig. 1). Após a eclosão, as larvas foram mantidas em aquários na densidade de 5 larvas L<sup>-1</sup>, com a adição de microalgas *Nannochloropsis oculata* na concentração de  $0,5-1,0 \times 10^6$  células mL<sup>-1</sup>.

Aos 90 DAE, a dieta de desmame foi substituída por uma dieta de crescimento (dieta 2, citada no texto abaixo).

Figura 1 - Protocolo alimentar da larvicultura do neon gobi *Elacatinus fíguro*



Fonte: MEIRELLES *et al.* (2009)

Rotíferos *Brachionus* sp. (comprimento de lórica de 100 a 180 µm), náuplios e metanáuplios de *Artemia* sp. foram utilizados como descrito por MEIRELLES *et al.* (2009). Os rotíferos foram cultivados na salinidade de 25 g L<sup>-1</sup>, a 26°C, com microalgas *Nannochloropsis oculata* (10<sup>4</sup>-10<sup>5</sup> células por indivíduo). Os cistos de náuplios de *Artemia* (INVE Technologies, Dendermonde, Bélgica) foram incubados a 29°C e com salinidade de 35 g L<sup>-1</sup>. Os metanáuplios de *Artemia* foram mantidos nas mesmas condições e, após a eclosão, foram enriquecidos com ácido docosahexaenóico (DHA) Selco (INVE Technologies, Dendermonde, Bélgica), 24 horas antes da eclosão das larvas. Dietas secas foram utilizadas para desmame (Dieta 1: proteína bruta 52%, lipídios 12%, cinza 15%, Otohime TDO-A 250 µm, Reed Mariculture, Califórnia, EUA) e manutenção (a partir dos 90 DAE - Dieta 2: proteína bruta 55%, lipídeo 9%, cinza 19%, NRD 500-800 µm, Inve, Dendermonde, Bélgica) de peixes.

### **Amostragem dos animais**

Os peixes foram amostrados em quatro estágios de desenvolvimento (3, 22, 41, 180 DAE), compreendendo diferentes dietas ao longo do cultivo em cativeiro. Assim, foram amostrados dois estágios larvais, um aos 3 DAE (larvas alimentadas com rotífero), outro aos 22 DAE (quando *Artemia* foi oferecida), depois aos 41 DAE

(estágio juvenil alimentado com dietas de desmame) e no estágio adulto (180 DAE-alimentado com uma dieta de manutenção).

Em cada idade amostral, os peixes foram capturados e imediatamente imersos em água gelada, onde foram sacrificados através de choque térmico. Em seguida, foram secos com uma toalha de papel, medidos com auxílio de um paquímetro (precisão de 1 mm) e pesados em balança analítica (precisão de 0,00001 g). Por fim, foram devidamente embalados em papel alumínio e armazenados a  $-18^{\circ}\text{C}$  para determinar a atividade das proteases alcalinas totais.

Cada amostra de idade foi testada em triplicata (amostras de três unidades experimentais), onde o número de animais amostrados em cada réplica variou de acordo com a idade da amostra, sendo determinado de acordo com o peso médio individual. Durante 3 DAE, 100 larvas com  $0,001 \pm 0,0007\text{g}$  foram utilizadas por réplica em cada amostra; para 22 DAE, foram utilizadas 20 larvas com  $0,005 \pm 0,0005\text{g}$ ; para 41 DAE, foram utilizados 10 juvenis com  $0,023 \pm 0,0004\text{g}$  e, para 180 DAE, foram utilizados 3 adultos com  $0,395 \pm 0,1358\text{g}$ .

Para obter os homogenatos para a determinação enzimática, um “pool” de larvas inteiras foi utilizado aos 3 e 22 DAE devido ao pequeno tamanho larval. Nos animais com 41 DAE, a cauda e a cabeça foram desprezadas, enquanto os animais com 180 DAE foram dissecados individualmente em gelo e o trato digestivo foi removido.

Amostras de quantidades conhecidas de rotíferos e *Artemia* foram coletadas separadamente, de acordo com o protocolo descrito por GAWLICKA *et al.* (2000) e sifonados sobre uma malha de 60 e 80  $\mu\text{m}$ , respectivamente. A malha com a amostra foi imediatamente submersa em água gelada e seca com papel toalha. Por fim, o conteúdo retido foi dividido em três partes (100.000 náuplios de *Artemia* por réplica e 715.000 rotíferos por réplica) e congelado para posterior determinação enzimática, mencionada abaixo.

### **Obtenção do extrato enzimático**

Cada réplica de amostras foi homogeneizada individualmente em água destilada gelada na proporção de 1:5, 1:8,5, 1:6 e 1:10 (tecido: água destilada, p:v) para animais de 3, 22, 41 e 180 DAE, respectivamente, e 1:5 e 1:0,5 para rotíferos e *Artemia*, respectivamente, através de um homogeneizador van Potter por 2,5 minutos

(5 agitações de 30 segundos com intervalos de cerca de 5 minutos para o resfriamento). A seguir, as amostras foram centrifugadas (centrífuga EPPENDORF, Alemanha) a 15.550 x *g* por 15 minutos a 4°C. Os sobrenadantes foram utilizados como extrato enzimático para quantificar a atividade das proteases alcalinas.

### **Quantificação de proteínas e atividade de proteases alcalinas**

A quantificação de proteínas solúveis dos extratos enzimáticos foi realizada pelo método de BRADFORD (1976). As absorbâncias das amostras foram lidas em um espectrofotômetro (FEMTO 600, Brasil) usando albumina de soro bovino (BSA) (SIGMA-ALDRICH, Estados Unidos) como padrão.

A atividade das proteases alcalinas totais dos extratos foi medida segundo o método descrito por GARCIA-CARREÑO *et al.* (1997), através da hidrólise da azocaseína (Sigma Chemical Co, St Louis, Missouri, USA). A atividade enzimática foi estimada usando duas formas de expressão, como Unidade de enzima ( $U = [\text{Abs}_{366\text{nm}} (\text{Teste} - \text{Controle}) \text{ min}^{-1} \text{ mL}^{-1}]$ ) por mg proteína, ou seja, atividade específica, e como U por larva ou por juvenil, usando o número total de indivíduos em cada amostra homogeneizada.

Para determinar a contribuição da atividade das proteases alcalinas dos alimentos vivos no trato digestório das larvas de neon, foi aplicado o método descrito por APPLEBAUM; HOLT (2003). Primeiro, a atividade de proteases alcalinas de uma larva foi determinada expressando-a como atividade específica por larva de peixe, em larvas de 3 e 22 DAH. Posteriormente, a atividade de proteases alcalinas de alimentos vivos consumidos por uma larva foi determinada pela multiplicação do valor da atividade específica encontrada por um alimento vivo pelo número de alimentos vivos consumidos por uma larva. O número de alimentos vivos no trato digestório da larva de neon foi estimado pela diferença entre o número de presas oferecidas e o restante (residual) na água do cultivo, em um período de 24 horas, em cada unidade experimental, e, dividido pelo número de larvas presentes nesta unidade (KOTANI; FUSHIMI, 2011).

Finalmente, a contribuição da atividade de proteases alcalinas exógenas no trato digestório de uma larva de neon foi expressa em porcentagem, calculando-se:

*Contribuição da atividade de proteases alcalinas dos alimentos vivos em relação à atividade encontrada no trato digestório do peixe (%) = (a x 100) / b*

Onde: (a) = atividade específica de proteases alcalinas de alimentos vivos consumidos por uma larva; (b) = atividade específica de proteases alcalinas por uma larva de neon.

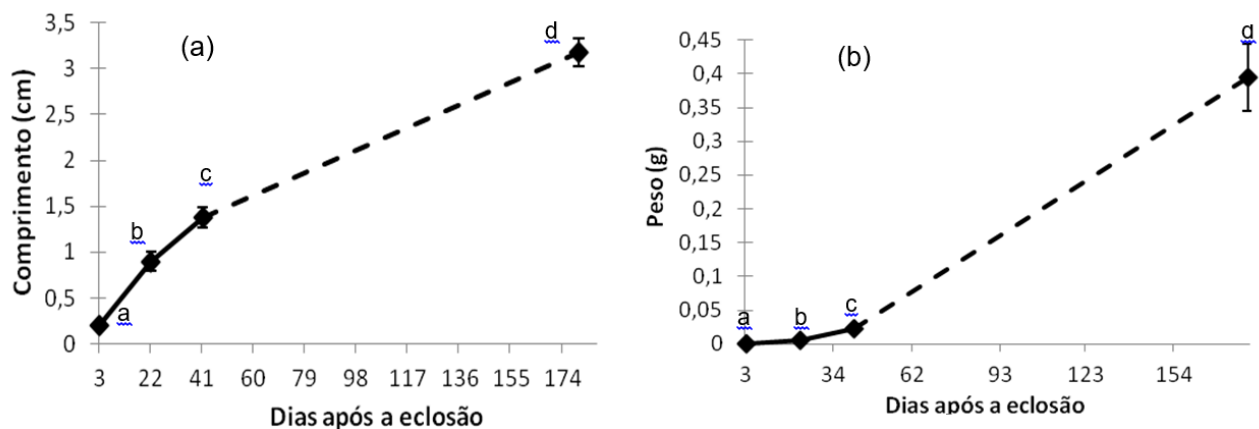
### Análise estatística

Os dados foram submetidos à uma análise de variância (ANOVA) com nível de significância de 5%. Quando presentes, as diferenças estatísticas foram medidas através do teste de Tukey. Os resultados foram apresentados como média±desvio padrão (DP).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O neon gobi *Elacatinus figaro* desde a fase larval até a adulta apresentou comprimento total variando de  $0,2\pm 0,0$  cm (3 DAE) a  $3,2\pm 0,1$  cm (180 DAE) (Fig. 2.a). Quanto ao peso corporal, houve um aumento de 395 vezes o seu peso inicial ( $0,001 + 0,0007$ g) durante o mesmo período (Fig. 2.b), apesar de ter sido observado um ganho de peso corporal lento até 41 DAE. Ao contrário, o aumento do comprimento total de neon desde 3 DAE até 180 DAE foi de 16 vezes. Os estudos mostram que os padrões de crescimento durante o desenvolvimento ontogenético variam com as espécies, e que essas diferenças não são causadas somente pelos protocolos de cultivo e de alimentação, mas, algumas estão sob controle de fatores genéticos (NAZEMROAYA *et al.*, 2015). Entretanto, um protocolo de alimentação adequado pode promover a um crescimento mais eficiente da espécie (NAZEMROAYA *et al.*, 2015; LIU *et al.*, 2020).

Figura 2 – Crescimento em comprimento médio (a) e em peso úmido médio (b) (média±DP; n=3-100) do neon gobi *Elacatinus figaro* durante o período experimental (as barras representam o desvio padrão). Letras diferentes indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ).



Fonte: LAPOM (2020)

A atividade de proteases alcalinas totais resulta da mistura de diferentes proteases secretadas pelo pâncreas para o lúmen intestinal, como tripsina, quimiotripsina, carboxipeptidases, principalmente, e, também da atividade de enzimas digestivas da parede intestinal, como as aminopeptidases.

O perfil das atividades específicas das proteases alcalinas totais, em função do desenvolvimento (DAE) de neon gobi, mostrou que nos três primeiros estágios amostrados não houve diferença estatística entre si (Tab. 1). Nas duas fases larvais (3 e 22 DAE), bem como no estágio juvenil (41 DAE), as atividades específicas detectadas foram, respectivamente,  $4\pm 1$  mU mg de proteína<sup>-1</sup>,  $2\pm 0,5$  mU mg de proteína<sup>-1</sup> e  $3\pm 0,3$  mU mg de proteína<sup>-1</sup>. Muitos autores sugerem que valores constantes ou mesmo decrescentes de uma atividade específica, durante os estágios iniciais do desenvolvimento do peixe, pode ser explicado pelo aumento progressivo na quantidade de outras proteínas solúveis nos extratos enzimáticos, pelo aparecimento de hormônios proteicos, ou mesmo de outras enzimas, além de proteínas da biomassa devido ao crescimento (uma vez que a atividade específica é expressa como mU mg de proteína<sup>-1</sup>), ao invés da redução da síntese enzimática, fato que não necessariamente reflete na perda da capacidade digestiva (ZAMBONINO INFANTE; CAHU, 2001; MA *et al.*, 2005; JIMENEZ-MARTINEZ *et al.*, 2012; AHUMADA-HERNÁNDEZ *et al.*, 2014; FRÍAS-QUINTANA *et al.*, 2019).

Em adultos com 180 DAE, a atividade específica das proteases alcalinas totais ( $240\pm 130$  mU mg de proteína<sup>-1</sup>) foi de 80 vezes maior e significativamente diferente ( $P < 0,05$ ) das médias das atividades específicas das três fases iniciais. Esta atividade em adultos de neon gobi é maior que a encontrada em peixes herbívoros adultos, tais como em “monkeyface prickleback” *Cebidichthys violaceus* (2 mU mg de proteína<sup>-1</sup>) (CHAN *et al.*, 2004) e em “machaca” *Brycon guatemalensis* (20 mU mg de proteína<sup>-1</sup>) (DREWE *et al.*, 2004), mas, menor que a observada em peixes carnívoros adultos, como em truta arco-iris *Oncorhynchus mykiss* (800 to 1000 mU mg de proteína<sup>-1</sup>) (HIDALGO *et al.*, 1999) e em “spotted goatfish” *Pseudupeneus maculatus* (900 mU mg de proteína<sup>-1</sup>) (SOUZA *et al.*, 2007).

Conforme GERMAN *et al.* (2004), os peixes herbívoros possuem pouca atividade de proteases porque a produção de grandes quantidades desta enzima pode ser metabolicamente e energeticamente dispendiosa, considerando que estes peixes ingerem baixas quantidades de substratos (proteínas) para a atividade destas

enzimas. Ao contrário, os peixes carnívoros apresentam alta atividade de proteases, pois estes peixes necessitam digerir suas dietas contendo alto conteúdo proteico.

Comparando a atividade desta enzima encontrada em adulto de neon gobi com a de peixes onívoros, pode-se reportar que foi similar, tal como em carpa comum *Cyprinus carpio* (300 mU mg de proteína<sup>-1</sup>) (CHAKRABARTI *et al.*, 1995), e, em “tench” *Tinca tinca* (280 to 400 mU mg de proteína<sup>-1</sup>) (HIDALGO *et al.*, 1999). Este fato está em concordância com a alimentação preferencial do neon gobi na natureza, pois esta espécie alimenta-se em diferentes níveis tróficos, sendo considerado um peixe limpador, consumindo ectoparasitas, tecidos e mucos da superfície de corpos de outros peixes (SAZIMA *et al.*, 2000), e pode-se tornar oportunista na ausência de clientes que procuram alimentos não derivados de atividades de limpeza (ARAÚJO *et al.* 2004). Em laboratório, também é observada alimentação de *E. figaro* com a macroalga nori seca (*Porphyra* sp.) (M.Y. Tsuzuki, observação pessoal).

Não obstante, na literatura, os hábitos alimentares do gênero *Elacatinus* tem diferentes definições, sendo classificado como “alimentadores de ectoparasitas” (RANDALL *et al.*, 1967), alimentadores móveis de invertebrados (mobile invertebrate feeders/MIF) (MENDONÇA-NETO, 2008), ou, até carnívoros que sobrevivem alimentando de pequenos invertebrados bentônicos (SAZIMA *et al.* 1997).

Tabela 1. Atividade específica e individual de protease alcalina totais (média±DP) em neon gobi em diferentes idades

Idade (DAE)	3	22	41	180
Atividade específica (mU mg <sup>-1</sup> proteína)	4.0±1.0 <sup>a</sup>	2.0±0.5 <sup>a</sup>	3.0±0.3 <sup>a</sup>	240±130.0 <sup>b</sup>
Atividade individual (mU larva <sup>-1</sup> ou mU juvenil <sup>-1</sup> )	0,062 ±0,002 <sup>a</sup>	0,203 ±0,002 <sup>b</sup>	0,554 ±0,066 <sup>c</sup>	NA

DAE: dias após eclusão.

Diferentes letras na mesma linha indicam diferenças significativas (P<0,05).

NA: não se aplica.

Fonte: LAPOM (2020)

Tanto a atividade específica de proteases alcalinas como a atividade individual mostraram uma direta relação com o crescimento de neon gobi. As larvas apresentaram um aumento da atividade de protease alcalina a partir de 3 DAE (0,062±0,002 mU larva<sup>-1</sup>) até 22 DAE (0,203±0,002 mU larva<sup>-1</sup>), continuando na fase juvenil (41 DAE) com (0,554±0,066 mU juvenil<sup>-1</sup>) (Tab. 1). Resultados similares, mostrando a mesma tendência de aumento de atividade enzimática com o crescimento larval, foram reportados para “spotted sand bass” *Paralabrax*

*maculatofasciatus* (ALVAREZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2008), robalo-flecha *Centropomus undecimalis* (JIMENEZ-MARTINEZ *et al.*, 2012), “yellowtail snapper” *Ocyurus chrysurus* (AHUMADA-HERNÁNDEZ *et al.*, 2014), “black Amur bream” *Megalobrama terminalis* (LIU *et al.*, 2020), bem como para o peixe-rei *Odontesthes bonariensis* ao longo da ontogenia (PÉREZ-SIRKIN *et al.*, 2020).

A contribuição da atividade da protease alcalina total dos alimentos vivos (rotíferos e *Artemia*) consumidos pelas larvas de neon gobi, em 3 e 21 DAE, foi de 2% e 11%, respectivamente (Tab. 2), sugerindo que estas enzimas exógenas não contribuíram significativamente para a atividade enzimática total destas larvas. Similarmente, GAWLICKA *et al.* (2000) obtiveram valores de proteases de *Artemia* que representaram 2-10% da atividade enzimática das larvas do halibut-do-Atlântico *Hippoglossus hippoglossus*, e, ALVAREZ-GONZÁLEZ *et al.* (2008) mostraram que a contribuição de proteases da *Artemia* é baixa para larvas do “spotted sand bass”.

A contribuição do alimento vivo provavelmente se dá de forma indireta, pela ativação de zimógenos no intestino larval, pela indução do aumento da secreção de tripsina endógena, ou seja, estimulando a secreção de enzimas do próprio peixe (PÉRES *et al.*, 1998; KOLKOVSKI, 2001; CARA *et al.*, 2007; JIMENEZ-MARTINEZ *et al.*, 2012), possivelmente, como observado para neon gobi.

Tabela 2 – Diferença entre as atividades enzimáticas do neon gobi *Elacatinus fígaro* com 3 e 22 Dias Após a Eclosão (DAE) e respectivos alimentos vivos (rotífero e *Artemia*)

Neon gobi	Atividade específica de 1 larva (mU larva <sup>-1</sup> )	Alimento vivo	Atividade específica do alimento vivo consumido (mU larva <sup>-1</sup> )	Contribuição alimento vivo em larva de neon (%)
3 DAE	0,062	Rotífero	1,39.10 <sup>-3</sup>	2
22 DAE	0,203	<i>Artemia</i>	0,024	11

Fonte: LAPOM (2020)

De acordo com ALVAREZ-GONZÁLEZ *et al.* (2008), as larvas possuem o seu próprio equipamento enzimático programado geneticamente, e, portanto, não dependem da atividade de enzimas exógenas. Este fato é confirmado por outros



estudos que demonstraram a habilidade das larvas de peixes em produzir a maioria de suas enzimas digestivas no início ou próximo da primeira alimentação confirmando que a contribuição exógena pode ser pequena, ou, mesmo irrisória (KUROKAWA *et al.*, 1998; KIM *et al.*, 2001).

O presente estudo demonstrou que neon gobi recém nascido (3 DAE, com saco vitelínico quase completamente reabsorvido) já mostrou atividade de protease alcalina (Tab. 1). De acordo com BARAGI; LOVELL (1986), a detecção precoce de enzimas digestivas antes ou durante a transição da alimentação endógena para a exógena não é incomum. De fato, é conhecida que a tripsina, uma proteinase alcalina, ativa outros zimógenos pancreáticos, e, portanto, é comum esta enzima ser detectada mesmo antes da abertura da boca (ZAMBONINO INFANTE; CAHU, 2001; JIMENEZ-MARTINEZ *et al.*, 2012). Segundo LAZO *et al.* (2000), larvas de peixes são capazes de digerir presas complexas em suas primeiras alimentações, através de proteases endógenas.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo, através da quantificação da atividade de proteases alcalinas, durante os quatro principais estágios de desenvolvimento (3, 22, 41 e 180 DAE) de neon gobi, mostram que esta espécie é capaz de digerir e absorver proteínas de rações contendo alimentos vivos e de dietas formuladas, desde o início da sua fase larval (3DAE), com baixa contribuição de proteases alcalinas presentes nos alimentos vivos, rotíferos e *Artemia*, oferecidos durante a larvicultura. Desta maneira, o conhecimento do perfil da atividade de proteases alcalinas é uma ferramenta que poderá auxiliar no estabelecimento de um protocolo de alimentação mais adequado para a produção de *Elacatinus figaro*.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos para M.F.S.S. e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa para M.Y.T.

