

CIÊNCIAS E INTERDISCIPLINARIDADES:

Desafios, pesquisas e novas perspectivas



Organizadoras:

Anita Rademaker Valença
Poliana Ribeiro dos Santos



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA

ISBN: 978-65-80460-69-4

CIÊNCIAS E INTERDISCIPLINARIDADES: DESAFIOS, PESQUISAS E NOVAS PERSPECTIVAS

Poliana Ribeiro dos Santos

Anita Rademaker Valença

Organizadoras



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA

Editora UFSC

2019

Copyright© 2019 by Universidade Federal de Santa Catarina.

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

Capa: Bysmarck Guedes Fernandes.

Diagramação: Poliana Ribeiro dos Santos.

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.

CONSELHO EDITORIAL:

Aimê Rachel Magenta Magalhães
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Katt Regina Lapa
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Luis Alejandro Vinatea Arana
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Walter Quadros Seiffert
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

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

C569 Ciências e interdisciplinaridades [recurso eletrônico]: desafios, pesquisas e novas perspectivas / organizadoras, Poliana Ribeiro dos Santos, Anita Rademaker Valença. – 1. ed. – Dados eletrônicos. – Florianópolis: Editora UFSC, 2019.
500 p.: gráf., tab., fig.

E-book (PDF).

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

ISBN 978-65-80460-69-4

1. Aquicultura – Pesquisa. 2. Interdisciplinaridade. I. Santos, Poliana Ribeiro dos. II. Valença, Anita Rademaker.

CDU: 639

Elaborada pela bibliotecária Suélen Andrade – CRB-14/1666



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

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:

Aimê Rachel Magenta Magalhães	Gianfrancisco Schork
Alexandra Inês Santos	Janaina Pedron
Aline Brum	Jaqueline Coelho
Anita Rademaker Valença	Jhonis Ernzen Pessini
Ariane Martins	Josiane Ribolli
Bettieli Barboza Da Silveira	Katt Regina Lapa
Bianca Maria Soares Scaranto	Leonardo Castilho-Barros
Caio Magnotti	Leonardo Schorcht Bracony Porto
Carmem Sara Pinheiro De Oliveira	Ferreira
Carolina Antonieta Lopes	Luciane Maria Perazzolo
Cecília De Souza Valente	Marco Shizuo Owatari
Diogo Bessa Neves Spanghero	Mariana Rangel Pilotto
Eduardo De Medeiros Ferraz	Nathália Darminia Aceval Arriola
Eliziane Silva	Poliana Ribeiro Dos Santos
Emilio Mateus Costa Melo	Priscila Costa Rezende
Esmeralda Chamorro Legarda	Rafael De Oliveira Jaime Sales
Filipe A. S. Neves	Scheila Anelise Pereira Dutra
Filipe Cipriano	Tamiris Henrique Ferreira
Flavia Lucena Zacchi	Tania Maria Lopes Dos Santos
Flavio Ribeiro	Walter Quadros Seiffert
Gabriela Soltes Ferreira	

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 77 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 nas seguintes áreas do conhecimento: 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, e, pela Advogada Esp. Poliana Ribeiro dos Santos. 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 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

Sumário

Capítulo 1

NOVO CÓDIGO FLORESTAL: POTENCIALIDADES DO PISCICULTOR NO ACESSO A PROGRAMAS DE PAGAMENTO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) NO ESTADO DE SANTA CATARINA.....11

Bruna Roque Loureiro; Fabiano Müller Silva; Alex Pires de Oliveira Nuñez.