## REFERÊNCIAS

- AHUMADA-HERNÁNDEZ, R.I.; ALVAREZ-GONZÁLEZ, C.A.; GUERRERO-ZARATE, R.; MARTINEZ-GARCIA, R.; COOP, S.C.; SÁNCHEZ-ZAMORA, A.; GAXIOLA, G.; PALOMINO-ALBARRÁN, I.G.; TOVAR-RAMÍREZ, D.; GISBERT, E. Changes of digestive enzymatic activity on yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus*) during initial ontogeny. **International Journal of Biology**, [s.l.], v.6, n.4, p.110-118, 2014. Disponível em: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ijb/article/view/38756>. Acesso em: 15 out. 2020.
- ALVAREZ-GONZÁLEZ, C.A.; MOYANO-LÓPEZ, F.J.; CIVERA-CERECEDO, R.; CARRASCO-CHÁVEZ, V.; ORTIZ-GALINDO, J.L.; DUNAS, S. Development of digestive enzyme activity in larvae of spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus*. 1. Biochemical analysis. **Fish Physiology and Biochemistry**, Dordrecht, v.34, n.4, p.373-384, 2008. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10695-007-9197-7>. Acesso em: 15 out. 2020.
- APPLEBAUM, S.L.; HOLT, G.J. The digestive protease, chymotrypsin, as an indicator of nutritional condition in larval red drum (*Sciaenops ocellatus*). **Marine Biology**, New York, v.142, n.6, p.1159-1167, 2003. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00227-003-1041-8>. Acesso em: 15 out 2020.
- ARAÚJO, M.E.de; PAIVA, A.C.G. de; MATTOS, R.M.G. de. Predação de ovos de *Abudefduf saxatilis* (Pomacentridae) por *Elacatinus figaro* em poças de maré, Serrambi, Pernambuco. **Tropical Oceanography**, Pernambuco, v.32, n.2, p.135-142, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.5914/tropocean.v32i2.8022>. Acesso em: 23 out 2020.
- AVELLA, M.A.; OLIVOTTO, I.; GIOACCHINI, G.; MARADONNA, F.; CARNEVALI, O. The role of fatty acids enrichments in the larviculture of false percula clownfish *Amphiprion ocellaris*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.273, p.87-95, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.09.032>. Acesso em: 15 out. 2020.
- BARAGI, V.; LOVELL, R.T. Digestive enzyme activities in striped bass from first feeding through larva development. **Transactions of the American Fishery Society**, Bethesda, v.115, n.3, p.478-484, 1986. Disponível em: [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1986\)115<478:DEAISB>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1986)115<478:DEAISB>2.0.CO;2). Acesso em: 15 out. 2020.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, [s.l.], v.72, n.1-2, p.248-254, 1976. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3). Acesso em 15 out. 2020.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução normativa nº005, de 21 de maio de 2004**, 2004. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/estruturas/179/\\_arquivos/179\\_05122008033927.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033927.pdf). Acesso em: 10 ago. 2020.

CAMPOS, C.E.C.; SÁ-OLIVEIRA, J.C. Cleaning activity and fish clients of *Elacatinus figaro* (Pisces: Gobiidae) on coral reefs of Parrachos de Muriú, Northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v.11, n.1, p.47-51, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000100004> . Acesso em: 15 out. 2020.

CARA, B.; MOYANO, F.-J.; CÁRDENAS, S.; FERNÁNDEZ-DÍAZ, C.; YÚFERA, M. 2003. Assessment of digestive enzyme activities during larval development of white bream. **Journal of Fish Biology**, Oxford, v.63, n.1, p.48-58, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1095-8649.2003.00120.x>. Acesso em: 15 out. 2020.

CARA, B.; MOYANO, F.-J.; ZAMBONINO, J.L.; FAUVEL, C. Trypsin and chymotrypsin as indicators of nutritional status of post-weaned sea bass larvae. **Journal of Fish Biology**, Oxford, v.70, n.6, p.1798-1808, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01457.x>. Acesso em 15 out. 2020.

CARVALHO-FILHO, A. **Peixes: costa brasileira**. Editora Melro Ltda, São Paulo, 320 pp., 1999.

CHAKRABARTI, I., Md. A. GANI; CHAKI, K.K.; R. SUR; K.K. MISRA. Digestive enzymes in 11 freshwater teleost fish species in relation to food habit and niche segregation. **Comparative Biochemistry and Physiology. Part A: Physiology**, Oxford, v.112, n.1, p.167-177, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(95\)00072-F](https://doi.org/10.1016/0300-9629(95)00072-F). Acesso em: 15 out 2020.

CHAN, A.S.; HORN, M.H.; DICKSON, K.A.; GAWLICKA, A. Digestive enzyme activities in carnivores and herbivores: comparisons among four closely related prickleback fishes (Teleostei: Stichaeidae) from a California rocky intertidal habitat. **Journal of Fish Biology**, Oxford, v.65, n.3, p.848-858, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2004.00495.x>. Acesso em: 15 out 2020.

CÔRTEZ, G.de F.; TSUZUKI, M.Y. Effect of different live food on survival and growth of first feeding barber goby, *Elacatinus figaro* (Sazima, Moura & Rosa 1997) larvae. **Aquaculture Research**, Oxford, v.43, n.6, p.831-834, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02896.x>. Acesso em 15 out 2020.

DABROWSKI, K. The feeding of fish larvae: present state of the art and perspectives. **Reproduction Nutrition Development**, [s.l.], v.24, p.807-833, 1984. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00898228>. Acesso em 15 out 2020.

DELOACH, N. **Reef fish behavior: Florida, Caribbean, Bahamas**. Verona: New World Publications, 1999. 359 pp.

DREWE, K.E.; HORN, M. H.; DICKSON, K.A.; GAWLICKA, A. 2004. Insectivore to frugivore: ontogenetic changes in gut morphology and digestive enzyme activity in the characid fish *Brycon guatemalensis* from Costa Rican rain forest streams. **Journal of Fish Biology**, Oxford, v.64, n.4, p.890-902, 2004. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1095-8649.2004.0357.x>. Acesso em 23 out 2020.

FERNÁNDEZ, I.; MOYANO, F.J.; DÍAZ, M.; T. MARTÍNEZ. Characterization of  $\alpha$ -amylase activity in five species of Mediterranean sparid fishes (Sparidae, Teleostei). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v.262, n.1, p.1-12, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(01\)00228-3](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(01)00228-3). Acesso em 23 out 2020.

FRÍAS-QUINTANA, C.A.; ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, C.A.; GUERRERO-ZÁRATE, R.; VALVERDE-CHAVARRÍA, S.; ULLOA-ROJAS, J.B. Changes in digestive enzymes activities during the initial ontogeny of wolf cichlid, *Parachromis dovii* (Perciformes: Cichlidae). **Neotropical Ichthyology**, Maringá, v.17, n.1, p.e180161, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20180161>

GALVÃO, M.S.N.; YAMANAKA, N.; FENERICH-VERANI, N.; PIMENTEL, C.M.M. Estudos preliminares sobre enzimas digestivas proteolíticas da tainha *Mugil platanus* Gunther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) durante as fases larval e juvenil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.24, p.101-110, 1997.

GARCIA-CARREÑO, F., NAVARRETE DEL TORO, M.de los A.; BRAUER, J.M.E. Digestive shrimp proteases for evaluation of protein digestibility in vitro. I: effect of protease inhibition in protein ingredients. **Journal of Marine Biotechnology**, [s.l.] v.5, n.1, p.36-40, 1997.

GAWLICKA, A.; PARENT, B.; HORN, M.H.; ROSS, N.; OPSTAD, I.; TORRISSEN, O.J. Activity of digestive enzymes in yolk-sac larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*): indication of readiness for first feeding. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 184, n.3-4, p.303–314, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00322-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00322-1). Acesso em 23 out 2020.

GERMAN, D.P.; HORN, M.H.; GAWLICKA, A. Digestive enzyme activities in herbivorous and carnivorous prickleback fishes (Teleostei: Stichaeidae): ontogenetic, dietary, and phylogenetic effects. **Physiological and Biochemical Zoology**, Chicago, v.77, n.5, p.789-804, 2004. Disponível em: DOI: 10.1086/422228. Acesso em 23 out 2020.

GUERREIRO, I.; VAREILLES, M.de; POUSÃO-FERREIRA, P.; RODRIGUES, V.; DINIS, M.T.; RIBEIRO, L. Effect of age-at-weaning on digestive capacity of white seabream (*Diplodus sargus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.300, p.194-205, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.11.019>. Acesso em 23 out 2020.

HIDALGO, M.C.; UREA, E.; SANZ, A. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. **Aquaculture**, Amsterdam, v.170, n.3-4, p.267-283, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00413-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00413-X). Acesso em 23 out 2020.

HOFER, R. Protein digestion and proteolytic activity in the digestive tract of an omnivorous cyprinid. **Comparative Biochemistry and Physiology. Part. A: Physiology**, Oxford, v.72, n.1, p.55-63, 1982. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(82\)90010-X](https://doi.org/10.1016/0300-9629(82)90010-X). Acesso em 23 out 2020.

JIMÉNEZ-MARTÍNEZ, L.D.; ALVAREZ-GONZÁLEZ, C.A.; TOVAR-RAMÍREZ, D.; GAXIOLA, G.; SANCHEZ-ZAMORA, A.; MOYANO, F.J.; ALARCÓN, F.J.; MÁRQUEZ-COUTURIER, G.; GISBERT, E.; CONTRERAS-SÁNCHEZ, W.M.; GARCIA, N.P.; RODRIGUEZ, L.A.; INDY, J.R.; PARAMO, S.; PALOMINO-ALBARRÁN, I.G. Digestive enzyme activities during early ontogeny in Common snook (*Centropomus undecimalis*). **Fish Physiology and Biochemistry**, Amsterdam, v.38, n.2, p.441-454, 2012. Disponível em: DOI: 10.1007/s10695-011-9525-9. Acesso em 23 out 2020.

KIM, G. K.; DIVAKARAN, S.; BROWN, C.L.; OSTROWSKI, A.C. Comparative digestive enzyme ontogeny in two marine larval fishes: Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*) and bluefin trevally (*Caranx melampygus*). **Fish Physiology and Biochemistry**, Amsterdam, v.24, n.3, p.225-241, 2001. Disponível em: DOI: 10.1023/A:1014054431627. Acesso em 23 out 2020.

KOLKOVSKI, S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles—implications and applications to formulated diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v.200, n.1-2, p. 181–201, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00700-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00700-1). Acesso em 23 out 2020.

KOTANI, T.; FUSHIMI, H. Determination of appropriate feeding schedules from diel feeding rhythms in finfish larviculture. **Aquaculture**, Amsterdam, v.315, n.1-2, p.104-113, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.10.032>. Acesso em 23 out 2020.

KUROKAWA, T.; SHIRAISHI, M.; SUZUKI, T. Quantification of exogenous protease derived of zooplankton in the intestine of Japanese sardine (*Sardinops melanoticus*) larvae. **Aquaculture**, Amsterdam, v.161, n.3-4, p.491-499, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(97\)00296-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00296-2). Acesso em 23 out 2020.

KUZ'MINA, V.V. Influence of age on digestive enzyme activity in some freshwater teleosts. **Aquaculture**, Amsterdam, v.148, n.1, p.25-37, 1996. Disponível em: DOI:10.1016/S0044-8486(96)01370-1. Acesso em 23 out 2020.

LAUFF, M.; HOFER, R. Proteolytic enzymes in fish development and the importance of dietary enzymes. **Aquaculture**, Amsterdam, v.37, n.4, p.335-346, 1984. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(84\)90298-9](https://doi.org/10.1016/0044-8486(84)90298-9). Acesso em 23 out 2020.

LAZO, J.P.; HOLT, G.J.; ARNOLD, C.R. 2000. Ontogeny of pancreatic enzymes in larval red drum *Sciaenops ocellatus*. **Aquaculture Nutrition**, [s.l.], v.6, n.3, p.183-192. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2000.00124.x>. Acesso em 23 out 2020.

LIU, Y.; CHEN, W.; LI, Y.; LI, J.; LI, X. Growth and ontogenetic development of digestive functionality in black Amur bream (*Megalobrama terminalis*). **Aquaculture Research**, Oxford, v.51, n.7, p. 2629-3058, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/are.14697>. Acesso em 23 out 2020.

MA, H.; CAHU, C.; ZAMBONINO, J.; YU, H.; DUAN, Q.; LE GALL, M.; MAI, K. Activities of selected digestive enzymes during larval development of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.245, p.239-248, 2005.

Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.11.032>. Acesso em 23 out 2020.

MEIRELLES, M.E.; TSUZUKI, M.Y.; RIBEIRO, F.F.; MEDEIROS, R.C.; DINIZ, I. D. Reproduction, early development and larviculture of the barber goby, *Elacatinus figaro* (Sazima, Moura & Rosa 1997). **Aquaculture Research**, Oxford, v.41, n.1, p.11-18, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02295.x>. Acesso em 23 out 2020.

MENDONÇA-NETO, J.P.; FERREIRA, C.E.L.; CHAVES, L.C.T.; PEREIRA, R.C. Influence of *Palythoa caribaeorum* (Anthozoa, Cnidaria) zonation on site-attached reef fishes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.80, n.3, p.495-513, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652008000300010>. Acesso em 23 out 2020.

NAZEMROAYA, S.; YAZDANPARAST, R.; NEMATOLLAHI, M.A.; FARAHMAND, H.; MIRZADEH, Q. Ontogenetic development of digestive enzymes in sobaity sea bream *Sparidentex hasta* larvae under culture condition. **Aquaculture**, Amsterdam, v.448, p.545-551, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.06.038>. Acesso em 23 out 2020.

OLIVA-TELES, A.C.; ENES, P.; PERES, H. Dietary protein requirements of fish- a meta-analysis. **Reviews in Aquaculture**, [s.l.], v. 12, n.3, p.1445-1477, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/raq.12391>. Acesso em 23 out 2020.

PÉRES, A.; INFANTE, J.L.Z.; CAHU, C. Dietary regulation of activities and mRNA levels of trypsin and amylase in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. **Fish Physiology Biochemistry**, Amsterdam, v.19, n.2, p.145-152, 1998.

PÉREZ-SIRKIN, D.I.; SOLOVYEV, M.; DELGADIN, T.H.; HERDMAN, J.E.; MIRANDA, L.A.; SOMOZA, G.M.; VISSIO, P.G.; GISBERT, E. Digestive enzyme activities during pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) ontogeny. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 524, 735151, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735151>. Acesso em 23 out 2020.

PEZZATO, Luiz Edivaldo. 1997. Estabelecimento das exigências nutricionais das espécies de peixes cultivadas. In: **Simpósio sobre o manejo e nutrição de peixes** (ed.J.E.P. Cyrino; F. Kubitza), pp. 45-62. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA) e Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo.

RANDALL, J.E. Food habits of reef fishes of the West Indies. **Studies in Tropical Oceanography**, v.5, p.655-847, 1967.

SAZIMA, I.; MOURA, R.L.; ROSA, R.S. 1997. *Elacatinus figaro* sp. (Perciformes: Gobiidae), a new cleaner goby from the coast of Brazil. **Aqua, Journal of Ichthyology and Aquatic Biology**, [s.l.], v.2, n. 3, p. 33-38, 1997.

SAZIMA, I.; MOURA, R.L.; SAZIMA, C. Cleaning activity of juvenile angelfish, *Pomacanthus paru*, on the reefs of the Abrolhos Archipelago, western South Atlantic.

**Environmental Biology of Fishes**, [s.l.], v.56, n.4, p.399-407, 1999. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1007531925845>. Acesso em 23 out 2020.

SAZIMA, I.; SAZIMA, C.; FRANCINI-FILHO, R.B.; MOURA, R.L. Daily cleaning activity diversity of clients of the barber goby, *Elacatinus figaro*, on rocky reefs in southeastern Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, [s.l.], v.59, n.1, p.69-77, 2000. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1007655819374>. Acesso em 23 out 2020.

SOUZA, A.A.G.; AMARAL, I.P.G; ESPÍRITO SANTO, A.R.; CARVALHO JUNIOR, L.B.; BEZERRA, R.S. 2007. Trypsin-like enzyme from intestine and pyloric caeca of spotted goatfish (*Pseudupeneus maculatus*). **Food Chemistry**, [s.l.] v.100, n.4, p.1429-1434, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.016>. Acesso em 23 out 2020.

SOUZA, R.A.R.; ANNUNCIACÃO, W.F.; LINS, S.M.; SANCHES, E.G.; MARTINS, M.L.; TSUZUKI, M.Y. Can barber goby *Elacatinus figaro* control *Neobenedenia melleni* infections on dusky grouper *Epinephelus marginatus*? **Aquaculture Research**, Oxford, v. 45, n.4, p. 619-628, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/are.12002>. Acesso em 23 out 2020.

WALFORD, J.; LAM, T.L. Development of digestive tract and proteolytic enzyme activity in seabass (*Lates calcarifer*) larvae and juveniles. **Aquaculture**, Amsterdam, v.109, n.2, p.187-205, 1993. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(93\)90215-K](https://doi.org/10.1016/0044-8486(93)90215-K). Acesso em 23 out 2020.

ZAMBONINO INFANTE, J.L.; CAHU, C.L. Ontogeny of the gastrointestinal tract of marine fish larvae. **Comparative Biochemistry and Physiology Part. C: Toxicology & Pharmacology**, New York, v.130, n.4, p.477-487, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1532-0456\(01\)00274-5](https://doi.org/10.1016/S1532-0456(01)00274-5). Acesso em 23 out 2020.

## DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO SOBRE O COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE JUVENIS DE JUNDIÁ CULTIVADOS EM TANQUES-REDE

Joziane Soares de Lima<sup>1</sup>; Thaís Soares dos Santos<sup>2</sup>; Thaise Dalferth Zancan<sup>3</sup>; Saymon Alex Capa Oliveira<sup>4</sup>; Fernanda Rodrigues Goulart Ferrigolo<sup>5</sup>; Leila Picolli da Silva<sup>6</sup>.

### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os diferentes níveis de sombreamento sobre o comportamento alimentar de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) cultivados em tanques-rede. O estudo foi conduzido em tanques-rede, dispostos em viveiro escavado de 770 m<sup>2</sup> de lâmina d'água e 1,6 m de profundidade. Os tanques-rede foram povoados com juvenis de jundiá com peso médio inicial de 45,87±7,92g e comprimento médio total de 17,71±1,31cm, numa densidade de 150 peixes/m<sup>3</sup>. Durante os 45 dias de cultivo foram analisadas as seguintes variáveis: tempo de captura do alimento (TCAP), voracidade (VORAC) e consumo de ração (CONS), e a insolação foi obtida no site do INMET. As variáveis em estudo (TCAP, VORAC e CONS) foram avaliadas em relação aos níveis de sombreamento, assim como a relação destes com a insolação nos dias de cultivo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (CONT, TRAT30, TRAT50 e TRAT70) e três repetições cada, sendo os níveis compostos por: 0, 30, 50 e 70% de bloqueio de luz pela utilização de tela sombrite. Os peixes foram alimentados com ração comercial 32% PB, duas vezes ao dia, até a saciedade aparente. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste de Tukey (p≤0,05). O nível de sombreamento com tela sombrite de 50% de bloqueio de luz demonstrou melhor resultado para a rapidez do tempo de captura do alimento, voracidade e consumo de ração para juvenis de jundiá cultivados em tanques-rede.

**Palavras-chave:** Níveis de sombreamento. Tanques-rede. Comportamento alimentar. Jundiá (*Rhamdia quelen*).

### ABSTRACT

The presente work aimed to evaluate the different levels of shading on the feeding behavior of jundiá juveniles (*Rhamdia quelen*) cultivated in cages. The study was conducted in cages, arranged in a 770 m<sup>2</sup> water depth excavated with a depth of 1.6m. The cages were populated with juveniles of silver catfish with an initial mean weight of 45.87±7.92g and total mean length of 17.11±1.31cm, in a 150 fish density/m<sup>3</sup>. During cultivation, the following variables were analyzed: food capture time (TCAP), voracity (VORAC), and feed consumption (CONS), and sunshine was obtained from the INMET

<sup>1</sup> Graduada em Zootecnia e Mestranda em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria. jozianesoaresdelima@gmail.com.

<sup>2</sup> Graduada em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria. thaissoares41@hotmail.com

<sup>3</sup> Graduada em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria. th4aise@gmail.com

<sup>4</sup> Graduando em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria. saymon991@hotmail.com

<sup>5</sup> Pós-doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria. Professora do Curso de Tecnologia em Aqüicultura da Universidade Federal do Pampa. fegoulart13@yahoo.com.br

<sup>6</sup> Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora Associada do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria. leilapicolldasilva@gmail.com



website. The study variables (TCAP, VORAC, and CONS) were evaluated about shading levels, as well as the relationship of these with Sunshine on the days of cultivation. The experimental design was completely randomized (DIC), with four treatments (CONT, TRAT30, TRAT50, and TRAT70) and three replicates each, with the levels composed of 0, 30, 50 and 70% of a light block using a sombrite screen. The fish were fed with commercial feed 32% PB (crude protein), twice a day, apparent satiety. The collected data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and compared by the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ). The level of shading with a 50% shadow blocking screen showed the best result for the fast time of food capture, voracity, and feed consumption for silver catfish juveniles grown in cages.

**Keywords:** Shading levels. Cages. Feed behavior. Silver catfish (*Rhamdia quelen*).

## INTRODUÇÃO

O mundo, com atualmente 7,7 bilhões de habitantes, vem enfrentando o árduo desafio de alimentar a crescente população, com perspectivas de atingir os 9,7 bilhões até o ano de 2050 (ONU, 2019). Uma das alternativas consiste no aumento da produção de pescado, proteína animal de alta qualidade graças a sua concentração de nutrientes, apresentando-se como fonte importante de aminoácidos essenciais, como também de vitaminas, minerais e ácidos graxos poli-insaturados (FAO, 2010; PALERMO, 2018). Quando se fala em potencial produtivo, o Brasil é o país com maior capacidade de atender essa demanda, através da expansão na produção de proteína animal provinda do cultivo de organismos aquáticos. Conforme o Boletim Estatístico da Pesca e Aqüicultura do Ministério da Pesca (MPA), o Brasil conta com uma costa litorânea de 8,4 mil quilômetros, 5,5 milhões de hectares de reservatórios de água doce, clima favorável, terras disponíveis, mão de obra relativamente barata e crescente mercado interno (BRASIL/MPA, 2014).

A criação de peixes constitui uma das áreas da produção animal que mais se desenvolve no Brasil (PEZZATO; BARROS; FURUYA, 2009), país que possui algumas das maiores bacias hidrográficas do mundo, concentrando mais de 12% de toda água doce do planeta. A piscicultura brasileira ainda é voltada, em sua grande maioria, à utilização de espécies exóticas como as tilápias e carpas (AMARAL; GARCIA; MELLO, 2011). Porém, diversas espécies nativas vêm despertando o interesse entre os produtores e pesquisadores, tanto pelo seu potencial produtivo como pela ampla aceitabilidade do mercado consumidor. Dentre as espécies nativas, o jundiá (*Rhamdia quelen*) se destaca para o cultivo em regiões de clima frio, pois apresenta crescimento rápido com fácil adaptação ao manejo em criações intensivas,

mesmo com temperaturas amenas, tornando-se uma opção para o fomento da piscicultura (COLDEBELLA; RADÜNZ NETO, 2002; BARCELLOS et al., 2004; PIEDRAS et al., 2004). No estado do Rio Grande do Sul, o jundiá está entre as espécies mais produzidas e comercializadas na forma jovem pelos produtores, perdendo somente para a carpa capim (10.755 mil t) e tilápia (9.608 mil t), onde ocupa o 3º lugar com 3.735 mil toneladas de alevinos comercializados anualmente (RELATÓRIO PISCICULTURA/RS, 2020).

Ao longo do ano de 1995 até o ano de 2003, o PIB do agronegócio familiar foi crescente, e as estimativas mostraram que os agricultores familiares respondem por parcela expressiva da riqueza nacional, mesmo com insuficiência de terras, dificuldades de crédito, baixo aporte tecnológico, fragilidade da assistência técnica e subutilização da mão de obra (GUILHOTO et al., 2006). Neste contexto, a atividade de piscicultura, se conduzida de forma racional e sustentável, atendendo as premissas básicas de sustentabilidade ambiental, poderá contribuir expressivamente para o aumento da renda e a melhoria da qualidade de vida no meio rural, estimulando a permanência das famílias no campo.

A criação em tanques-rede é uma alternativa de intensificação da criação, proporcionando elevada produtividade por área de cultivo e utilização de áreas ociosas, como barragens, por exemplo. Além disso, tem menor custo de implantação e produção, sendo que para seu uso o produtor não necessita ter área própria, precisando somente solicitar a ANA (Agência Nacional de Águas) o uso de águas da união. A Área de Diluição, ou seja, a área disponibilizada ao produtor pela regulamentação, é a relação entre a área efetivamente ocupada pelas estruturas de cultivo e a área total a ser cedida. Segundo a IN 04/2005, a implantação de parques e áreas aquícolas para instalação de tanques-rede, pode ser de até 1% da área das águas públicas brasileiras (área superficial dos corpos d'água fechados ou semiabertos), considerando-se seu ponto médio de depleção (BRASIL, 2005). Quando se trata de cultivo em tanques-rede a tilápia se destaca, sendo atualmente a espécie mais cultivada no Brasil, entretanto, espécies nativas como o jundiá podem apresentar desempenho promissor (AMARAL; GARCIA; MELLO, 2011).

A ação de fatores ambientais causa interferência no sistema, tanto diretamente no comportamento dos animais como no meio em que ele vive. Temos como exemplo a luminosidade, a qual é uma condição ambiental essencial para a sobrevivência dos peixes, sendo a luz também o principal fator responsável pelo controle do ritmo

biológico dos animais (VOLPATO; TRAJANO, 2006; ZHDANOVA; REEBS, 2006). No caso do jundiá, espécie que vive em lagos e poços fundos de rios, preferindo os ambientes de águas mais calmas com fundo de areia e lama, junto as margens e vegetação (GUEDES, 1980; SILFVERGRIP, 1996), a criação em tanques-rede pode causar alterações comportamentais uma vez que traz o animal mais a superfície. O efeito do fotoperíodo sobre o comportamento agonístico pode ser mediado por diferentes mecanismos. Segundo Baldisserotto (2013), em estudo em laboratório, exemplares de jundiá submetidos continuamente a luz ou ao fotoperíodo normal, apresentaram nadadeiras danificadas, provavelmente devido a lutas entre eles. Já juvenis submetidos à escuridão não tiveram qualquer tipo de dano nas nadadeiras.

Visando um melhor desempenho zootécnico aliado ao bem-estar animal através da tentativa de promover melhores condições durante o cultivo, surge a hipótese de que o sombreamento destas estruturas criatórias possa favorecer o seu desempenho, fazendo com que este suba até a superfície e se alimente melhor. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os diferentes níveis de sombreamento sobre o comportamento alimentar de juvenis de jundiá cultivados em tanques-rede.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Local do estudo**

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Piscicultura (Departamento de Zootecnia) da Universidade Federal de Santa Maria, com duração de 45 dias.

### *Instalações e qualidade da água*

As instalações foram compostas de 12 tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>, dispostos em duas linhas, amarrados entre si com cordas de nylon a uma distância de 1,0 m entre eles. Os tanques-rede foram dispostos em viveiro de terra escavado com 770 m<sup>2</sup> de lâmina d'água e 1,6 m de profundidade (Figura 1). Cada tanque-rede representou uma unidade experimental.

Figura 1 – Disposição dos tanques-rede em viveiro de terra escavado.



Fonte: O próprio autor.

Primeiramente foi feito o recobrimento da parte superior até os primeiros 30 cm das bordas laterais (Figura 2) de nove tanques-rede com tela de sombrite de 30%, 50% e 70% de bloqueio de luz. As telas foram presas aos tanques-rede com barbantes de nylon. Os tratamentos avaliados foram os seguintes: CONT-sem recobrimento com tela sombrite; TRAT30-recobrimento do tanque-rede com tela sombrite de 30% de bloqueio de luz; TRAT50-recobrimento do tanque-rede com tela sombrite de 50% de bloqueio de luz; TRAT70-recobrimento do tanque-rede com tela sombrite de 70% de bloqueio de luz.

Figura 1 – Recobrimento dos 30 cm iniciais da borda lateral dos tanques-rede com tela sombrite.



Fonte: O próprio autor.

Os animais das unidades experimentais com tela sombrite de 30% de bloqueio de luz tinham conseqüentemente 70% de luminosidade natural, a mesma lógica se

aplica aos demais tratamentos. A redução da radiação solar incidente no interior do ambiente aquático, varia com o ângulo de elevação do sol, estação do ano e hora do dia, como também, depende da reflexão e absorção pelo material. Segundo Santos (2014), essas telas reduzem a incidência direta dos raios solares, favorecendo às espécies, tanto animais como vegetais, que necessitam de menor fluxo de energia radiante.

Durante o período experimental foram aferidos diariamente a temperatura, com termômetro de bulbo seco e o oxigênio dissolvido, utilizando Kit colorimétrico Alfakit®. Semanalmente foram determinados o pH, alcalinidade, dureza, amônia e nitrito, pelo método colorimétrico, utilizando kit colorimétrico Alfakit®. Semanalmente também foi medida a transparência da água com Disco de Secchi. Para realização das análises, a água foi coletada no centro do viveiro entre os tanques-rede antes da primeira alimentação diária.

As médias obtidas de qualidade da água foram as seguintes: temperatura ( $23,27 \pm 1,83^{\circ}\text{C}$  manhã e  $25,02 \pm 2,17^{\circ}\text{C}$  tarde), oxigênio dissolvido ( $6,61 \pm 0,90 \text{ mg L}^{-1}$  manhã e  $6,68 \pm 0,91 \text{ mg L}^{-1}$  tarde), dureza ( $31,66 \pm 4,08 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ ), alcalinidade ( $31,66 \pm 4,08 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$ ), amônia total ( $0,28 \pm 0,18 \text{ mg L}^{-1} \text{ N-NH}_3$ ), nitrito ( $0,00 \pm 0,00 \text{ mg L}^{-1} \text{ N-NO}_2$ ), pH ( $7,16 \pm 0,25$ ) e transparência ( $60 \pm 0,00 \text{ cm}$ ). Os valores se encontraram dentro dos níveis considerados adequados para o cultivo da espécie (BALDISSEROTTO; RADÜNZ NETO, 2005).

Em relação ao valor de transparência da água, sabe-se que o ideal são leituras de 30 a 45 cm para viveiros de terra escavados (EMBRAPA, 2013), os quais são passíveis de correção. Porém, no caso da utilização de tanques-rede em grandes reservatórios de água como barragens, por exemplo, leituras maiores que 60 cm são normais, devido a profundidade desses corpos d'água e por não ser prática viável a correção deste sistema. Logo, nesta situação o valor elevado de transparência da água acaba favorecendo os resultados, uma vez que destaca o sombreamento ficando as respostas mais próximas da situação de campo.

### *Animais e alimentação*

Foram utilizados juvenis de jundiá com peso médio inicial de  $45,87 \pm 7,92 \text{ g}$  e comprimento médio total de  $17,71 \pm 1,31 \text{ cm}$ , numa densidade de  $150 \text{ peixes/m}^3$ , distribuídos ao acaso nas unidades experimentais. Antes de iniciar o experimento os peixes passaram por um período de adaptação de quinze dias nas unidades

experimentais. Durante o período de adaptação ocorreu grande mortalidade dos animais devido ao estresse causado pela biometria e a troca de ambiente, o que pode ter causado a diminuição da imunidade destes proporcionando o aparecimento de enfermidades causadas por bactérias e fungos. Os tanques com perdas não foram repostos, para evitar maior estresse aos animais com novo manejo.

Os animais receberam ração comercial extrusada com 32% PB (proteína bruta) (Supra -Aqua Fish 5 mm), sendo fornecida até a saciedade aparente, do início ao fim do experimento. A alimentação foi realizada com auxílio de comedouros perimetrais, confeccionados com sombrite, além da utilização de círculos elaborados a partir de mangueira lisa termoplástica (1mm<sup>2</sup>), em formato de bambolê (Figura 3) como reforço, tendo em vista evitar a perda de ração para o meio e proporcionar melhores condições de captura da ração pelos animais. A frequência de arraçoamento se consistiu de duas refeições diárias (8h15, e às 17h15).

*Figura 3 – Alimentador em formato de bambolê.*



*Fonte: O próprio autor.*

#### *Variáveis analisadas*

O consumo de ração (CONS) entre os tratamentos, o tempo entre arraçoamento/captura do alimento (TCAP) e a voracidade (VORAC), foram contabilizados diariamente a cada refeição. Sabendo-se que os peixes se alimentam no momento em que a ração é colocada no tanque, foi estabelecido um tempo de espera de até três minutos por tanque, para avaliar o tempo de captura do alimento (HUY, 2012). Dentro dos três minutos para avaliação do tempo de captura do alimento, também foi feita a avaliação da voracidade e do consumo, onde para voracidade foi estabelecido um escore, em que 0% seria para os animais que não apresentaram apetite e 100% para os que apresentaram apetite. O consumo foi contabilizado



através da ingestão de toda a ração, que consistia em uma porção fornecida até a saciedade aparente, sem sobras. Em relação ao estado sanitário dos animais ao final do cultivo, não foi verificado nenhum tipo de ferimento (Figura 4). O número de horas de insolação nos dias experimentais foram obtidas no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para a região de Santa Maria (RS).

#### *Delineamento experimental*

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância para as interações das variáveis do experimento (tempo de captura do alimento, voracidade e consumo).

Figura 4 – Final do período de cultivo, jundiá (*Rhamdia quelen*).



Fonte: O próprio autor.

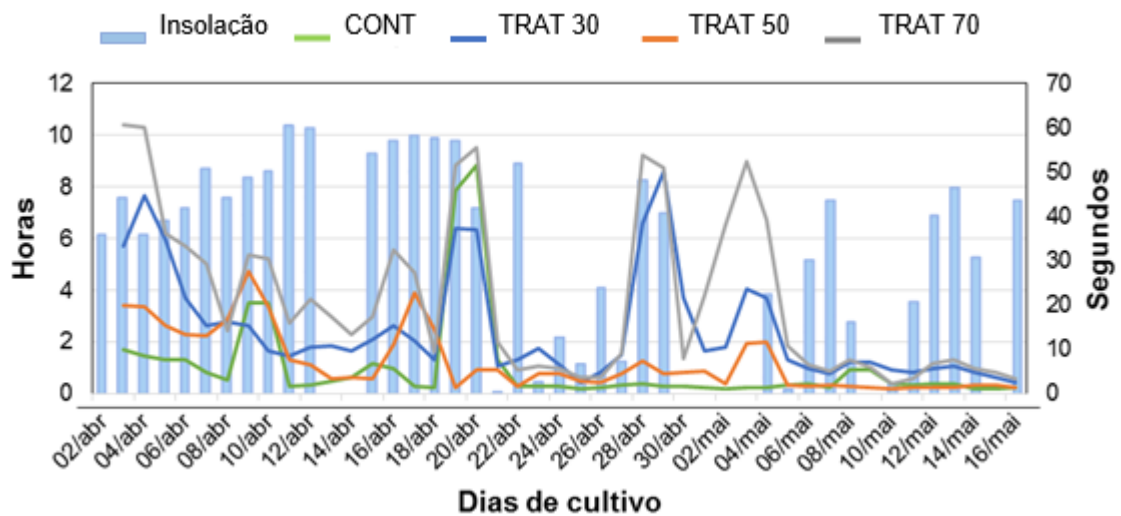
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### *Sombreamento, tempo de captura, voracidade e consumo*

Os peixes apresentam características cognitivas compatíveis com a de seres sencientes, ou seja, capacidade que os seres tem de sentir sensações e sentimentos conscientemente, sendo possível a partir disso considerar o grau de bem-estar destes (PEDRAZZANI et al., 2007). A cognição está relacionada com a capacidade que os peixes possuem de percepção e reconhecimento de estímulos internos e externos (DUNCAN, 1996), que envolvem todos os processos mentais que os animais utilizam para adquirir informações sobre o seu ambiente e usá-las em suas decisões (SHETTLEWORTH, 2001; PEDRAZZANI et al., 2007).

O mesmo se aplica para o comportamento alimentar dos peixes, os quais através de análises do meio desenvolveram certos tipos de comportamento em detrimento da sua capacidade de eficiência. Analisando a relação sombreamento e tempo de captura do alimento (Gráfico 1), percebe-se que nos tratamentos com sombreamento ocorreram picos de captura no período inicial, com queda ao longo do tempo, se estabilizando no período final de cultivo.

Gráfico 1 – Comportamento em relação ao Tempo de captura do alimento nos dias de cultivo.

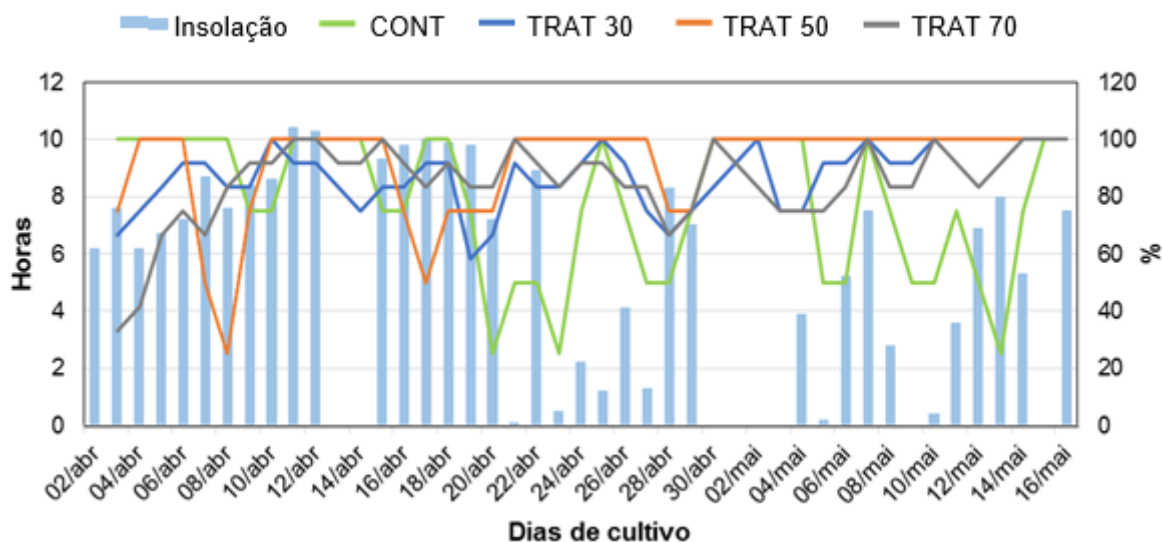


Fonte: O próprio autor.

O mesmo pode ser observado para a voracidade (Gráfico 2), onde nota-se a oscilação das variáveis em relação aos dias de cultivo. Quando comparada a voracidade com a insolação, verifica-se comportamento oscilatório do tratamento sem a utilização de tela sombrite, o que pode ser atribuído aos dias com maior horas de insolação, onde os animais demonstraram menor grau de voracidade. Os peixes adquirem informações através de aprendizado observacional, onde se inteiram da situação e fazem previsões do resultado de uma ação a partir de observação prévia (PEDRAZZANI et al., 2007). Dessa forma, o menor grau de voracidade dos animais pode ser devido a reação atribuída a sensação de ameaça iminente dos peixes ao ataque de predadores terrestres, que em períodos de maior incidência luminosa, conseguem ter melhor visualização da presa no ambiente aquático.



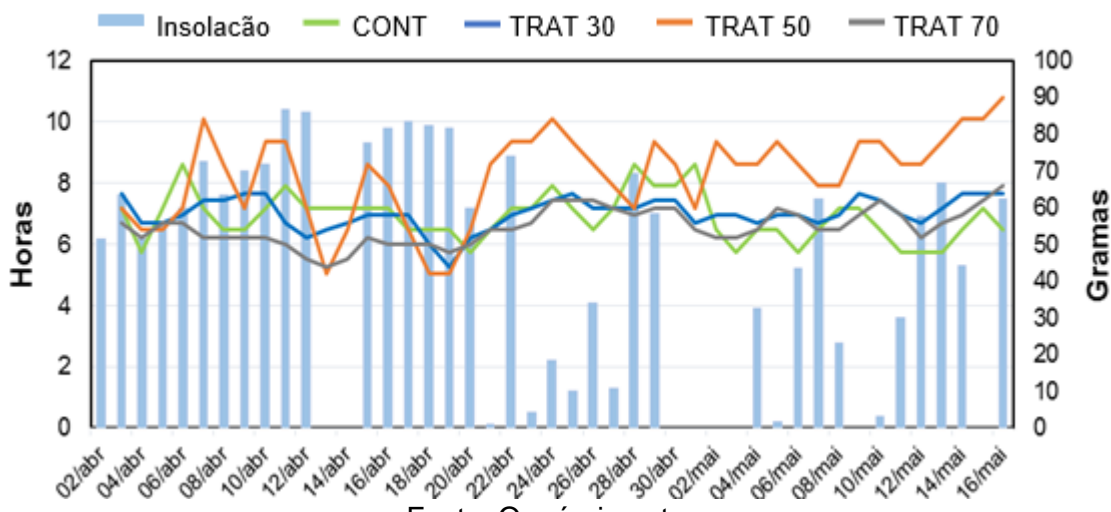
Gráfico 2. Comportamento da Voracidade nos dias de cultivo.



Fonte: O próprio autor.

Para o comportamento de consumo (Gráfico 3), percebe-se que o tratamento 50 foi o que teve maior oscilação no período inicial de cultivo, aumentando o consumo por volta do 20º dia até o período final. A frequência da ingestão de alimento varia com a intensidade luminosa, a qual influencia a possibilidade de detecção das presas (OLIVEIRA, 2010), uma vez que em dias com poucas horas de insolação os animais se mostraram mais ativos durante o arraçoamento. Embora a relação entre insolação e as variáveis em estudo não tenha sido significativa ( $p > 0,05$ ), verifica-se que nos dias com menor período de luminosidade os animais tiveram maior consumo, maior voracidade e menor tempo de captura do alimento, destacando-se o tratamento 50.

Gráfico 3 – Comportamento em relação ao Consumo nos dias de cultivo



Fonte: O próprio autor.

Uma das possibilidades para definição do comportamento no período inicial, caracterizado pela demora ao se alimentar, é o estresse causado por organização social (MERIGHE et al., 2004; LIMA et al., 2006), o que os levou, conseqüentemente, a terem menor apetite e menor consumo de ração, sendo o inverso do ocorrido no período final de cultivo, onde os animais já estavam adaptados ao manejo diário. As mudanças comportamentais verificadas representam meios de adaptação desenvolvidos pelos animais, tendo como objetivo reduzir ou eliminar a exposição dos animais a agentes estressores. Quando possível, a primeira reação destes é o comportamento de fuga ou imobilização. Se a circunstâncias do meio não permitirem a fuga, são observadas mudanças significativas no comportamento dos peixes, tais como alterações no ritmo e padrão natatório, redução ou alteração do comportamento anti-predatório, mudança do comportamento alimentar, aumento na procura por abrigo e redução ou aumento de comportamentos agonísticos (PEDRAZZANI et al., 2007).

Os estados afetivos como dor, medo, fome, sede e prazer, fazem parte de um vasto grupo de experiências conscientes que são reconhecidas como produtos de adaptação através da seleção natural e são importantes na formação de certos tipos de comportamento (FRAZER; DUNCAN, 1998). De acordo com a significância dos dados obtidos, pode-se observar o desenvolvimento de três tipos de comportamento alimentar expressados pela espécie, em relação aos níveis de sombreamento (Tabela 1).

Para a variável tempo de captura do alimento, o tratamento 70, foi o nível em que os animais se apresentaram mais lentos na captura do alimento, o consumo apesar de ser o mais baixo em relação aos outros tratamentos diferiu apenas do tratamento 50 e a voracidade não diferiu dos demais tratamentos. A ocorrência deste tipo de comportamento, pode ser devido ao grau de sombreamento ter afetado a percepção visual dos animais em relação ao ambiente e a presença do alimento.

*Tabela 1 – Comportamento alimentar de juvenis de jundiá de acordo com os níveis de sombreamento dos tanques-rede.*

Variáveis*	Níveis de sombreamento			
	CONT	TRAT 30	TRAT 50	TRAT 70
TCAP (segundos)	4,0±7,37 <sup>b</sup>	12,0±21,79 <sup>ab</sup>	9,0±21,56 <sup>b</sup>	18,0±33,06 <sup>a</sup>
VORAC (%)	80,23±40,05 <sup>b</sup>	88,76±31,64 <sup>ab</sup>	93,02±25,62 <sup>a</sup>	86,05±34,71 <sup>ab</sup>
CONS (gramas)	57,21±14,33 <sup>b</sup>	58,98±15,84 <sup>b</sup>	69,77±20,70 <sup>a</sup>	55,07±13,18 <sup>b</sup>

\*Médias±desvio padrão. Médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Fonte: O próprio autor.

Já no tratamento 50, os animais demonstraram comportamento predatório, característico da espécie, onde se mostram mais à vontade durante o arraçoamento, sendo um dos mais rápidos no tempo de captura do alimento diferindo somente do tratamento 70, mais vorazes em relação aos demais tratamentos diferindo do tratamento controle e com maior consumo de alimento em comparação aos demais tratamentos. Nos tratamentos com ausência e/ou menor nível de sombreamento, o comportamento manifestado pela espécie foi de presa, onde ameaçada, dirige-se rapidamente para satisfazer sua necessidade imediata de ingestão como forma de sobrevivência, porém, não se alimenta o suficiente para garantir bom desempenho futuro. O medo é um dos estados afetivos que resulta em alterações fisiológicas e comportamentais imediatas à percepção de um estímulo perigoso (GALHARDO; OLIVEIRA, 2006), constituindo-se como uma reação favorável para evitar ameaças percebidas (JONES, 1997).

Neste contexto, o sombreamento pode ser caracterizado como enriquecimento ambiental, o qual contribuiu para o aumento no grau de bem-estar dos animais, através da facilitação dos processos de adaptação ao meio (VOLPATO, 2007; PEDRAZZANI et al., 2007), em prol das características de cada espécie, certo grau de complexidade ambiental poderia ser importante (FSBI, 2002).

## **CONCLUSÃO**

Analisando o conjunto dos resultados obtidos, conclui-se que o nível de sombreamento com tela sombrite 50% de bloqueio de luz demonstrou melhor resultado para a rapidez do tempo de captura do alimento, voracidade e consumo de ração para juvenis de jundiá cultivados em tanques-rede.

Considerando que o período de cultivo não foi o ideal para testar os níveis de sombreamento, ou seja, realizado em fotoperíodo decrescente onde ocorre a diminuição das horas de luz, mesmo assim foram obtidos ótimos resultados sendo o estudo considerado inédito na área, pois ainda não foram realizados experimentos com sombreamento em tanques-rede para a espécie em questão. Atualmente, o que se têm são pesquisas relacionadas a quantidade de luz fornecida para o jundiá nas fases de larva e alevino. No entanto, estes trabalhos foram desenvolvidos em circuito fechado onde se têm maior controle dos fatores como temperatura e luminosidade e não à campo em que vários outros fatores podem interferir no sistema. Dessa forma,

considera-se importante a realização de estudos à campo, o qual possibilita que os resultados fiquem próximos aos obtidos pelo setor produtivo.

## REFERÊNCIAS

AMARAL JÚNIOR, Hilton; GARCIA, Silvano; WARMLING, Paulo Fernando; SILVA, Bruno Correa da; MARCHIORI, Natalia Costa (Org.). **Assim cultivamos o Jundiá *Rhamdia quelen* no estado de Santa Catarina** – 1ª Edição. Camboriú SC. EPAGRI/CNPQ/MPA/FAPESC, 2015, 81p.

BALDISSEROTTO, Bernardo; RADÜNZ NETO, João. Jundiá (*Rhamdia quelen*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria, Ed. UFSM, 2005, 468p.

BALDISSEROTTO, Bernardo. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: 3ª ed. – Ed. da UFSM, 2013, 352p.

BARCELLOS, Leonardo José Gil; KREUTZ, Luiz Carlos; QUEVEDO, Rosmari Mezzalira; FIOREZE, Irineo; CERICATO, Leonardo; SOSO, Auren Benck; FAGUNDES, Michele; CONRAD, Jaqueline; BALDISSERA, Rodrigo Krammer; BRUSCHI, Aline; RITTER, Filipe. Nursery rearing of jundiá, *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard) in cages: cage type, stocking density and stress response to confinement. **Aquaculture**, v.232, p.383-394, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00545-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00545-3)

BRASIL, 2005. INSTRUÇÃO NORMATIVA INTERMINISTERIAL nº 7 de 28 de abril de 2005. Estabelece diretrizes para implantação dos parques e áreas aquícolas. *Diário Oficial da União*, 29 de abril de 2005, Brasília/DF, Seção 1, p.1542.

BRASIL/MPA, 2014. Ministério da Pesca e Aquicultura – 1º Anuário Brasileiro da Pesca e Agricultura. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/files/docs/publicidade/anuariodapescacompleto2.pdf>>. Acesso em 15 de abril de 2020.

COLDEBELLA, Ivanir José; RADÜNZ NETO, João. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v.32, n.3, p.499-503, 2002.

DUNCAN, Ian. Animal welfare defined in terms of feelings. **Acta Agric. Scand. A Anim. Sci.** v.2, p.29–35, 1996.

EMBRAPA. Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos. Editores técnicos, Ana Paula Oeda Rodrigues... [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 440p.

FAO, 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization. Report on the Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption. FAO Fisheries and Aquaculture Report N° 978.

FSBI. Fish Welfare (Briefing Paper 2). **Fisheries Society of the British Isles**. Cambridge: Granta Informations Systems, 2002. Disponível em [www.le.ac.uk/biology//briefing](http://www.le.ac.uk/biology//briefing). Acesso em 20 de maio de 2020.

FRAZER, D.; DUNCAN, I.I.H. 'Pleasures', 'Pains' and Animal Welfare: Toward a Natural History of Affect. v.7, N° 4, pp. 383-396.

GALHARDO, Leonor; OLIVEIRA, Rui. Bem-estar Animal: um conceito legítimo para peixes? **Revista de Etologia**, v.8, n.1, p.51-61, 2006.

GUEDES, D.S. Contribuição ao estudo da sistemática e alimentação de jundiás (*Rhamdia spp*) na região central do Rio Grande do Sul (Pisces, Pimelodidae). **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 1980, 99p.

GUILHOTO, Joaquim J.M.; SILVEIRA, Fernando G.; ICHIARA, Silvio M.; AZZONI, Carlos R. A importância do agronegócio familiar no Brasil. **Rev. Econ. Sociol. Rural** [online], v.44, n.3, p.355-382, 2006. ISSN 1806-9479.

HUY, Andréa Harumi. Comportamento alimentar do jundiá (*Rhamdia quelen*): papel do número de indivíduos. **Trabalho de Conclusão de Curso** de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia, 2012, 28p.

JONES, Bryan R. Fear and distress, p.75-87. In: APPLEBY, M.C., HUGHES, B.O. **Animal Welfare**. CAB International: Wallingford, 316p., 1997.

LIMA, Luciene Correa; RIBEIRO, Lincoln Pimentel; LEITE, Rômulo Cerqueira; MELO, Daniela Chemim. Estresse em peixes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.113-117, jul./dez. 2006.

MERIGHE, Giovana Krempel Fonseca; PEREIRA-DA-SILVA, Elyara Maria; NEGRÃO, João Alberto; RIBEIRO, Sandra. Efeito da cor do ambiente sobre o estresse social em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.828-837, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000400002>

OLIVEIRA, Jaene Francisco de Souza. Influência de diferentes tipos de sombreamentos em tanques-rede no desempenho de Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase juvenil. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)**, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande – Paraíba – Brasil, 2010.

ONU, 2019. Organização das Nações Unidas, Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais, Divisão de População (2019). Perspectivas da população mundial 2019: destaques. ST / ESA / SER.A / 423.

PALERMO, Tatiana. O potencial do Brasil na produção da mais saudável proteína animal, 2018. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/blogs/tatiana-palermo/2018/03/12/peixe-mais-sustentavel-proteina-animal/>>. Acesso em 01 de maio de 2018.

PEDRAZZANI, Ana Sílvia; CARNEIRO, Paulo Cesar Falanghe; FERNANDES-DE-CASTILHO, Marisa; MOLENTO, Carla Forte Maiolino. Bem-estar de peixes e a questão da sensibilidade. **Archives of Veterinary Science** v. 11, n. 3, 60-70, 2007.

PEZZATO, Luiz Edivaldo; BARROS, Margarida Maria; FURUYA, Wilson Massamitu. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. **R. Bras. Zootec.** [online]. v.38, p.43-51, 2009.

PIEDRAS, Sérgio Renato Noguez; MORAES, Paulo Roberto Rocha; POUEY, Juvêncio Luís Osório Fernandes. Crescimento de juvenis de Jundiá (*Rhamdia quelen*) de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**. v.30, p.177-182, 2004.

RELATÓRIO PISCICULTURA/RS. Espécies produzidas/comercializadas pelos produtores de formas jovens gaúchos. In: Levantamento dos elos de apoio à piscicultura do Rio Grande do Sul. 2020, 40p.

SANTOS, Raimundo Luiz Laurinho. Características fitotécnicas e fisiológicas do gladiolo 'Amsterdam' cultivado sob diferentes tipos de telas. **Tese (Doutorado)** apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de Doctor Scientiae. Viçosa (MG), 2014.

SHETTLEWORTH, Sara J. Animal cognition and animal behaviour. **Animal Behaviour**, v.61, p.277–286, 2001.

SILFVERGRIP, A. M. C. A systematic revision of the neotropical catfish genus *Rhamdia* (Teleostei, Pimelodidae). Stockholm, Sweden, 1996. 156p. **(PhD Thesis)** - Department of Zoology, Stockholm University and Department of Vertebrate Zoology, Swedish Museum of Natural History, 1996.

VOLPATO, Gilson Luiz; TRAJANO, Eleonora. Biological Rhythms. In: Val, L.A.; Val, V.M.F.A. & Randall, D.J. (Org.); **Fish Physiology**. Elsevier & Academic Press, p.101-153, 2006.

VOLPATO, Gilson Luiz. Considerações Metodológica Sobre os Testes de Preferência na Avaliação do Bem-Estar em Peixes. **Anais da 44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Jaboticabal, p.1-21, 2007.

ZHDANOVA, I.V.; REEBS, S.G. Circadian Rhythms in Fish. In: SLOMAN, K.A.; WILSON, R.W.; BALSHINE, S. (Org.); **Behaviour and Physiology of Fish**. Academic Press, p.97-228, 2006.

## INFLUÊNCIA DO FOTOPERÍODO NO CICLO DE VIDA DOS PEIXES

Marisa Pereira de Souza<sup>1</sup>; Filipe dos Santos Cipriano<sup>2</sup>; Kauana Santos de Lima Cipriano<sup>3</sup>; Fabiola Santiago Pedrotti<sup>4</sup>; Caio Magnotti<sup>5</sup>.

### RESUMO

O comportamento dos peixes depende das mudanças diárias e sazonais dos estímulos ambientais externos. Dentre esses estímulos está o fotoperíodo (a duração máxima da luz em um dia), que pode interferir no ritmo biológico do animal e pode alterar parâmetros fisiológicos como crescimento e reprodução. No ambiente natural, existe uma correlação entre o fotoperíodo e outras variáveis (como abastecimento de alimentos, temperatura da água, dinâmica da chuva). Como resultado, os peixes estabeleceram uma conexão entre este fenômeno e várias reações fisiológicas que interferem no desenvolvimento embrionário, desenvolvimento larval, crescimento, maturidade sexual, reprodução e resistência a doenças. Portanto, o objetivo deste trabalho é revisar as informações contidas em estudos que relacionaram a influência do fotoperíodo ao ciclo de vida dos peixes.

**Palavras-chave:** Ciclo. Luz. Estímulos ambientais. Aquicultura.

### ABSTRACT

Behavior of fish depends on daily and seasonal changes in external environmental stimuli. Among these stimuli, the photoperiod (the maximum duration of light in a day) can affect the biological rhythm of the animal and alter its physiological parameters such as growth and reproduction. In natural environment, photoperiod and other variables (food supply, water temperature, rain dynamics) are related. As a result, fish are influenced by this phenomenon and various physiological reactions that interfere with embryonic development, larval development, growth, sexual maturity, reproduction and resistance to disease. Therefore, this study aimed to review bibliographic information regarding photoperiod influence to life cycle of fish.

**Keywords:** Cycle. Light. Environmental stimuli. Aquaculture.

### INTRODUÇÃO

Os peixes, semelhante aos outros grupos de animais, apresentam seus diversos comportamentos em função das variações diárias e sazonais dos estímulos ambientais externos (duração das fases claras e escuras do dia, disponibilidade de

---

<sup>1</sup> Mestranda em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/7823877471263249>. mariszpr@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/702650207614034>.

<sup>3</sup> Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal da Bahia. <http://lattes.cnpq.br/6575230796330130>

<sup>4</sup> Doutora em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/9171028509508780>

<sup>5</sup> Doutor em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/5589319787500823>

alimento em determinado período, regime pluvial e temperatura da água). Esses eventos ou o conjunto deles sinalizam e promovem respostas fisiológicas e comportamentais. A periodicidade desses eventos leva a uma sincronia do ritmo biológico (VILLAMIZAR et al., 2011). Segundo Veras et al. (2013) os ritmos biológicos podem ser definidos como qualquer evento que se repete de maneira regular em um organismo.

Entre os estímulos externos que interferem nos ritmos endógenos dos peixes, a duração da fase clara do dia, chamado fotoperíodo é um dos mais importantes (FÁLCON et al., 2010). Em ambiente natural a duração do dia varia muito em função da latitude, sendo que em regiões equatoriais ocorre maior estabilidade durante todo o ano, tendo cada fase em torno de 12 horas, nas demais regiões quanto maior as latitudes maiores são as variações ao longo do ano (NAVARRO E NAVARRO, 2012).

A percepção da luz é um fator importante, pois a alternância das fases clara e escura faz com que as células fotorreceptoras da retina recebam e enviem mensagem para a glândula pineal. Glândula essa responsável pela síntese do hormônio melatonina. O hormônio melatonina ou simplesmente melatonina, como é comumente chamada, é o principal responsável por promover ou inibir eventos importantes no biorritmo dos animais (FÁLCON et al., 2007). A produção desse hormônio ocorre de forma rítmica e regular em ciclos de 24 horas. A síntese da melatonina inicia-se com a percepção da luz na retina e na glândula pineal, ocorrendo liberação da enzima triptofano hidroxilase-1 (TPH1) que captando o aminoácido triptofano circulante é convertido em 5-hidroxitriptofano (5-HTP). Em seguida o 5-HTP é descarboxilado pela enzima 5-HTP descarboxilase convertendo-se em serotonina. A serotonina é então convertida pela ação da enzima arilalquilamina N-acetiltransferase (AA-NAT) em acetilserotonina (NAS). Finalmente a enzima hidroxí-indol-O-metiltransferase (HIOMT) atua sobre a NAS gerando a melatonina como produto final (FÁLCON et al., 2010).

A melatonina é uma substância lipofílica, que é liberada logo após a sua síntese, atuando como sinal autócrino e parácrino. Sua atuação interfere na produção de hormônios relacionados com a reprodução como o hormônio liberador de gonadotropinas (GnRH) e hormônio luteinizante (LH). Afeta também o crescimento através do envio de sinais sobre a produção do hormônio do crescimento (GH), além de influenciar no consumo de alimento (FÁLCON et al., 2007) e no comportamento agindo sobre a atividade locomotora e agressividade (FÁLCON et al., 2010).



Em ambiente natural existe uma correlação do fotoperíodo com outras variáveis como disponibilidade de alimento, temperatura da água, dinâmica de chuvas. Com isso os peixes desenvolveram uma associação desse fenômeno com diversas reações do organismo, interferindo no desenvolvimento embrionário (VILLAMIZAR et al., 2013), desenvolvimento larval (STUART E DRAWBRIDGE, 2012), crescimento (REYNALTE-TATAJE et al., 2002), maturação sexual (WILKINSON et al., 2010), reprodução (FÁLCON et al., 2010), na resistência a doenças (VALENZUELA et al., 2012), além de outras variáveis fisiológicas.

A indicação de um fotoperíodo ideal para os peixes torna-se difícil, pois existe uma diversidade de espécies, com aspectos intrínsecos a cada uma delas. A caracterização das espécies como diurnas ou noturnas, tendo como base o período de maior atividade locomotora, pode auxiliar em uma melhor compreensão dos resultados obtidos nas diferentes pesquisas. Entretanto, Vera et al. (2009) demonstraram que em uma mesma espécie pode ser encontrado uma plasticidade de comportamento, com indivíduos enquadrados em diurnos, noturnos ou arrítmicos, esse comportamento ainda é influenciado pelo sexo (macho ou fêmea) e se está em cuidado parental de ovos e larvas.

Objetivou-se com essa revisão organizar e transmitir informações contidas em diversos trabalhos relacionados com efeito do fotoperíodo no ciclo de vida dos peixes.

### **Desenvolvimento embrionário**

Estudos demonstram interferência do fotoperíodo nos estágios iniciais de desenvolvimento embora as estruturas envolvidas na fotopercepção de embriões e larvas e o mecanismo fisiológico que desencadeiam não estejam bem elucidados (VILLAMIZAR et al., 2013; VILLAMIZAR et al., 2011; SHI et al., 2012). Os fotorreceptores contidos na glândula pineal se tornam funcionais e fotossensíveis antes da pigmentação da retina, como verificado por Dekens e Whitmore (2008), em que observaram fotorreceptores funcionais desde o primeiro dia após a fertilização em zebrafish (*Danio rerio*). De forma semelhante Kazimi e Cahill (1999), constataram que a enzima chave da produção da melatonina, AA-NAT, é expressa desde a fase de blástula nessa espécie.

Embora comumente se considere a temperatura como o fator que mais interfere no desenvolvimento embrionário de peixes, o fotoperíodo também pode ser considerado um fator importante no tempo de desenvolvimento e na taxa de eclosão

(VILLAMIZAR et al., 2011). Estudando o desenvolvimento embrionário do baiacu *Takifugu flavidus* em cinco fotoperíodos entre escuridão (E) contínua (24E) e luz (L) contínua (24L), não foram verificadas diferenças na taxa de eclosão, viabilidade das larvas e taxa de mortalidade. Entretanto o período de incubação apresentou correlação positiva com o fotoperíodo, aumentando na medida em que o período de luz aumentou (SHI et al., 2012).

Villamizar et al. (2013) estudaram a interferência do fotoperíodo no tempo do desenvolvimento embrionário de três espécies, os fotoperíodos utilizados foram 24E, 24L e alternância entre claro e escuro a cada 12 horas (12L:12E). Nesse estudo utilizou o *zebrafish* (*D. rerio*) de hábito diurno, o linguado senegalense (*Solea senegalensis*) de hábito noturno e o *somalian cavefish* (*Phreatichthys andruzzii*) um peixe cego, porém como relatado por Berti et al. (2001) as células do olho apresentam desenvolvimento normal até 36 horas após fertilização, ocorrendo posteriormente uma degeneração rápida, diminuindo a multiplicação das células neuroblásticas. Como resultado Villamizar et al. (2013) observaram que os embriões de *D. rerio* submetidos a 24E levaram  $14 \pm 1$  horas a mais para completarem cada estágio em comparação aos submetidos a 24L. Para a espécie *S. senegalensis* não ocorreram diferenças no tempo de eclosão para os embriões submetidos aos tratamentos 24L:0E e 12E:12L, já os submetidos ao tratamento 24E:0L demoraram de 8 a 10 horas a mais para eclodirem. Já para o *P. andruzzii* não observaram diferenças estatísticas para o tempo de eclosão entre os tratamentos 24L e 12E:12L, já os animais submetidos ao tratamento 24E tiveram seu desenvolvimento acelerado. Outro dado importante encontrado nesse trabalho foi que o desenvolvimento embrionário do *D. rerio* e do *S. senegalensis* ocorria em velocidades diferentes entre os momentos claros e escuros, sendo que para o *D. rerio* foi acelerado na presença de luz e desacelerado no escuro, e o inverso para o *S. senegalensis*.

### **Larvicultura e crescimento de peixes**

O período de larvicultura é considerado o momento mais crítico do desenvolvimento dos peixes. Nessa fase pequenas inadequações de manejo, nutricionais ou ambientais podem resultar em elevadas mortalidades, desenvolvimento lento e animais deformados. Ajustes no fotoperíodo das larvas, levando em consideração estudos prévios e o hábito da espécie, podem promover ganhos consideráveis. No caso de larvas predadoras visuais, a utilização de longos

períodos de luz, prolonga o tempo de alimentação aumentando a quantidade de zooplâncton ingerido por dia, podendo resultar em maior crescimento (STUART; DRAWBRIDGE, 2012).

Foi avaliado o desempenho de larvas do linguado *Solea senegalensis* em três fotoperíodos distintos. Na primeira condição, em luz contínua e nas demais de 10L:14E sendo que em uma delas, as luzes eram acessas as 8:00 e desligadas às 22:00 horas e no outro tratamento as luzes eram acessas às 18:00 e desligadas às 8:00 horas. Não foram verificadas diferenças na quantidade de presas consumidas, no crescimento das larvas, na conversão alimentar e na sobrevivência. Entretanto os autores observaram que 1,8% dos peixes submetidos à luz contínua apresentaram problema durante a metamorfose, resultando na migração incompleta do olho (CAÑAVATE et al., 2006).

Muitos estudos atribuem o aumento no crescimento dos peixes ao efeito do fotoperíodo estendido (18L:6E) em várias espécies, como *Pagrus major* (BISWAS et al., 2006a, BISWAS et al., 2006b); *Oplegnathus fasciatus* (BISWAS et al., 2008); Tilápia do Nilo (BEZERRA et al., 2008) e o tambaqui *Colossoma macropomum* (MENDONÇA et al., 2009). Dentre as espécies de peixes marinhos cultivados, a utilização de fotoperíodos prolongados apresenta aumento na taxa de crescimento do bacalhau do atlântico (*Gadus morhua*), pargo negro (*Mylio macrocephalus*), dourada (*Sparus aurata*), pargo prateado (*Pagrus auratus*) e o linguado *Rhombosolea tapirina*. Já para espécies como o robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*), alabote do Pacífico (*Hippoglossus stenolepis*) e alabote do Atlântico (*Hippoglossus hippoglossus*), a condição de fotoperíodo prolongado ocasiona menor taxa de crescimento (VILLAMIZAR et al., 2011). Desta forma, fotoperíodos longos podem melhorar o crescimento e a sobrevivência de algumas espécies, mas em contrapartida, geram um gasto de energia extra como verificado por Barlow et al., (1995) em que juvenis de perca (*Lates calcefer*) submetidas à luz constante consumiram 40% mais zooplâncton do que as que foram mantidas em 12E:12L e, entretanto, apresentaram o mesmo crescimento. Outra questão que deve ser avaliada é o crescimento de juvenis que tiveram sua larvicultura em fotoperíodos alterados, pois podem apresentar alterações na metamorfose (CAÑAVATE et al., 2006) e na capacidade de inflar a bexiga natatória (VILLAMIZAR et al., 2009).

Entre as espécies nativas, algumas apresentam melhores índices em fotoperíodos prolongados. No trabalho de Reynalte-Tataje et al. (2002) pós-larvas de

piracanjuba (*Brycon orbignyanus*), submetidas a luz contínua, apresentaram maior sobrevivência (88,9%). Na medida em que se aumentou o período de escuridão à sobrevivência se mostrou linearmente inversa sendo que no tratamento de escuridão contínua a sobrevivência foi de 58,3%. Juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) submetidos a luz contínua e a 6E:18L apresentaram maior ganho de peso do que os submetidos a fotoperíodos inferiores (MENDONÇA et al., 2009). Na larvicultura de robalo-peva (*Centropomus parallelus*) Hiratsuka e Cerqueira (2013) observaram o melhor desempenho em 6E:18L. Entretanto para juvenis de trairão (*Hoplias lacerdae*) a ausência de luz não afeta o crescimento e sobrevivência (SALARO et al., 2006). Enquanto que larvas de suruvi *Steindachneridion scriptum* apresentaram maior peso e sobrevivência com ausência de luz durante a larvicultura (SCHÜTZ et al., 2008).

Em espécies que apresentam canibalismo durante a larvicultura ou na fase seguinte o fotoperíodo pode afetar este comportamento (CAMPAGNOLO; NUÑER, 2008; RAMOS et al., 2018). Como observado por Ramos et al. (2018) em que larvas de traíra (*Hoplias intermedius*) não apresentaram canibalismo em fotoperíodo de 12E:12L enquanto que nos outros fotoperíodos (24E:0L, 6E:18L, 18E:6L) o canibalismo variou de 25 a 59%.

Em alguns trabalhos de fotoperíodo não são observadas diferenças significativas no crescimento e na sobrevivência dos peixes estudados (BANI et al., 2009; AMANO et al., 2004). No entanto, alguns dados como os parâmetros sanguíneos podem ser utilizados para definir o período de luz em que o animal encontra-se em menor estado de estresse. De acordo com Bani et al. (2009), em estudo realizado com o esturjão branco *Huso huso*, os níveis de lactato dos peixes submetidos aos tratamentos de escuridão constante e luz constante apresentaram valores mais elevados em comparação aos tratamentos intermediários de 6E:18L e 12E:12L, demonstrando melhor conforto dos animais nos dois últimos tratamentos. Outro ponto importante diz respeito à tolerância dos peixes frente a ação de patógenos. Em um estudo utilizando juvenis de truta arco-íris foi verificada mortalidades de 36% e 25% nos tratamentos 10E:14L e 0E:24L, respectivamente. Já no tratamento controle, em que foi utilizado o fotoperíodo natural, a mortalidade foi de apenas 7%. Investigando os fatores que levaram a essas diferenças, os pesquisadores verificaram a incidência muito maior de bactérias dos gêneros

*Aeromonas*, *Pseudomonas* e *Flavobacterium* nos peixes submetidos aos fotoperíodos artificiais (VALENZUELA et al., 2012).

## Reprodução

Entre os fatores abióticos, a temperatura da água e o fotoperíodo são os que apresentam maior influência sobre o ciclo reprodutivo de peixes. O fotoperíodo é uma condição que pode ser utilizada para estimular ou inibir a reprodução de muitas espécies de peixes. Apresenta influência no eixo hipotálamo-hipófise-gônadas interferindo na síntese de hormônios relacionados com a maturação dos gametas, como: o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), hormônio luteinizante (LH) e hormônio folículo estimulante (FSH) (FÁLCON et al., 2010).

Em espécies que apresentam acentuada estacionalidade reprodutiva, a manipulação do fotoperíodo, isoladamente ou em combinação com outros fatores abióticos, pode promover reproduções durante todo ano, disponibilizando sem interrupções formas jovens para cultivo (IMSLAND et al., 2019; LEE et al., 2020). Em estudo com truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss*, Bonnet et al. (2007) observaram uma antecipação em três meses no período reprodutivo ao submeter os reprodutores a um período de luz contínua e posteriormente um fotoperíodo curto 16E:8L. Entretanto a qualidade dos ovos foi inferior, resultando em maiores mortalidades de embriões e larvas, além de uma elevada porcentagem de larvas deformadas em relação ao grupo com fotoperíodo natural. Wilkinson et al. (2010) trabalhando com a mesma espécie avaliaram a maturação dos peixes submetidos a dois fotoperíodos, sendo um natural e o outro artificial. O tratamento de fotoperíodo artificial consistiu em simular o fotoperíodo natural em que estaria o local da pesquisa daí 5 semanas, ou seja, realizou uma antecipação do fotoperíodo natural. A porcentagem de peixes sexualmente maduros ao final do experimento foi maior no fotoperíodo natural.

Em pesquisa realizada por Garcia et al. (2019) utilizando a espécie *Cheirodon interruptus*, em um dos tratamentos houve a simulação do fotoperíodo local, sendo modificando para o período de solstício de primavera e acelerado a fase clara, de forma que cada dia no experimento correspondia a 3 dias da primavera. Neste tratamento foi observada antecipação do início da vitelogênese, maior proporção de ovócitos vitelogênicos, superior índice gonadossomático e maior diâmetro dos ovócitos.

Estudos demonstraram que a utilização de luz contínua prejudica o desempenho reprodutivo em algumas espécies de peixes (ESPIGARES et al., 2017; RAD et al., 2006; SHAHJAHAN et al., 2020). Em machos de *Dicentrarchus labrax*, submetidos à luz contínua o desenvolvimento dos testículos foi prejudicado, não atingindo o estágio final de maturação, enquanto que os peixes submetidos ao outro tratamento em que durante o período experimental passaram por 9 ou 15 horas de escuridão diária, apresentaram o desenvolvimento testicular completo (ESPIGARES et al., 2017). De forma semelhante, machos e fêmeas adultos de tilápia apresentaram menores índices gonadossomáticos em comparação ao fotoperíodo natural, nas fêmeas do tratamento de luz contínua o diâmetro médio dos ovócitos foi menor e os ovócitos não atingiram o estágio final de maturação, enquanto que os ovócitos das fêmeas mantidas em fotoperíodo natural apresentaram maturação completa (RAD et al., 2006).

Entretanto o mesmo não foi observado por Campos-Mendoza et al. (2004), em que reprodutores de tilápia mantiveram a eficiência reprodutiva semelhante em luz constante, quando comparado com as tilápias dos outros tratamentos (6L:18E; 12L:12E; 18L:6E), para desovas mensais e volume total de ovos. Também para o lambari *Astyanax bimaculatus* a manipulação do fotoperíodo não alterou os parâmetros reprodutivos avaliados por Navarro et al. (2013), os níveis de hormônio luteinizante, peso de gônadas e desenvolvimento dos ovócitos não foram influenciados, todas as fêmeas apresentaram ovócitos vitelogênicos. Já para tilápias submetidas à luz contínua ocorre um prejuízo na maturação gonadal, com ovócitos reduzidos e pré-vitelogênicos inibindo a reprodução (RAD et al., 2006).

### **Sistema imunológico**

Pesquisando uma melhor modulação imunológica pelo hormônio melatonina, Baekelandt et al. (2020) formularam a hipótese de que variações naturais do fotoperíodo e alterações subsequentes no perfil de liberação de melatonina podem atuar no estado imunológico do peixe *Sander lucioperca*. Como resultado os autores concluíram que a pesquisa mostrou pela primeira vez que em um peixe teleósteo uma modulação imunológica ocorre de acordo com as variações sazonais e diárias do fotoperíodo.

Ao estudar a capacidade de manipulação do fotoperíodo para regular a microbiota das larvas do peixe-zebra, nas primeiras 24 horas após a incubação, Basili

et al. (2019) utilizaram três fotoperíodos, expondo as larvas a um ciclo claro/ escuro de 12:12 h, luz contínua de 24 h e escuridão total de 24 h. Em seus resultados, os autores concluíram que a comunidade microbiana foi afetada quando exposta a diferentes condições de luz. O tratamento de escuridão total afetou o potencial metabólico de múltiplas vias biológicas, demonstrando que o ritmo circadiano regula significativamente os níveis de expressão de genes-chave envolvidos nos processos de ritmo circadiano, apoptose e biossíntese lipídica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como demonstrado, as espécies de peixes e a fase de vida em que se encontram afetam a resposta produtiva frente a manipulações do fotoperíodo, assim não é possível realizar generalizações em um grupo tão diverso.

Pesquisas com maior duração, que envolvam os períodos seguintes de vida dos peixes submetidos a alterações no fotoperíodo nas fases iniciais, precisam ser realizadas para uma maior compreensão das possíveis consequências sobre o desempenho na fase de engorda.

Antes da utilização de fotoperíodos longos na aqüicultura é preciso levar em consideração fatores além do crescimento e da sobrevivência dos peixes. Verificar se os ganhos que serão obtidos compensam os maiores gastos com energia, com as instalações e com a mão de obra, além de um possível aumento na taxa de conversão alimentar devido ao maior gasto energético pelo animal.

## REFERÊNCIAS

AMANO, M.; YAMANOME, T.; YAMADA, H.; OKUZAWA, K.; YAMAMORI, K. Effects of photoperiod on gonadotropin-releasing hormone levels in the brain and pituitary of under yearling male barf in flounder. **Fisheries science**, v.70, p.812–818, 2004.

BAEKELANDT, S.; MILLA, S.; CORNET, V.; FLAMION, E.; LEDORÉ, Y.; REDIVO, B.; ANTIPINE, S.; MANDIKI, S. N. M.; HOUNDJI, A.; KERTAOU, N. E. Seasonal simulated photoperiods influence melatonin release and immune markers of pike perch *Sander lucioperca*. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 23-25, 14 fev. 2020.

BANI, A.; TABARSA, M.; FALAHATKAR, B.; BANAN, A. Effects of different photoperiods on growth, stress and haematological parameters in juvenile great sturgeon *Huso huso*. **Aquaculture Research**, v.40, p.1899-1907, 2009.

BARLOW, C.G.; PEARCE, M.G.; RODGERS, L.J.; CLAYTON, P.. Effects of photoperiod on growth, survival and feeding periodicity of larval and juvenile barramundi *Lates calcarifer* (Bloch). **Aquaculture**, v.138, n. 1-4, p.159-168, 1995.

BASILI, D.; LUTFI, E.; FALCINELLI, S.; BALBUENA-PECINO, S.; NAVARRO, I.; BERTOLUCCI, C.; CAPILLA, E.; CARNEVALI, O. Photoperiod Manipulation Affects Transcriptional Profile of Genes Related to Lipid Metabolism and Apoptosis in Zebrafish (*Danio rerio*) Larvae: potential roles of gut microbiota. **Microbial Ecology**, v.79, n. 4, p. 933-946, 2019.

BERTI, R.; DURAND, J.P.; BECCHI, S.I. Eye degeneration in the blind cave-dwelling fish *Phreatichthys andruzzii*. **Canadian Journal of Zoology**, v.79, p.1278–1285, 2001.

BEZERRA, K.S.; SANTOS, A.J.G.; LEITE, M.R. Crescimento e sobrevivência da tilápia chitralada submetida a diferentes fotoperíodos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.737-743, 2008.

BISWAS, A.; SEOKA, M.; UENO, K. Growth performance and physiological responses in striped knifejaw, *Oplegnathus fasciatus*, held under different photoperiods. **Aquaculture**, v.279, p.42–46, 2008.

BISWAS, A.K.; MANABU, S.; KENJI, T. Stress response of red sea bream *Pagrus major* to acute handling and chronic photoperiod manipulation. **Aquaculture**, v.252, p.566-572, 2006a.

BISWAS, A.K.; SEOKA, M.; TANAKA, Y. Effect of photoperiod manipulation on the growth performance and stress response of juvenile red sea bream (*Pagrus major*). **Aquaculture**, v.258, p.350-356, 2006b.

BONNET, E.; MONTFORT, J.; ESQUERRE, D.; HUGOT, K.; FOSTIER, A.; BOBE, J. Effect of photoperiod manipulation on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) egg quality: A genomic study. **Aquaculture**, v.268, p.13-22, 2007.

CAMPAGNOLO, R.; NUÑER, A.P.O. Survival and growth of *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces - Pimelodidae) larvae: effect of photoperiod. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.1511-1516, 2008.

CAMPOS-MENDOZA, A.; MCANDREW, B. J.; COWARD, K.; BROMAGE, N. Reproductive response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to photoperiodic manipulation; effects on spawning periodicity, fecundity and egg size. **Aquaculture**, v.231, p.299-314, 2004.

CAÑAVATE, J.P.; ZEROLO, R.; FERNÁNDEZ-DÍAZ, C. Feeding and development of Senegal sole (*Solea senegalensis*) larvae reared in different photoperiods. **Aquaculture**, v.258, p.368-377, 2006.

DEKENS, M.P.S.; WHITMORE, D. Autonomous onset of the circadian clock in the zebrafish embryo. **The EMBO Journal**, v.27, p.2757–2765, 2008.

ESPIGARES, F.; ROCHA, A.; GÓMEZ, A.; CARRILLO, M.; ZANUY, S. Photoperiod modulates the reproductive axis of European sea bass through regulation of kiss1



and *gnrh2* neuronal expression. **General and Comparative Endocrinology**, v. 240, p.35-45, 2017.

FALCÓN, J.; BESSEAU, L.; SAUZET, S.; BOEUF, G. Melatonin effects on the hypothalamo–pituitary axis in fish. **Trends in Endocrinology & Metabolism**, v.18, p. 81-88, 2007.

FÁLCON, J.; MIGAUD, H.; MUÑOS-CUETO, J.A.; CARRILLO, M. Current knowledge on the melatonin system in teleost fish. **General and Comparative Endocrinology**, v.165, p.469-482, 2010.

GARCÍA, I. D.; PLAUL, S. E.; TORRES, D.; DEL FRESNO, P. S.; MIRANDA, L. A.; COLAUTTI, D. C. Effect of photoperiod on ovarian maturation in *Cheirodon interruptus* (Teleostei: Characidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 79(4), p. 669-677, 2019.

HIRATSUKA, K.P.; CERQUEIRA, V.R. Influencia do fotoperíodo em cultivo de larvas de robalo-peva, *Centropomus parallelus*. **Atlântica**, v.35, p.35-43, 2014.

IMSLAND, A. K.; HANGSTAD, T. A.; JONASSEN, T. M.; STEFANSSON, S. O.; NILSEN, T. O.; HOVGAARD, P.; ELVEGÅRD, T. A.; LINDBERG, K. S.; MIKALSEN, B.; URSKOG, T. C.. The use of photoperiods to provide year round spawning in lumpfish *Cyclopterus lumpus*. **Comparative Biochemistry And Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 228, p. 62-70, fev. 2019.

KAZIMI, M.; CAHILL, G.; Development of a circadian melatonin rhythm in embryonic zebrafish. **Developmental Brain Research**, v.117, 47–52, 1999.

LEE, C.; HUR, S.; IM, B.; SOYANO, K.; LEE, Y. Induced maturation and fertilized egg production of the red-spotted grouper, *Epinephelus akaara*, using adaptive physiology of photoperiod and water temperature. **Aquaculture Research**, v. 51, n. 5, p. 2084-2090, maio 2020.

MENDONÇA, P.P.; FERREIRA, R.A.; VIDAL JUNIOR, M.V. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Arch. Zootec.**, v.58, p.323-331, 2009.

NAVARRO, F.K.S.P.; NAVARRO, R.D. Importância do fotoperíodo no crescimento e na reprodução de peixes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.36, p.94-99, 2012.

NAVARRO, F.K.S.P.; NAVARRO, R.D.; MURGAS, L.D.S. Plasma levels of luteinizing hormone and gonadal maturation of lambari females under different photoperiods. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira.**, v.48, p.1064-1070, 2013.

RAD, F.; BOZAOĞLU, S.; GÖZÜKARA, S.E. Effects of different long-day photoperiods on somatic growth and gonadal development in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.255, p.292-300, 2006.

RAMOS, S. E., CARVALHO, A. F. S. D., CASTRO, T. F. D., VASCONCELOS, A. C. N., VERAS, G. C., MOURÃO JÚNIOR, C. A., & MURGAS, L. D. S. Cannibalism, growth performance, and body composition of giant trahira juveniles under different photoperiods. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53(6), p.664-672, 2018.

REYNALTE-TATAJE, D.; LUZ, R.K.; MEURER, S.; ZANIBONI-FILHO, E.; DE OLIVEIRA NUÑER, A. P. Influência do fotoperíodo no crescimento e sobrevivência de pós-larvas de piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849) (Osteichthyes, Characidae). **Acta Scientiarum - Biological and Health Sciences - Scimago**, v.24, p.439-443, 2002.

SALARO, A.L.; LUZ, R.K.; ZUANON, J.A.S.; SIROL, R.N. Desenvolvimento de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) na ausência de luz. **Acta Scientiarum - Biological and Health Sciences - Scimago**, v.28, p.47-50, 2006.

SHAHJAHAN, M.; AL-EMRAN, M.; ISLAM, S. M.; BATEN, S. A.; RASHID, H.; HAQUE, M. M.; Prolonged photoperiod inhibits growth and reproductive functions of rohu *Labeo rohita*. **Aquaculture Reports**, v.16, p.100272, 2020.

SHI, Y.; ZHANG, G.; LIU, J.; ZHU, X. Effects of photoperiod on embryos and larvae of tawny puffer, *Takifugu flavidus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.43, p.278-285, 2012.

SCHÜTZ, J.H.; WEINGARTNER, M.; ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P. de O. Crescimento e sobrevivência de larvas de suruvi *Steindachneridion scriptum* nos primeiros dias de vida: influência de diferentes alimentos e fotoperíodos. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.34, p.443-451, 2008.

STUART, K.R.; DRAWBRIDGE, M. The effect of photoperiod on larval culture performance of two marine finfish species. **Aquaculture**, v. 360–361, p. 54–57, 2012.

VALENZUELA, A.; CAMPOS, V.; YAÑEZ, F. et al. Application of artificial photoperiod in fish: a factor that increases susceptibility to infectious diseases? **Fish Physiology and Biochemistry**, v.38, p.943-950, 2012.

VERA, L.M.; CAIRNS, L.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F.J.; MIGAUD, H. Circadian rhythms of locomotor activity in the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Chronobiology International**, v.26, p.666-681, 2009.

VERAS, G.C.; MURGAS, L.D.S.; ZANGERONIMO, M.G. Ritmos biológicos e fotoperíodo em peixes. **Arch. Zootec.**, v.62, p.25-43, 2013.

VILLAMIZAR, N.; BLANCO-VIVES, B.; MIGAUD, H.; DAVIE, A.; CARBONI, S.; SANCHEZ-VAZQUEZ, F. J. Effects of light during early larval development of some aquacultured teleosts: a review. **Aquaculture**, v. 315, p. 86-94, 2011.

VILLAMIZAR N.; BLANCO-VIVES B.; OLIVEIRA C.; DINIS M. T.; ROSA V.; NEGRINI P.; BERTOLUCCI C.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ F. J. Circadian Rhythms of Embryonic Development and Hatching in Fish: A Comparative Study of Zebrafish

(Diurnal), Senegalese Sole (Nocturnal), and Somalian Cavefish (Blind). **Chronobiology International**, v.30:7, p.889-900, 2013.

VILLAMIZAR, N.; GARCÍA-ALCAZAR, A.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F.J. Effect of light spectrum and photoperiod on the growth, development and survival of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. **Aquaculture**, v.292, p.80–86, 2009.

WILKINSON, R.J.; LONGLAND, R.; WOOLCOTT, H.; PORTER, M.J. Effect of elevated winter–spring water temperature on sexual maturation in photoperiod manipulated stocks of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.309, p.236-244, 2010.

## NÍVEL DE PROTEÍNA EM DIETAS PARA CULTIVO DE JUNDIÁS (*Rhamdia quelen*) EM TANQUES-REDE NO PERÍODO DE OUTONO-INVERNO

Taida Juliana Adorian<sup>1</sup>; Éverton Augusto Kowalski<sup>2</sup>; Gregorio Cargin<sup>3</sup>; Leila Picolli da Silva<sup>4</sup>.

### RESUMO

Este estudo foi desenvolvido para avaliar três níveis de proteína sobre o crescimento de jundiás cultivados em tanques-rede durante o outono-inverno. Os peixes foram distribuídos aleatoriamente em 9 tanques-rede (1m<sup>3</sup>, 140 peixes/tanque) e alimentados durante 90 dias com dietas comerciais contendo 32, 36 e 45% de proteína bruta. Ao final do período experimental realizou-se biometria para coleta de dados, sangue, órgãos e amostras de peixe inteiro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições. Os dados foram submetidos a teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e as médias submetidas a ANOVA, quando significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os parâmetros de crescimento foram estatisticamente semelhantes para os peixes alimentados com as dietas contendo 36% e 45% de proteína bruta. Os índices de gordura visceral, digestivo e hepatossomático foram superiores nos jundiás que receberam dieta com 32% de proteína bruta na dieta, os resultados superiores deste tratamento também foram verificados no rendimento de carcaça, não diferindo dos alimentados com 36%. Para as variáveis plasmáticas não foram evidenciadas diferenças significativas entre tratamentos. Com este estudo, pode-se concluir que para o cultivo de jundiás em tanques-rede durante o período de outono-inverno devem ser utilizadas dietas comerciais contendo 36% ou 45% de proteína bruta.

**Palavras-chave:** Espécies nativas. Rações. Sistema intensivo.

### ABSTRACT

This study was developed to evaluate three levels of protein on the growth of jundiás grown in cages during autumn-winter. The fish were randomly distributed in 9 cages (1m<sup>3</sup>, 140 fish / tank) and fed for 90 days with commercial diets containing 32, 36 and 45% crude protein. At the end of the experimental period, biometrics were performed to collect data, blood, organs and samples of whole fish. The experimental design was completely randomized, with three treatments and three replications. The data were subjected to a normality test (Shapiro-Wilk) and the means submitted to ANOVA, when significant, were compared using the Tukey test at 5% probability. The growth parameters were higher for fish fed a diet with 45% protein, not differing from those fed a diet containing 36% protein. The visceral, digestive and hepatosomal fat indexes were higher in the jundiás that received a diet with 32% of crude protein in the diet. In

<sup>1</sup>Pós-doutoranda em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria.

Lattes.cnpq.br/5315093891875912. taidajuliana@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Mestrando em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria.

Lattes.cnpq.br/9082839831311729. evertonzootecnia@outlook.com.

<sup>3</sup>Zootecnista pela Universidade Federal de Santa Maria. Lattes.cnpq.br/0891753401882662. gregoriocargin@hotmail.com.

<sup>4</sup>Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Lattes.cnpq.br/9378190351379861. leilapicollidasilva@gmail.com.

addition, they showed higher carcass yield, not differing from those fed with 36%. For plasma variables, no significant differences were found between treatments. With this study, it can be concluded that for the cultivation of jundiás in cages during the autumn-winter period commercial diets containing 36% or 45% of crude protein should be used.

**Key words:** Protein. Native species. Feed. Intensive system.

## INTRODUÇÃO

O consumo e a produção mundial de peixes cultivados tem aumentado exponencialmente nas últimas três décadas, enquanto a captura encontra-se estável (FAO-SOFIA, 2020). Embora com tendência de desaceleração, estima-se que a demanda de peixes continue aquecida nos próximos anos, criando perspectivas de que várias espécies nativas sejam adaptadas ao cultivo, visando atender aos mercados regionais e externas. Neste cenário, o jundiá (*Rhamdia quelen*) assume grande importância para exploração econômica na região Sul do País, uma vez que o pacote tecnológico para seu cultivo encontra-se em avançado desenvolvimento pela comunidade técnico-científica, com constante geração de novos dados que subsidiam sua produção racional e responsiva.

Estudos demonstram a viabilidade do cultivo intensivo de jundiás em tanques - rede Pedron et al. (2008), Reidel et al. (2010a; 2010b), Coldebella et al. (2011), Diemer et al. (2011), Freitas et al. (2011), Martinelli et al. (2013), Adorian et al. (2017), Signor et al. (2020ab). Porém, são poucas as informações sobre ajuste de dietas para otimização do desempenho da espécie em sistema intensivo, considerando as variações de temperaturas ao longo das estações do ano na região Sul do País (principalmente no período de outono-inverno). O adensamento dos níveis nutricionais da dieta nesse período do ano visa corrigir a redução do consumo alimentar, decorrente da diminuição do metabolismo. Este manejo permite que os peixes supram suas exigências nutricionais e expressem seu potencial produtivo, diminuindo as perdas na atividade econômica (PEDRON et al., 2008; FRACALLOSSI; CYRINO, 2012).

Neste cenário, visando contribuir na construção do pacote tecnológico para o cultivo intensivo e otimizado de jundiá ao longo de todo o ano, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de distintos níveis proteicos ofertados por dietas comerciais, sobre o desempenho e parâmetros corporais de jundiás cultivados em tanques-rede, durante o período de outono-inverno, na região Central do Rio Grande do Sul.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Piscicultura da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul (29° 41'S e 53° 48' W), após aprovação pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFSM sob o número 23081.009051/2014-53.

Foram utilizados 1260 juvenis jundiás com peso inicial de  $12,16 \pm 0,04\text{g}$  e  $11,32 \pm 0,02\text{cm}$  de comprimento inicial, provenientes da Estação de Piscicultura da Universidade de Passo Fundo/RS. Os peixes foram distribuídos aleatoriamente em nove tanques-rede (volume individual =  $1\text{m}^3$ ; malha de nylon multifilamento com 10 mm de abertura; comedouros circulares flutuantes), na densidade de 140 peixes/ $\text{m}^3$ . As unidades experimentais foram instaladas em linha com 1m de distância entre tanques, em viveiro de terra com 10.000 metros quadrados de lâmina de água e 4 metros de profundidade média, sem renovação de água ou aeração mecânica.

Durante 90 dias (maio-julho) os animais foram alimentados com rações comerciais extrusadas contendo níveis de 32%, 36% e 45% de proteína bruta (PB) (Tabela 1). Os peixes foram alimentados até a saciedade aparente, duas vezes ao dia (14 e 17 horas), sendo o consumo alimentar quantificado ao final de cada dia.

Tabela 1 - Composição química das dietas utilizadas no experimento.

Níveis de garantia de rações	Nível de proteína das rações (%)		
	32	36	45
Umidade	12,00	12,00	12,00
Proteína bruta	32,00	36,00	45,00
Extrato etéreo	5,00	6,00	8,00
Fibra bruta	5,00	4,00	3,00
Matéria Mineral	12,00	13,00	10,00
Cálcio	2,50	3,00	3,00
Fósforo	1,20	1,50	1,20
Energia digestível (kcal/Kg)	3.200	3.200	3.200
Composição analisada (%) <sup>1</sup>			
Umidade	7,20	9,05	5,88
Proteína bruta	32,88	35,50	44,23
Gordura	7,69	8,45	10,16
Matéria mineral	11,30	12,61	13,45

Fonte: Elaborado pelos autores. <sup>1</sup>Análises realizadas no Laboratório de Piscicultura, sendo umidade, proteína bruta e matéria mineral de acordo com a AOAC (1995) e gordura por Bligh e Dyer (1959).

Para controle da qualidade da água foram mensurados diariamente a temperatura e oxigênio dissolvido, com oxímetro digital (550A -YSI-YellowSprings-EUA®). Semanalmente foram determinadas a amônia total, nitrito, alcalinidade total,

dureza e pH com kits colorimétricos comerciais (Alfakit®). A transparência foi avaliada com disco de Secchi. Os valores encontrados estão dispostos na tabela 2.

Tabela 2 - Médias dos parâmetros da qualidade da água durante o período experimental

Parâmetro	Valor
Oxigênio dissolvido	6,95 mg/L
Temperatura média da manhã	16 °C
Temperatura média da tarde	17 °C
Amônia total	0,10 mg/L
Nitrito	0,00 mg/L
Alcalinidade total	17,00 mg CaCO <sub>3</sub> /L
Dureza total	0,00 mg CaCO <sub>3</sub> /L
pH	5,5
Transparência	53,5 cm

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao final do período experimental os peixes passaram por jejum de 24 horas e posteriormente foram anestesiados com benzocaína (30 mg/L) para a realização de biometria, coleta de sangue e tecidos. O peso final (g) e comprimento total (cm) foram obtidos para cálculo dos seguintes parâmetros de desempenho:

- Biomassa (g) = peso médio dos peixes de cada tanque ao final do período experimental/número de peixes no tanque;
- Ganho de peso relativo (%) = (ganho de peso / peso inicial) x 100;
- Taxa de crescimento específico (%/dia) = ((ln (peso final) - ln (peso inicial))/dias) x 100;
- Conversão alimentar aparente = alimento consumido (g)/ ganho de peso (g);
- Fator de condição (FC): (peso x 100) / (comprimento total<sup>3</sup>)
- Sobrevivência (%) = 100 (n<sup>o</sup> peixes inicial)/n<sup>o</sup> peixes final.

Para determinação da composição corporal do peixe inteiro, foram coletados 10 peixes no início do período experimental e três peixes por unidade experimental ao final. As amostras foram homogeneizadas (MA-102, Marconi®) para determinação da umidade, matéria mineral e proteína bruta, seguindo as metodologias recomendadas pela AOAC (1995), além de gordura pelo método de Bligh e Dyer (1959). A partir destes dados foram calculados:

- Deposição de proteína corporal (g) = (peso final x (% proteína bruta final/100)) – (peso inicial x (% proteína bruta inicial/100));
- Deposição de gordura corporal: (g) = (peso final x (% gordura corporal final/100)) – (peso inicial x (% gordura corporal inicial/100)).

Três peixes por unidade experimental foram utilizados para retirada de sangue por punção da veia caudal, com seringas heparinizadas. O sangue foi centrifugado (1000g, 10min a temperatura ambiente) para obtenção do plasma, utilizado posteriormente para determinação das concentrações de albumina (g/dL) e glicose (mg/gL) através de kits colorimétricos (Doles®) e de aminoácidos livres (mmol/dL), de acordo com Spies (1957).

Após a retirada de sangue, os peixes foram abatidos por overdose de benzocaína (250 mg/L), seguindo recomendações da American Veterinary Medical Association (AVMA 2013) e eviscerados, para mensuração dos seguintes dados: peso eviscerado (g), comprimento do peixe inteiro (cm), peso (g) e comprimento do trato digestório (cm), peso do fígado (g) e da gordura visceral (g). Os resultados foram utilizados para estimar os seguintes parâmetros:

- Rendimento corporal (%) = (peso do peixe inteiro/peso do peixe eviscerado) x 100;
- Índice digestivo-somático (IDS %) = (peso do trato digestivo/ peso do peixe eviscerado) x 100;
- Índice hepatossomático (IHS %) = (peso do fígado/ peso do peixe eviscerado) x 100;
- Índice de gordura visceral (IGV %) = (peso da gordura visceral/peso eviscerado) x 100;

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições. Os dados foram submetidos a teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e análise de regressão até segunda ordem. Não houve ajuste dos dados aos modelos de regressão e as médias das variáveis foram submetidas a ANOVA que quando significativa, direcionou a comparação de médias por Tukey a 5% de probabilidade.

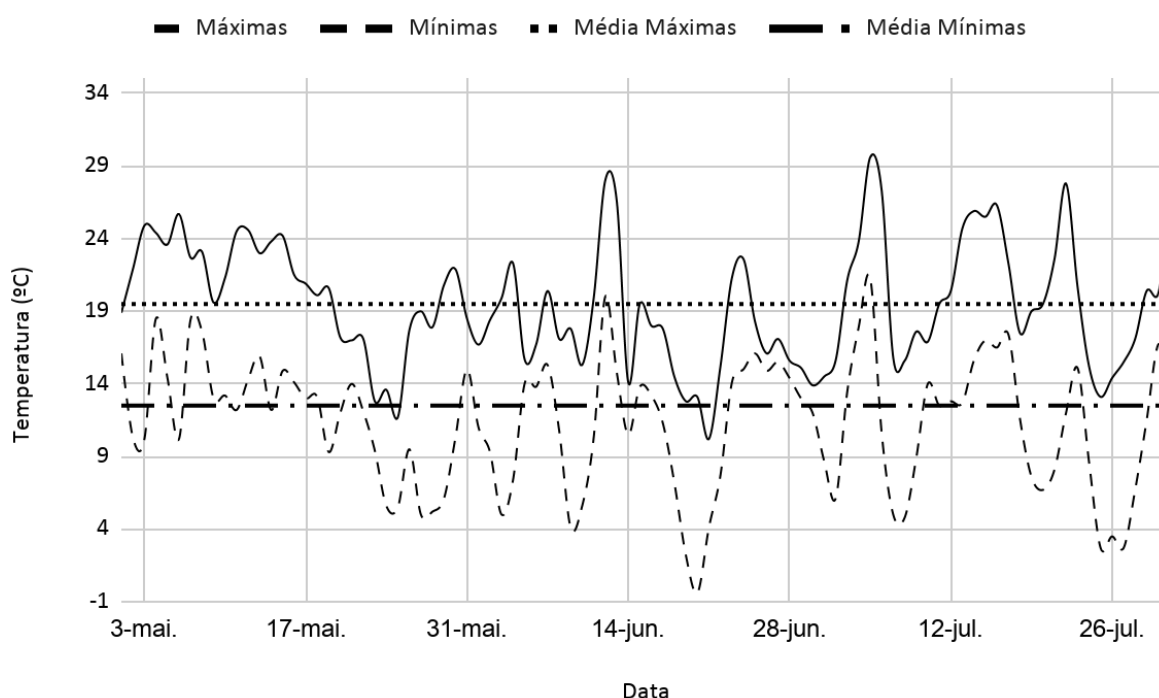
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os parâmetros produtivos dos peixes ao final do presente estudo (Tabela 3), demonstram que os juvenis de jundiá ao cultivo em tanques-rede na região Central do Rio Grande do Sul no período de outono-inverno, se mantiveram em crescimento e apresentaram alta sobrevivência, mesmo com temperaturas baixas (Média mínimas



12,05 °C; Média máximas 19,5 °C), (Figura 1), onde essa faixa de temperatura é limitante para o cultivo de muitas espécies. Os resultados também evidenciaram que jundiás nessa fase e sistema de cultivo, respondem significativamente ao aumento do nível proteico da dieta, uma vez que o peso final, comprimento, biomassa, taxa de crescimento específico e ganho em peso relativo aumentaram de acordo com o acréscimo percentual de proteína bruta da dieta (Tabela 3).

Figura 1. Variações da temperatura ambiental ao longo do período experimental (Santa Maria-RS (29° 41'S e 53° 48' W)



Fonte: INMET, 2020.

Tabela 3 - Parâmetros produtivos do jundiá em tanques-rede alimentadas com três níveis de proteína bruta na dieta.

Variáveis	Nível de proteína bruta (%)		
	32	36	45
Ganho de peso (g)	31,96±1,34 <sup>b</sup>	34,05±1,39 <sup>ab</sup>	37,35±1,37 <sup>a</sup>
Comprimento total (cm)	14,53±0,15 <sup>b</sup>	14,83±0,27 <sup>ab</sup>	15,23±0,13 <sup>a</sup>
Biomassa (g)	4165,67±173,04 <sup>b</sup>	4483,67±212,03 <sup>ab</sup>	4843,00±152,17 <sup>a</sup>
Taxa de crescimento específico (%/dia)	1,06±0,04 <sup>b</sup>	1,13±0,04 <sup>ab</sup>	1,23±0,04 <sup>a</sup>
Ganho de peso relativo (%)	162,66±10,59 <sup>b</sup>	180,66±11,59 <sup>a</sup>	207,00±11,53 <sup>a</sup>
Conversão alimentar aparente	1,50±0,06	1,47±0,07	1,37±0,03
Fator de condição	1,04±0,01	1,04±0,03	1,05±0,01

Sobrevivência (%)	99,00±0,00 <sup>a</sup>	99,00±0,57 <sup>ab</sup>	98,00±0,57 <sup>b</sup>
-------------------	-------------------------	--------------------------	-------------------------

Fonte: Elaborado pelos autores. Valores expressos em média ± desvio padrão (n=3). Médias seguidas de letras na linha, representam diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0.05).

Segundo Meyer e Fracalossi (2004), a exigência proteica para jundiás de 1,52 g e 5,55 cm (avaliada com dietas semi-purificadas) varia entre 32,6 e 37,3% e tem estreita relação com o teor energético das dietas. Porém com dietas práticas essa exigência pode aumentar, uma vez que os nutrientes são absorvidos de maneira mais lenta e seu aproveitamento é influenciado por fatores intrínsecos aos ingredientes utilizados. No caso deste estudo, os maiores índices de crescimento foram observados para jundiás alimentados com dietas contendo 36 e 45% de proteína bruta, níveis acima dos citados por Meyer e Fracalossi (2004), o que pode ser reflexo tanto da composição da dieta utilizada, quanto do período em que o experimento foi realizado.

Resultados similares foram encontrados por Melo et al. (2006) ao testarem diferentes níveis de proteína para a mesma espécie (32 ± 3,0 g), evidenciando crescimento significativamente maior com o aumento do nível proteico da dieta. Porém, é importante lembrar que os parâmetros de desempenho analisados de maneira isolada nem sempre são indicativos confiáveis da necessidade proteica dos peixes, uma vez que estes tendem ao melhor crescimento quando aumentado o aporte nutricional da dieta, mas estes reflexos nem sempre são observados no rendimento e deposição muscular. Isso é evidenciado quando observamos a maior deposição de gordura corporal nos jundiás alimentados com a dieta contendo 45% de proteína bruta (Tabela 4). Tal resultado demonstra que a maior densidade nutricional da dieta foi convertida em energia de reserva, depositada na forma de gordura corporal. Segundo Wilson (2002) as proteínas são os principais componentes dos tecidos e quando digeridas, são hidrolisadas em aminoácidos, destinados à formação de novas proteínas (NELSON; COX, 2017). Dietas com carência em proteína podem causar redução no crescimento dos animais, porém o excesso pode ser utilizado como fonte energética, o que possivelmente ocorreu com os jundiás que receberam dieta com 45% de proteína.

A composição corporal dos peixes pode ser influenciada pelos componentes nutricionais incluídos na dieta, assim as variações nos teores proteicos e lipídicos da alimentação, promovem alteração nas suas proporções corporais (JUSTI et al., 2003;

SALHI; BESSONART, 2011; HONORATO et al., 2013). Como os teores de ambos são maiores na referida dieta (Tabela 1), são apontados como a causa da maior deposição de gordura corporal nestes animais.

Tabela 4 - Composição corporal e deposição de nutrientes em jundiás cultivados em tanques-rede com diferentes níveis de proteína bruta na dieta.

Variáveis	Nível de proteína bruta (%)		
	32	36	45
Proteína Bruta (%)	12,25±0,7 7	13,60±1,2 6	12,61±1,2 2
Gordura (%)	9,72±0,93	9,80±0,64	10,68±0,8 3
Cinzas (%)	3,08±0,21	2,93±0,41	2,76±0,37
Deposição de proteína corporal (g)	2,32±0,33	3,04±0,61	3,10±0,35
Deposição de gordura corporal (g)	2,40±0,34 b	2,62±0,17 ab	3,27±0,28 a

Fonte: Elaborado pelos autores. Valores expressos em média ± desvio padrão (n= 3). Médias seguidas de letras na linha, representam diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0.05).

Apesar de proporcionar parâmetros produtivos superiores, a dieta contendo 45% PB levou a menor rendimento de carcaça dos jundiás (Tabela 5), como consequência dos maiores índices digestivosomático, hepatossomático e de gordura visceral. As mesmas constatações também foram válidas para os jundiás que receberam 36%PB na dieta (Tabela 5). Estes resultados estão de acordo com Mathis et al. (2003), que afirmam que o rendimento de carcaça geralmente diminui com o aumento do peso das vísceras. O aumento destes índices, provavelmente esteja relacionado ao excesso de proteína na dieta, que acarreta em maior necessidade do animal em metabolizar este nutriente e, por consequência, em maior esforço do fígado e trato digestório, o que se traduz em acúmulo de gordura visceral e corporal (Tabela 5 e 4).

Tabela 5 - Rendimento corporal e índices somáticos de jundiás cultivados em tanques-rede com diferentes níveis de proteína bruta na dieta.

Variáveis (%)	Nível de proteína bruta (%)		
	32	36	45
Rendimento corporal	81,09±1,1 4 <sup>a</sup>	80,84±0,9 9 <sup>b</sup>	80,92±0,3 7 <sup>b</sup>
Índice digestivosomático	4,74±0,36 <sup>b</sup>	4,80±0,33 <sup>a</sup> b	5,26±0,52 <sup>a</sup>
Índice hepatossomático	3,20±0,40 <sup>a</sup>	3,03±0,25 <sup>b</sup>	2,51±0,18 <sup>b</sup>
Índice de gordura visceral	2,71±0,77 <sup>b</sup>	3,07±0,46 <sup>a</sup>	3,76±1,12 <sup>a</sup>

Fonte: Elaborado pelos autores. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão ( $n=3$ ). Médias seguidas de letras na linha, representam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P<0.05$ ).

Modificações nas variáveis plasmáticas evidenciam a situação do metabolismo dos animais, tornando possível detectar alterações no funcionamento dos órgãos frente a condição nutricional, fisiológica e metabólica (HIGUCHI et al., 2011). Neste estudo não foram observadas alterações dos metabólitos plasmáticos dos peixes (Tabela 6), indicando que as dietas ofertadas supriram os nutrientes necessários para atender a exigência metabólica. Entretanto, os animais submetidos a dieta contendo 32%PB precisaram dispor de modificações fisiológicas e hepáticas (DSI e HSI) para suprir o déficit de proteína e, mesmo assim, apresentaram crescimento inferior aos que receberam maiores níveis proteicos. Diferente do observado para o matrinxã (*Brycon cephalus*) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*), onde observou-se aumento da glicose plasmática com a elevação da proteína da dieta (VIEIRA et al., 2005; ABIMORAD et al., 2007).

Tabela 6 - Variáveis plasmáticas de jundiás cultivados em tanques-rede com diferentes níveis de proteína bruta na dieta.

Variáveis	Níveis de proteína bruta (%)		
	32	36	45
Glicose (mg/gL)	42,72 $\pm$ 14,51	40,74 $\pm$ 13,09	33,91 $\pm$ 9,03
Albumina (g/dL)	1,22 $\pm$ 0,73	1,31 $\pm$ 0,23	1,13 $\pm$ 0,51
Aminoácidos livres (mmol/dL)	9,79 $\pm$ 2,49	8,72 $\pm$ 1,02	11,16 $\pm$ 1,40

Fonte: Elaborado pelos autores. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão ( $n=3$ ). Médias seguidas de letras na linha, representam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $P<0.05$ ).

Semelhante ao observado no presente estudo, Higuchi et al. (2011), avaliando diferentes níveis de proteína e energia da dieta de jundiás (442 g), não observaram diferenças entre os parâmetros plasmáticos de glicose e albumina. Modificações nos teores de albumina são evidenciadas mais frequentemente quando se utilizam diferentes fontes proteicas, indicando a qualidade aminoacídica da proteína dietética (NELSON; COX, 2017). Possivelmente a ausência de alterações nessas variáveis se deve a utilização dos mesmos ingredientes nas dietas, modificando apenas o teor proteico.

A temperatura de conforto térmico do jundiá está entre 18 e 28° C (FRACALOSSO et al., 2002; SANTOS; MEURER 2020), mas ao contrário das espécies tropicais, estes apresentam tolerância a temperaturas mais baixas quando cultivados

em viveiros de terra (BALDISSEROTTO; RADÜNZ NETO, 2005). Neste estudo observamos que o mesmo acontece no cultivo em tanques-rede, pois mesmo a temperatura média do período ficando entre 16 - 17 °C, os animais não cessaram a alimentação, apresentando crescimento satisfatório e alto percentual de sobrevivência durante todo o período experimental.

Quando criados comercialmente, o aumento da lotação favorece o surgimento de enfermidades em peixes causadas pelo estresse. Uma das dificuldades no cultivo do jundiá está relacionado ao controle do protozoário *Ichthyophthirius multifiliis*, principal parasita que acomete a espécie, principalmente nas fases iniciais. Segundo Carneiro (2004) a criação do jundiá em tanques-rede é uma alternativa para produção em locais onde a instalação de sistemas convencionais não é possível, favorecendo a utilização de áreas ociosas. Entretanto, o autor relata restrições ao início do cultivo de jundiás neste sistema, não recomendando a utilização de peixes menores que 12 - 15cm, sob risco de infestação dos jundiás pelo protozoário supracitado. No presente estudo foram utilizados animais de tamanho médio menor do que a recomendação do autor e mesmo com as baixas temperaturas atingidas no decorrer do período experimental, não houve infestação dos jundiás pelo protozoário *Ichthyophthirius multifiliis*, o que é evidenciado pela alta sobrevivência observada ao final do experimento.

Apesar de terem menor desempenho que os demais tratamentos, os jundiás alimentados com dieta contendo 32% de PB apresentaram maior sobrevivência e rendimento de carcaça, aliado a menor deposição de gordura e índices digestivo e hepatossomáticos. Tais resultados indicam que não há excesso de nutrientes nessa dieta, pois caso contrário, haveria acúmulo de gordura como ocorreu nos demais tratamentos (Tabela 4 e 5). Mesmo os demais tratamentos tendo proporcionado índices de desempenho superiores, pode-se perceber que não refletiram em maior deposição muscular (Tabela 4) e sim em deposição de gordura corporal e visceral (Tabela 4 e 5), o que acaba reduzindo a eficiência produtiva dos animais.

Assim, a utilização de dietas com teor proteico reduzido (32%) se torna opção viável para o cultivo de juvenis de jundiá em tanques-rede no período de outono-inverno, proporcionando a manutenção dos animais nesse período mesmo que com crescimento reduzido. Essa situação tende a ser equilibrada com o aumento gradativo da temperatura, que pode refletir em crescimento compensatório, fenômeno muito comum em peixes submetidos a alterações climáticas sazonais (WANG et al., 2000).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o cultivo de juvenis de jundiás em tanques-rede no período do outono-inverno, nossos resultados apontam necessidade de maior densidade proteica nas dietas (de 36% a 45% PB), com vistas ao adequado desempenho dos animais. Ressalta-se porém, que a densidade nutricional da ração ofertada também deve ser pautada no custo-benefício da produção.

Os jundiás que receberam 36% de proteína bruta na dieta não apresentaram grandes diferenças estatísticas significantes em relação aqueles que receberam 45%, o que está em acordo com a faixa de proteína indicada por Signor et al. (2004) e Freitas et al. (2011) para a espécie. Esse nível de inclusão pode parecer ser mais atrativo para utilização, uma vez que pode diminuir o custo com alimentação e também evitar o excesso de compostos nitrogenados liberados no ecossistema, entretanto não é possível postular qual grau proteico é o mais indicado para o jundiá cultivado em tanque-rede no período em questão, pois ambos demonstraram efetividade, ficando sua aplicação relacionada às demandas específicas de cada planejamento produtivo.

## REFERÊNCIAS

ABIMORAD, Eduardo Gianini; CARNEIRO, Dalton Jose; URBINATI, Elisabeth Criscuolo. Growth and metabolism of pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887) juveniles fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquaculture Research** v. 3, p. 36-44, 2007. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2109.2006.01621.x> Acesso em: 28 set. 2020.

ADORIAN, Taida Juliana; MOMBACH, Patrícia Ines; GOULART, Fernanda Rodrigues; PIANESSO, Dirliene; FAGUNDES, M B; WAGNER, R; LAZZARI, Rafael; NETO, Radünz João; SILVA, Leila Picolli. Effect of sex and protein level on the intermediary metabolism, growth, deposition of nutrients and profile of volatile compounds of silver catfish (*Rhamdia quelen*). **Aquaculture Nutrition**, v. 24, p. 793-801, 2017. Disponível em <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/anu.12608>. Acesso em: 28 set. 2020.

AOAC. Association of official analytical chemists. **Official Methods of Analyses of the AOAC International**. 16 ed. Supplement 1998. Washington: AOAC, 1995.1018 p.

ASSOCIATION AMERICAN VETERINARY MEDICAL (AVMA). 2013. **Guidelines on Euthanasia**. Association American Veterinary Medical, 102 p.

BALDISSEROTTO, Bernardo; NETO, Radünz João; Jundiá (*Rhamdia* sp.). In: Baldisserotto, Bernardo; Gomes, Levy carvalho.(Eds), **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**, Santa Maria: Editora UFSM, Santa Maria, Brasil, p. 303-319, 2005.

BARROSO, Danilo Costa; ALMEIDA-VAL, Vera Maria; VAL, Adalberto Luis. Temperature and food availability alters the physiology and aerobic capacity of tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 245, p. 110704, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1095643320300568>. Acesso em: 28 set. 2020.

BILLER, Jaqueline Dalbello. There is more than one way of feeding carnivorous fish: Surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*) are able to cope with carbohydrates rich diets, but there is a trade-off between growth and immunity. **Animal Feed Science and Technology**, v. 262, p. 1-12, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840119301440>. Acesso em: 28 set. 2020.

BLIGH EG AND DYER WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**. v. 37, p. 911-917.1959. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/y59-099> Acesso em: 18 set. 2020.

CARNEIRO, P. C. F. **A produção do jundiá em cativeiro**. In: BALDISSEROTTO Bernardo; NETO, RADÜNZ, João (Eds), Criação do jundiá, Santa Maria: Ed. UFSM, Santa Maria, Brasil, p. 117-141, 2004.

COLDEBELLA, I. J; RADÜNZ NETO, J; MALLMANN, C. A; VEIVERBERG, C. A; BERGAMIN, G. T; PEDRON, F. A; FERREIRA, D; BARCELLOS, L. J. G. The effects of different protein levels in the diet on reproductive indexes of *Rhamdia quelen* females. **Aquaculture**, v. 312, p.137-144, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848610008653> Acesso em: 18 set. 2020.

DIAS, J. A. R; ABE, H. A; SOUSA, N. C; COUTO, M. V. S; CORDEIRO, C. A. M; MENESES, J. O; FUJIMOTO, R. Y. Dietary supplementation with autochthonous *Bacillus cereus* improves growth performance and survival in tambaqui *Colossoma macropomum*. **Aquaculture Research**, v.49, p. 3063-3070, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1104886/dietary-supplementation-with-autochthonous-bacillus-cereus-improves-growth-performance-and-survival-in-tambaqui-colossoma-macropomum>. Acesso em: 18 set. 2020.

DIEMER, Odair; BOSCOLO, Wilson Rogério; SIGNOR Arcangelo Augusto; SARY, Cesar; NEU, Daclely Hertes; FEIDEN, Aldi. Níveis de fósforo total na alimentação de juvenis de jundiá criados em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária**, v. 41, n. 4, p. 559-563, 2011. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-40632011000400017&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-40632011000400017&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 22 set. 2020.

FANTINI, Letícia; CORREA, Ruy; MARTINS, Thiago; LAICE, Laice. M; SERALFIN, Guilherme. N; SILVA, André; POVL, Jayme. A. Growth curve comparison of native fish cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) and cachapinta hybrid (*P. reticulatum* x *Pseudoplatystoma corruscans*). **Aquaculture**, v. 506, p. 70-74, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848618319331>. Acesso em: 22 set. 2020.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **A Situação Mundial da Pesca e Aqüicultura 2020 . Sustentabilidade em ação**. Roma, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca9229en>. Acesso em: 22 set. 2020.

FRACALOSSI, Débora Machado; CYRINO, José Eurico Possebon. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aqüicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, 2012. 250p.

FRACALOSSI Débora Machado; ZANIBONI, FILHO; MEURER, S. No rastro das espécies nativas. **Panorama da Aqüicultura**, v. 12, p. 43-49, 2002. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/304348334\\_No\\_rastro\\_das\\_especies\\_nativas](https://www.researchgate.net/publication/304348334_No_rastro_das_especies_nativas) as Acesso em: 22 set. 2020.

FREITAS, Jakeline Marcela Azambuja; SARY, Cesar; LUCHESI, Júnior Dasoler; FEIDEN, Aldi; BOSCOLO, Wilson Rogério. Proteína e energia na dieta de jundiás criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2628-2633, 2011. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1516-35982011001200002&lng=pt&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1516-35982011001200002&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 15 out. 2020.

FRISSE, Rosimery Menezes; MATOS,, Flávia Tavares; MORO, Giovanni Vitti; MATOS, Bruno Oliveira. Stocking density of Amazon fish (*Colossoma macropomum*) farmed in a continental neotropical reservoir with a net cages system. **Aquaculture**, v. 529, p. in press, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004484862031663X>. Acesso em: 15 out. 2020.

HIGUCHI, Leticia Hayashi; FEIDEN Aldi, MALUF, Marcia Luzia Ferrarezi; DALLAGNOL, Jackeline Marcante; ZAMINHAN, Micheli; BOSCOLO, Wilson Rogério. Avaliação eritrocitária e bioquímica de jundiás (*Rhamdia quelen*) submetidos à dieta com diferentes níveis protéicos e energéticos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, p. 70-75, 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/50985057\\_Avaliacao\\_eritrocitaria\\_e\\_bioquimica\\_de\\_jundias\\_Rhamdia\\_quelen\\_submetidos\\_a\\_dieta\\_com\\_diferentes\\_niveis\\_proticos\\_e\\_energeticos](https://www.researchgate.net/publication/50985057_Avaliacao_eritrocitaria_e_bioquimica_de_jundias_Rhamdia_quelen_submetidos_a_dieta_com_diferentes_niveis_proticos_e_energeticos). Acesso em: 15 out. 2020.

HONORATO, Claudia Aparecida; NUNES, Cleujosi da Silva; CARRILH, Elma Neide Vasconcelos Martins; MORAES, Gilberto. Efeito do processamento de dietas com diferentes níveis de carboidratos e lipídeos sobre a composição corporal e perfil de ácidos graxos do filé do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n.1, p. 49-58, 2013. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1809-68912013000100007](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-68912013000100007). Acesso em: 15 out. 2020



INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Página eletrônica. Disponível em: [www.https://portal.inmet.gov.br/](http://www.https://portal.inmet.gov.br/). Acesso em: 20 de outubro de 2020.

JUSTI, K. C; HAYASHI, C; VISENTAINER, J. V; SOUZA, N. E; MATSUSHITA, M. The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. **Food Chemistry** 80:489-493, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814602003175>. Acesso em: 15 out. 2020

KHAN, Kifayat Ullah; GOUS, Robert Mervyn; MANSANO, Cleber Fernando M; NASCIMENTO, Thiago Matias T; ROMANELI, Rafael de S; RODRIGUES, Andressa Tellechea; SAKUMORA, Nilva Kazue; FERNANDES, João Batista K. Response of juvenile pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) to balanced digestible protein. **Aquaculture Research**, v. 51, p. 3729-3740, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/are.14722>. Acesso em: 15 out. 2020

LAZZARI, Rafael; BALDISSEROTTO, Bernardo. Excreção de nitrogênio e fósforo em pisciculturas. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 4, p. 591-600, 2018.  
LEHNINGER A. 2007. Aminoácidos, peptídios e proteínas. In: Nelson DL and Cox MM. (Eds), **LEHNINGER: Princípios de bioquímica**. 4. ed. São Paulo: Ed. Salvier, cap. 2, p. 74-111.

MARTINELLI, Suziane Ghedini; RADÜNZ NETO, João; SILVA, Leila Picolli; BERGAMIN, Giovane Taffarel; MASCHIO, Daniel; DELLA FLORA, Marco Aurélio Lopes; NUNES, Lucas. Mesquita da Costa; POSSANI, Glauber. Densidade de estocagem e frequência alimentar no cultivo de jundiá em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 871-877, 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/971745/densidade-de-estocagem-e-frequencia-alimentar-no-cultivo-de-jundia-em-tanques-rede>. Acesso em: 15 out. 2020

MATHIS, N; FEIDT, C; BRUN-BELLUT, J. Influence of protein/energy ratio on carcass quality during the growing period of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). **Aquaculture**, v. 217, p. 453-464, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848602001229>. Acesso em: 15 out. 2020

MELO, José Fernando Bibiano; LUNDSTEDT, Licia Maria; METÓN, Isidoro; BAANANTE, Isabel Vázquez; MORAES, Gilberto. Effects of dietary levels of protein on nitrogenous metabolism of *Rhamdia quelen* (Teleostei: Pimelodidae). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**, v.145, p.181-187, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1095643306002741>. Acesso em: 15 out. 2020

MEYER, Gustavo; FRACALLOSSI, Débora Machado. Protein requirement of jundiá fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, v.

240, p. 331-343, 2004. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300974448>. Acesso em: 02 out. 2020

NELSON, David L; COX, Michael. **Lehninger Principles of Biochemistry**, 7th ed. (W. H. Freeman, 2017).

NETO, Rafael Vilhena Reis; HASHIMOTO, Diogo Teruo; CORRÊA, Camila Fernandes; ENKE, Dariane Beatriz Schoffen; GERVAZ, Washington Rocha; LATTANZI, Gabriel Rinaldi. Performance of tambacu hybrid ( $\sigma$  *Piaractus mesopotamicus* x  $\text{f}$  *Colossoma macropomum*) and its parental pacu (*Piaractus mesopotamicus*) evaluated in cages under different feeding programmes. **Aquaculture Reports**, v.17, p. 100355, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352513419303229>. Acesso em: 02 out. 2020

OLIVEIRA, Katia R. B; SEGURA, JULIO G; OLIVEIRA, BEATRIZ A; MEDEIROS, Adja Cristina L; ZIMBA, Rosa D; VIEGAS, ELISABETE M. M. Distillers' dried grains with soluble in diets for Pacu, *Piaractus mesopotamicus* juveniles: Growth performance, feed utilization, economic viability, and phosphorus release. **Animal Feed Science and Technology**, v. 262, p. 114393, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840118315402>. Acesso em: 02 out. 2020

PEDRON, Fabio de Araújo; RADÜNZ NETO, João; EMANUELLI, Tatiana; SILVA, Leila Picolli; LAZZARI, Rafael; CORRÊA, Viviani; BERGAMIN, Giovane Taffarel; VEIVERBERG, Cátia Aline. Cultivo de jundiás alimentados com dietas com casca de soja ou de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 93-98, 2008. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2008000100012](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2008000100012). Acesso em: 02 out. 2020

PEDROSA, Ricardo Uriel; MATTOS, Bruno Olivetti; COSTA, Denise Soledade Pereira; RODRIGUES, Marcelo Luiz; BRAGA, Luis Gustavo Tavares; Fortes-Silva, Rodrigo. Effects of feeding strategies on growth, biochemical parameters and waste excretion of juvenile arapaima (*Arapaima gigas*) raised in recirculating aquaculture systems (RAS). **Aquaculture**, v. 500, p. 562-568, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.10.058>. Acesso em: 02 out. 2020

PEREIRA, Gabriela do Vale; PEREIRA, Scheila Anelise; SOARES, Arno; MOURIÑO, José Luiz Pedreira; MERRIFIELD, Daniel. Autochthonous probiotic bacteria modulate intestinal microbiota of Pirarucu, *Arapaima gigas*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.50, p. 1152-1167, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jwas.12638>. Acesso em: 02 out. 2020

PORTZ, Leandro; FURUYA, Wilson Massamitu. Energia, proteína e aminoácidos. In: FRACALOSI DM AND CYRINO JEP. (Eds), **NUTRIAQUA: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aqüicultura brasileira**. Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, Florianópolis, 2012. cap. 4, p. 65-77.

REIDEL, Adilson; BOSCOLO, Wilson Rogerio; FEIDEN, Aldi; ROMAGOSA, Elisabeth. The effect of diets with different levels of protein and energy on the

processo final maturation of the gametes of *Rhamdia quelen* stocked in cages.

**Aquaculture**, v. 298, p. 354-359, 2010b. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0044848609009211>. Acesso em: 02 out. 2020

REIDEL, Adilson; ROMAGOSA, Elisabeth; FEIDEN, Aldi; BOSCOLO, Wilson Rogério; COLDEBELLA, A; SIGNOR, Arcangelo Augusto. Rendimento corporal e composição química de jundiás alimentados com diferentes níveis de proteína e energia na dieta, criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 233-240, 2010a. Disponível em:

[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982010000200001](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982010000200001). Acesso em: 02 out. 2020

SA, R; POUSAO-FERREIRA, P; OLIVA-TELES, A. Effect of dietary protein and lipid levels on growth and feed utilization of white sea bream (*Diplodus sargus*) juveniles.

**Aquaculture Nutrition**, v. 12, p. 310-321, 2006. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2095.2006.00434.x>. Acesso em: 02 out. 2020

SALHI, Maria; BESSONART, Martin. Growth, survival and fatty acid composition of *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard, 1824) larvae fed on artificial diet alone or in combination with *Artemia* nauplii. **Aquaculture Research**, v. 44(1), n. 41–49, 2011. Disponível em: 10.1111/j.1365-2109.2011.03004.x. Acesso em: 02 out. 2020

SANTOS, Hanna Karolyna; MEURER, Fabio. Nutrition and Feeding Aspects for Jundiá (*Rhamdia quelen*) *Rhamdia quelen* **Nutrition and Feeding. Reviews in Aquaculture**, v.12, p. 299–309, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.1111/raq.12318>. Acesso em: 02 out. 2020

SIGNOR, Altevir; SIGNOR, Arcangelo Augusto; FEIDEN, Aldi; BOSCOLO, Wilson Rogério; REIDEL, Adilson; HAYASHI, Carmino. Exigência de proteína bruta para alevinos de jundiá *Rhamdia quelen*. **Revista Varia Scientia**, v. 04, n. 08, p. 79-89, 2004. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/variascientia/article/view/725>. Acesso em: 02 out. 2020

SIGNOR, Arcangelo Augusto; NETO, Celso Carlos Buglione; FIGUEIREDO, Elisiane da Silva; SIGNOR, Flavia Renata Potrich; WATANABE, Andre Luiz; FERREIRA, Hellen Krystiane Alves. Manejo alimentar de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) cultivado em tanques-rede: tipos de rações, taxas de arraçoamento e estratégia alimentar. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p.48531-48546, 2020b. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-483>. Acesso em: 02 out. 2020

SIGNOR, Arcangelo Augusto; REIDEL, Adilson; COLDEBELLA, Anderson; FERREIRA, Hellen Krystiane Alves; SIGNOR, Flavia Renata Potrich; NETO, Celso Carlos Buglione. Densidade de estocagem de jundiá (*Rhamdia quelen*) em tanques-rede na fase inicial. **Brazilian Journal of Development**, v.6, p.43975-43985, 2020a. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-132>. Acesso em: 02 out. 2020

SOUSA, Luana Camargo; MOROMIZATO, Basia Schlichting; ALMEIDA, Viviane do Nascimento Santana; MIYASAKI, Celso Tadão; TAKAHASHI, Leonardo Susumo;

SPIES, Joseph R. Colorimetric procedures for amino acids. **Method Enzymol**, v. 3, p. 467-477, 1957.

VALLADÃO, Gustavo Moraes Ramos; GALLANI, Sílvia Umeda; PILARSKI, Fabiana. South American fish for continental aquaculture. **Reviews in Aquaculture**, v. 10. p 351-369, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/raq.12164>. Acesso em: 02 out. 2020

WANG, Yan; CUI, Yibo; YANG, Yunxia; CAI, Fasheng. Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*, reared in seawater. **Aquaculture**, v. 189, p. 101-108, 2000. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02843638> Acesso em: 02 out. 2020

WILSON, Robert P. Aminoacids and Protein. In: HALVER JE AND HARDY RW (Eds), Fish Nutrition, 3 ed., **New York: Academic Press**, New York, USA, cap. 3, p. 144-175, 2002.

## MBBR PARA SISTEMAS DE RECIRCULAÇÃO AQUÍCOLA E SANEAMENTO: VANTAGENS E DESVANTAGENS

Augusto Costa Cardoso<sup>1</sup>; Katt Regina Lapa<sup>2</sup>.

### RESUMO

O trabalho teve o objetivo de apresentar e discutir as vantagens e desvantagens da utilização do reator de leito móvel com biofilme (MBBR) no tratamento de efluentes e fazer um comparativo da sua aplicação na aquicultura e nas estações de tratamento de águas residuárias. Foi levantada bibliografia entre os anos 1992 e 2018 com estudos relacionados as características destes biorreatores, chamados também de biofiltro por possuírem biofilme aderido a materiais suportes para remoção de compostos nitrogenados das águas. O sistema possui vantagens que o torna atrativo em relação a outros biofiltros pois possui alta área para colonização de bactérias, baixa perda de carga e baixo risco de entupimento ou colmatagem do leito, uma vez que os materiais suportes (ou mídias) estão em constante movimento no interior do reator. As diferenças encontradas nos trabalhos evidenciam que o MBBR de aquicultura opera sob uma carga orgânica muito menor do que as aplicadas as demais águas residuárias em saneamento, acarretando em dimensões inferiores do reator, o que resulta em redução de volume, bem como significativa redução do tempo de retenção hidráulica.

**Palavras-chave:** Biofilme. Biorreator. Fluidizado. Aquicultura. Esgoto.

### ABSTRACT

The aim of this study was to show and discuss the advantages and disadvantages of using the moving bed reactor biofilm reactor (MBBR) in the treatment of effluents and to make a comparison of its application in aquaculture and in wastewater treatment plants. A bibliography was collected between the years 1992 and 2018 with studies related to the characteristics of these bioreactors, also called biofilters because they have biofilm adhered to support materials for the removal of nitrogen compounds from the water. The system has advantages that make it attractive in relation to other biofilters because it has a high area for colonization of bacteria, low head loss and low risk of clogging the bed, since the supporting materials (or media) are in constant movement inside the reactor. The differences found in the studies show that the aquaculture's MBBR operates under a much lower organic load than those applied to other wastewater in sanitation, resulting in lower reactor dimensions, which results in volume reduction, as well as a significant reduction in time hydraulic retention.

**Keywords:** Biofilm. Bioreactor. Fluidized. Aquaculture. Sewer

---

<sup>1</sup> Augusto Costa Cardoso: Mestrando em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina. <http://lattes.cnpq.br/0792931138058479>

<sup>2</sup> Katt Regina Lapa: Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos. Professora do departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina. <http://lattes.cnpq.br/1124880386577565>

## INTRODUÇÃO

A falta de espaço para expansão aquícola devido ao uso e ocupação do solo de outras atividades, a disponibilidade limitada de água doce e as preocupações com a poluição são considerados obstáculos importantes para a expansão dos sistemas convencionais de aqüicultura (Badiola et al., 2012).

O RAS foi desenvolvido, primordialmente, como uma tecnologia para cultivo de peixes intensivos, usada quando a disponibilidade de água é restrita, eles permitem que até 90-99% da água seja reciclada, por meio da utilização de diferentes componentes. Esses sistemas permitem ao operador maior controle sobre os parâmetros ambientais de qualidade da água, possibilitando condições ótimas para a piscicultura (Heinen et al., 1996).

Um sistema de recirculação deve conter equipamentos necessários para permitir o equilíbrio dos parâmetros de qualidade de água e a homeostase dos organismos cultivados. Um RAS deverá conter: remoção de sólidos suspensos, também chamado de clarificação da água (ex: sedimentador e filtro de tambor), remoção de compostos orgânicos, principalmente os nitrogenados, como os biofiltros (ex: MBBR, filtros de gotejamento), sistema de desinfecção para redução ou eliminação de patógenos (UV, ozônio) e sistema de desnitrificação (Takeuchi, 2017).

Existem diferentes processos de tratamentos biológicos de águas residuárias que se beneficiam de biofilmes microbioanos para degradar compostos orgânicos indesejáveis na água, como reator de leito móvel com biofilme, filtros de gotejamento, contadores biológicos rotativos, biofiltros submersos de mídia fixa, biofiltros de mídia granular, reatores de leito fluidizado, etc. Todos eles têm suas vantagens e desvantagens (Rusten et al., 2006)

O reator de de leito móvel com biofilme (MBBR, do inglês *moving bead biofilm reactor*) é um processo de tratamento biológico eficaz que foi desenvolvido com base no processo convencional de lodo ativado e reator de leito fluidizado. É um reator de biofilme totalmente misturado e continuamente operado, onde a biomassa cresce em pequenos elementos poliméricos que são um pouco mais leves que a densidade da água e são mantidos em movimento devido a agitação dentro do reator (Ødegaard et al., 1994).

Esse sistema foi desenvolvido na Noruega na década de 1980 com o intuito de reduzir as descargas de compostos nitrogenados proveniente do tratamento do efluente urbano no Mar do Norte. O pequeno porte e a baixa manutenção em

comparação com os problemas operacionais e manutenção associados a filtros de gotejamento e contadores biológicos rotativos o popularizaram nos países europeus (Timmons & Ebeling, 2010).

Esse trabalho teve o objetivo de fazer uma revisão teórica de bibliografias focadas na abordagem de características operacionais do MBBR, analisando suas vantagens, desvantagens e diferenças encontradas no uso da aqüicultura e de águas residuárias.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo fez uma revisão das literaturas entre os anos de 1992 e 2018 que abordam as características operacionais, performance e aplicações do MBBR na aqüicultura e em águas residuárias. As informações foram extraídas por meio de artigos disponíveis na base bibliográfica *Science direct* e de teses e livros encontrados por meio da ferramenta *Google Scholar*.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Características operacionais**

O conceito básico por trás de um MBBR é ter um reator com biofilme em material suporte inerte operado continuamente, com baixo risco de entupimento, baixa perda de carga e elevada área superficial para colonização dos micro-organismos (Odegaard, 2006). A movimentação contínua dos suportes em seu interior, cujos mecanismos empregados estão intimamente relacionados com o regime de aeração do sistema. Em reatores aeróbios, nos quais a injeção de ar ou oxigênio é requerida, pode-se distribuir os dispositivos aeradores de forma a favorecer a agitação do meio através de uma vazão adequada. Alternativamente, em sistemas anóxicos/anaeróbios pode-se utilizar impelidores no tanque, os quais proverão a energia necessária para manter os suportes suspensos e em movimento (CARMINATI, 2016).

A alta área de superfície específica para o crescimento do biofilme é alcançada fazendo com que o biofilme cresça em pequenos elementos transportadores que se movem junto com o fluxo da água no reator. Os elementos transportadores de biofilme mais amplamente utilizados, originalmente desenvolvidos para uso no processo de Leito Móvel Kaldnes, são feitos de polietileno (densidade 0,95 g/cm<sup>3</sup>) e têm a forma de pequenos cilindros com uma cruz dentro do transportador e aletas ao longo do lado externo do transportador (Odegaard, 2006).

O MBBR necessita de espaço para que os materiais suportes se movimentem na coluna d'água e sua performance é intimamente ligada ao volume preenchido por esses materiais (também chamado de mídia no jargão aquícola) no tanque. Segundo Leiknes e Odegaard (2001), normalmente se utiliza 60-70% de ocupação do volume útil do tanque, uma vez que ao utilizar todo o volume compromete-se a movimentação das mídias, favorecendo a produção de zonas anóxicas favorecendo e o crescimento de micro-organismos indesejáveis a performance para nitrificação.

A eficiência dos reatores de leito móvel é relacionada com a aeração envolvida dentro do sistema. A aeração é responsável por promover a turbulência no reator que por sua vez modela a espessura do biofilme presente no sistema. Uma turbulência exagerada pode fazer com que as mídias flutuem demasiadamente e afete o crescimento do consórcio microbiano. Enquanto uma turbulência fraca pode criar zonas anóxicas o que prejudicaria a conversão da amônia ( $\text{NH}_3$ ) em nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ).

### **Vantagens**

Por apresentar um design compacto e de pequeno porte, o MBBR possui a vantagem de ocupar menos espaço do que muitos biofiltros sem perder a eficiência sistemas de remoção de compostos orgânicos. O MBBR apresenta uma produção de lodo reduzida o que dificulta o entupimento do leito. Outro fator importante é que esse sistema possui uma baixa perda de carga diminuindo o gasto de energia elétrica com bombas de recalque.

O desenvolvimento do processo MBBR sempre foi realizado com o objetivo de congrega, em um único sistema, as melhores características do processo de lodo ativado e as melhores características dos processos com biofilmes, deixando de lado as características indesejáveis de cada processo (RUSTEN et al., 2006). Esses sistemas possuem um tempo de detenção hidráulico elevado (12-24h); tanques com grandes dimensões para tratar o efluente; problemas de assentamento do lodo devido os sólidos não se compactarem bem no fundo prejudicando o processo de clarificação; necessidade de reciclar o lodo; por vezes necessita de um pós-tratamento devido problemas relacionados a compactação do lodo.

O processo MBBR é diferente de outros processos com biofilme, pois este a maior parte do volume útil do reator para o crescimento microbiano, a perda de carga é muito reduzida e não necessita de reciclo de lodo, como ocorre em sistemas de lodo ativado, visto que o crescimento da biomassa se dá em suportes que se movem



livremente no volume reacional. Outra vantagem do MBBR é que necessita de menor área para tratar a mesma carga, quando comparado com lodo ativado. Além disso, reatores já existentes podem ser equipados e adaptados para a configuração MBBR com modificações relativamente pequenas (SALVETTI et al., 2006).

Almada (2012) cita em seu trabalho as principais vantagens do MBBR em relação aos demais sistemas com biomassa aderida que são enumeradas por diversos pesquisadores que avaliaram o MBBR (RUSTEN et al. 2006, SALVETTI et al., 2006; ØDEGAARD, 2006; MCQUARRIE e BOLTZ, 2011), são elas:

- A alta resistência com possibilidade de aplicar altas cargas volumétricas sem promover perdas da biomassa;
- Problemas com entupimento são menos frequentes, colaborando para que o reator não precise de retrolavagens;
- A elevada área interfacial entre biofilme e os substratos e a biomassa aderida contribuem para uma maior eficiência do sistema;
- A flexibilidade de operação e facilidade no escalonamento do sistema; A eficiência do tratamento é pouco dependente das características de separação do lodo, pois a concentração de biomassa a ser separada é pelo menos 10 vezes menor do que a de sistemas convencionais;
- Por dispensar etapas dos processos convencionais de tratamento, os custos de implantação acabam sendo reduzidos;
- Menor sensibilidade ao choque de carga orgânica e hidráulica.

### **Desvantagens**

Uma desvantagem relacionada ao MBBR é que devido à sensibilidade do oxigênio em nitrificar a amônia, os MBBRs devem ser operados em concentrações relativamente altas de oxigênio para atingir eficiências elevadas no processo de nitrificação (Hem et al., 1994 apud Safwat, 2019; Rusten et al., 1994).

Em seu trabalho a respeito dos efeitos da transferência de massa de oxigênio no MBBR para águas residuárias, os autores Jing e Li (2009) constataram que a melhor eficiência na transferência de oxigênio no sistema foi atingida quando a intensidade da aeração foi de 0,3 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> e a taxa de suspensão do material suporte entre 30-50%. Os autores utilizaram um biorreator cilíndrico com 12cm de diâmetro e com volume útil de 2 litros.

Outra desvantagem com a operação de MBBRs sob altas taxas de cargas orgânicas como aquelas encontradas em águas residuárias, é que o caráter de sedimentação da lama do biofilme diminui sob essas condições (Rusten et al., 1992; Odegaard et al., 2000). Como resultado, os sistemas MBBR de alta taxa são frequentemente combinados com coagulação química e floculação, flotação ou com uma etapa do processo de contato de sólidos para remover sólidos, resultando em um sistema de tratamento compacto de alta taxa (Odegaard, 2006).

### Diferenças aqüicultura e águas residuárias

As vantagens do MBBR em águas residuárias são conhecidas há anos por diversos autores (Ødegaard, 2006; Rusten et al., 2006; Salvetti et al., 2006). Na aqüicultura o uso é mais contemporâneo ao de tratamento em águas residuárias mas já se constataram resultados importantes em diversos empreendimentos aquícolas na Europa (Rusten et al., 2006). Apesar da eficiência do MBBR nos dois sistemas, ambos apresentam diferenças em relação ao tipo e a carga do efluente tratado o que modifica algumas dimensões e operações dos biorreatores (tabela 1).

Tabela 1. Valores dos parâmetros dos efluentes encontrados na aqüicultura e em águas residuárias. (TDH: tempo de detenção hidráulica; SS: sólidos em suspensão; N: nitrogênio; P: fósforo; DBO: demanda bioquímica de oxigênio).

Parâmetros	Aqüicultura	Águas residuárias	Referência bibliográfica
TDH (min)	5	180-300	RUSTEN et al., 2006; ODEGAARD, 2006
SS (mg/L)	48-102	755 -1183	ENRIQUEZ, 2018; ODEGAARD, 2006
N (mg/L)	0,63	34,6	RUSTEN et al., 2006 ODEGAARD, 2006
Remocão N(%)	60	85	RUSTEN et al., 2006 ODEGAARD, 2006
P (mg/L)	1,14-0,76	7,1	ENRIQUEZ, 2018; ODEGAARD, 2006
Remocão (%)	33,2	95,8	ENRIQUEZ, 2018; ODEGAARD, 2006
Vazão de ar (L/min)	50	635000	ENRIQUEZ, 2018; OLIVEIRA et al., 2013
DBO	3,36 mg/l	2900 kg/d	ENRIQUEZ, 2018; ODEGAARD, 2006

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em seu estudo de revisão sobre os MBBRs e suas diferentes aplicações, Rusten et al. (2006) expuseram o exemplo de testes realizados em fazendas de cultivo de *Scophthalmus maximum* em Portugal onde as plantas tinham 33 m<sup>3</sup> de volume útil com 3m de profundidade de água e preenchido de 55 a 72% com suporte K1. Nesse

experimento, o tempo de retenção hidráulica foi 4,7 minutos e conseguiu remover cerca de 60% do nitrogênio total.

Em contraste com o baixo tempo de detenção hidráulica encontrada nos experimentos de aqüicultura, o trabalho de Odegaard (2006) mostrou o funcionamento de alguns reatores em estações de tratamento de esgoto na Noruega onde é possível observar que em um dos sistemas o TDH foi de até 300 min evidenciando que em sistemas de tratamento de águas residuárias a cargas dispostas são muito elevadas demandando mais tempo para remover os compostos nitrogenados.

Os sólidos em suspensão (SS) de águas residuárias e aqüicultura destoam bruscamente, isso é possível notar ao analisar os resultados obtidos no estudo de Enriquez (2018) onde o autor avalia a eficiência na remoção de matéria orgânica, compostos nitrogenados e fósforo em sistema experimental de piscicultura. Nesse estudo, o autor utilizou dois MBBRs com volume útil de 0,020 m<sup>3</sup> e obteve uma taxa de sólidos em suspensão alta para cultivos de peixes, na qual encontrou valores de 48mg/L em um reator e 102 mg/L no outro reator. A planta do reator do estudo de Odegaard (2006) tinha uma área de 600m<sup>2</sup> e um volume total do MBBR de 3840 m<sup>3</sup> e apresentou um aporte de sólidos em suspensão variando entre 755 -1183 mg/L.

Devido ao alto aporte de cargas orgânicas encontradas nas águas residuárias, os valores de nitrogênio total são superiores aos encontrados no efluente de aqüicultura, que por sua vez a maior parte é advinda da ração não consumida e da excreta dos animais. Comparando os valores encontrados por Rusten (2006) no experimento com *Scophthalmus maximum* em Portugal com os resultados adquiridos por Odegaard (2006) na estação de tratamento de águas residuárias, nota-se uma grande diferença de valores onde na piscicultura os valores chegaram a 0,63 mg/L e na estação de tratamento o valor chegou a 34,1 mg/L. No entanto, apesar da diferença de cargas encontradas nos dois sistemas, a remoção de nitrogênio total é formidável para ambos onde na piscicultura a remoção foi de 60% e na estação de tratamento foi de 85%. A diferença entre os valores pode ser relacionada ao TDH que na piscicultura foi menor, e ainda, em estações de tratamento de esgoto pode se utilizar processos que diminuam as cargas orgânicas como a utilização de cloro sendo inviável a utilização desses processos na aqüicultura.

Os níveis de concentração de fósforo seguem a mesma tendência de diferença de concentração do nitrogênio, entretanto, os níveis de remoção dos MBBRs utilizados nas estações de tratamento se mostram superiores aos utilizados na

aquicultura. Enriquez (2018) evidencia que os níveis de remoção no seu estudo foram abaixo do esperado devido a distribuição de oxigênio no sistema. Uma remoção de fósforo eficiente ocorre quando há a presença de zonas anaeróbias grandes, limitando a zona anóxica e a capacidade de desnitrificação, por esse motivo se torna complexo a remoção conjunta do fósforo e do nitrogênio. Usando um reator em batelada sequencial (RBS) com uma única fase aeróbia de 4 horas seguida por período inativo de 4 horas (sedimentação/decantação/repouso), obtiveram-se eficiências de remoção de fósforo acima de 90% ( WANG et al., 2008 apud ENRIQUEZ, 2018).

Por apresentarem plantas com dimensões bem superiores aos MBBRs utilizados na aquicultura, os reatores utilizados em águas residuárias apresentam uma vazão de ar bem elevada como evidenciado no estudo de Oliveira et al (2018). Nesse trabalho os autores avaliaram os custos de implantação de uma unidade MBBR/IFAS e de lodo ativado. Os autores expuseram que um sistema com reator de volume útil de 5.625 m<sup>3</sup> e operando com 50% de volume do meio suporte necessitaria de uma vazão de 635000 L/h.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) costuma ser menor que 50 mg/L em cultivos de tilápia convencionais (Enriquez, 2018). No trabalho exposto os valores de DBO na aquicultura foram baixos mas o sistema apresentou uma capacidade remoção média de 44,5% chegando a alcançar 64% no período de estudo o que indica que os reatores MBBR são eficientes na retirada de compostos orgânicos nos sistemas aquícolas. A alta taxa observada na estação de tratamento na Noruega evidencia que nesses sistemas a carga orgânica é extremamente elevada o que acaba refletindo em maiores tempos de retenção hidráulica e maiores níveis de oxigenação nos reatores.

## **CONCLUSÃO**

O MBBR é um sistema de remoção de compostos orgânicos com diversas vantagens pois combina os processos de biofilme suspenso e lodo ativado o que produz um reator com baixa perda de carga, baixo risco de entupimento e uma elevada área de colonização de bactérias o que melhora significativamente remoção de compostos nitrogenados. O sistema de aeração é um fator crucial do reator que precisa ser operado continuamente e com elevadas vazões de ar o que acarreta no aumento do consumo de energia, principalmente se o sistema for submetido a cargas elevadas como ocorre em águas residuárias.

As diferenças existentes entre o uso do MBBR na aquicultura e seu uso empregado nas estações de tratamento de águas residuárias são bastante evidentes, principalmente devido ao aporte de cargas orgânicas nesse último ser bem superior em relação aos efluente de aquicultura.

## REFERÊNCIAS

- ALMADA, R. B., 2012, Avaliação de Reatores de Leito móvel com biofilme (MBBR) em série para tratamento de diferentes efluentes de refinaria de petróleo visando ao reúso industrial. Tese de doutorado., PEQ/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Badiola, M., Mendiola, D., & Bostock, J. (2012). Recirculating Aquaculture Systems (RAS) analysis: Main issues on management and future challenges. *Aquacultural Engineering*, 51, 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.07.004>
- CARMINATI, H. B., 2016, Modelagem e Otimização de Sistemas MBBR para Tratamento de Efluentes. Dissertação de M.Sc., PEQ/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- ENRIQUEZ, Y. A. M.; 2018. Remoção de nitrogênio e fósforo de efluentes da atividade piscícola em sistema fechado em reatores de leito móvel com biofilme. Tese de doutorado., Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, SP, Brasil.
- Heinen, J. M., Hankins, J. A., & Adler, P. R. (1996). Water quality and waste production in a recirculating trout- culture system with feeding of a higher-energy or a lower-energy diet. *Aquaculture Research*, 27(9), 699–710. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1996.tb01305.x>
- Jing, J. Y., Feng, J., & Li, W. Y. (2009). Carrier effects on oxygen mass transfer behavior in a moving-bed biofilm reactor. *May*, 618–623. <https://doi.org/10.1002/apj>
- Leiknes, T., & Ødegaard, H. (n.d.). MOVING BED BIOFILM MEMBRANE REACTOR ( MBB-M-R ): CHARACTERISTICS AND POTENTIALS OF A HYBRID PROCESS.
- Mcquarrie, J. P., & Boltz, J. P. (2011). *Moving Bed Biofilm Reactor Technology ; Process Applications , Design , and Performance*. <https://doi.org/10.2175/106143010X12851009156286>
- Ødegaard, H. (2006). Innovations in wastewater treatment: The moving bed biofilm process. *Water Science and Technology*, 53(9), 17–33. <https://doi.org/10.2166/wst.2006.284>
- Odegaard, H., Gisvold, B., and Strickland, J. 2000. The influence of carrier size and shape in the moving bed biofilm process. *Water Science & Technology*, 41(4-5): 383-391.
- Odegaard, H., Rusten, B., and Westrum, T. 1994. A new moving bed biofilm reactor – applications and results. *Water Science & Technology*, 29(10-11): 157-165.

Oliveira, D. V. M. de, Volschan, I., & Piveli, R. P. (2013). Avaliação comparativa entre custos dos processos MBBR/IFAS e lodo ativado para o tratamento de esgoto sanitário. *Revista DAE*, 61(193), 46–55. <https://doi.org/10.4322/dae.2014.110>

Rusten, B., Odegaard, H., and Lundar, A. 1992. Treatment of dairy wastewater in a novel moving bed biofilm reactor. *Water Science & Technology*, 26(3-4): 703-711.

Rusten, B., Eikebrokk, B., Ulgenes, Y., & Lygren, E. (2006). Design and operations of the Kaldnes moving bed biofilm reactors. *Aquacultural Engineering*, 34(3), 322–331. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.04.002>

Rusten, B., Siljudalen, J. G., & Nordeidet, B. (1994). Upgrading to nitrogen removal with the kmt moving bed biofilm process. *Water Science and Technology*, 29(12), 185–195. doi:10.2166/wst.1994.0608

Safwat, S. M. (2019). Moving Bed Biofilm Reactors for Wastewater Treatment: A Review of Basic Concepts *International Journal of Research Moving Bed Biofilm Reactors for Wastewater Treatment: A Review of Basic Concepts*. September. <https://journals.pen2print.org/index.php/ijr/>

Salveti, R., Azzellino, A., Canziani, R., & Bonomo, L. (2006). Effects of temperature on tertiary nitrification in moving-bed biofilm reactors. *Water Research*, 40(15), 2981–2993. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2006.05.013>

Takeuchi, T. (2017). Application of Recirculating Aquaculture Systems in Japan. <http://www.springer.com/series/13529>

Timmons, M. B., & Ebeling, J. M. (2010). *Recirculating Aquaculture 2nd Edition*.