Capítulo 2

OS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO PARA AS DEMANDAS DE ÁGUA PARA ATIVIDADE AQUICULTURA NO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL 24

Izabella Alves Cordeiro de Farias; Bruna Roque Loureiro; Celso Lopes de Albuquerque Júnior; Leonardo Schorcht Bracony Porto Ferreira

Capítulo 3

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE REPRODUTIVA DO HÍBRIDO TAMBACU (♀*Colossoma macropomum* X ♂*Piaractus mesopotamicus*) 34

Washington Rocha Gervaz; Rafael Vilhena Reis Neto; Eduardo Antônio Sanches; Camila Fernandes Correa; Antônio Fernando Gervásio Leonardo; Gabriel Rinaldi Lattanzi; Thaís da Silva Oliveira

Capítulo 4

ASSENTAMENTO REMOTO: NOVAS PERSPECTIVAS NO CULTIVO DE VIEIRAS *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758)..... 52

Robson Cardoso da Costa; Gilberto Caetano Manzoni; Carlos Henrique Araújo de Miranda Gomes; Francisco Carlos da Silva; Claudio Manoel Rodrigues de Melo

Capítulo 5

ETANOL COMO ANESTÉSICO PARA MACHOS DE POLVO *Octopus vulgaris* TIPO II: TEMPO DE INDUÇÃO E COMPORTAMENTO..... 63

Clara Luna de Bem Barreto Cano; Penélope Bastos; Fernando Dutra Brignol; Débora Machado Fracalossi; Ricardo Salome Lopes; Luciana Guzella; Douglas Ismael Cadorin; Caroline Rodrigues da Silva; Carlos Rosas

Capítulo 6

CULTIVO DE SURURU (*Mytella falcata*) EM SISTEMA CONTÍNUO NO COMPLEXO ESTUARINO-LAGUNAR MUNDAÚ-MANGUABA, MACEIÓ - AL..... 73

Filipi Andrade; Luis Tadeu Assad; Bruno Silva Sardeiro.

Capítulo 7

DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES EM DIETAS CONTENDO MICROMINERAIS DE FONTE ORGÂNICA E INORGÂNICA PARA TILÁPIA-DO-NILO84

Douglas Ismael Cadorin; Vitória Daitx de Oliveira; Bruno da Silva Pierr; Débora Machado Fracalossi.

Capítulo 8

TRIGUILHO EM DIETAS SUPLEMENTADAS COM FITASE PARA O JUNDIÁ *RHAMDIA QUELEN*..... 96

Jhonis Ernzen Pessini; Milena Souza dos Santos Sanchez; Mariana Lins Rodrigues; Wilson Rogério Boscolo; Fábio Bittencourt; Altevir Signor.

Capítulo 9

UTILIZAÇÃO SINÉRGICA DE LEVEDURA HIDROLISADA, BUTIRATO DE SÓDIO E ZINCO EM DIETAS PARA JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) SOBRE DESEMPENHO PRODUTIVO.....112

Vitória Daitx de Oliveira; Jhonis Ernzen Pessini; Douglas Ismael Cadorin; Débora Machado Fracalossi.

Capítulo 10

BIOMASSA DE MICROALGAS EM RAÇÃO PARA PEIXES: AVANÇOS E DESAFIOS.....126

Rafael de Oliveira Jaime Sales.

Capítulo 11

QUANTIFICAÇÃO ENZIMÁTICA DA AMILASE E PROTEASES ALCALINA DO SISTEMA DIGESTÓRIO E TAXA DE INGESTÃO DO CAVALO-MARINHO *Hippocampus reidi* (GINSBURG, 1933) NO PRIMEIRO MÊS DE VIDA..... 141

Renata Ávila Ozório; Ana Paula Lira de Souza; Amanda Massucato; Sarah Pittigliani Ikebata; Cristina Rios; Carlos Silva Perez; Mônica Yumi Tsuzuki.

Capítulo 12

PRODUÇÃO DE *Betta splendens*159

João Vitor de Azevedo Manhães; Douglas da Cruz Mattos; Raoani Cruz Mendonça; Rômulo Alves Strassburger; Manuel Vazequez Vidal Júnior.

Capítulo 13

CRIAÇÃO DE PEIXES ORNAMENTAIS MARINHOS NO BRASIL: SITUAÇÃO ATUAL DA PESQUISA E DESAFIOS FUTUROS171

Sérgio Leandro Araújo-Silva; Ksenia Skorupa Ribeiro Dos Santos; Giovanni Martins Busanello; Jonathas Rodrigo Dos Santos Pinto; Danillo Dos Santos Santana; Raoani Cruz Mendonça; Renata Ávila Ozório; Mônica Yumi Tsuzuki.

Capítulo 14

SISTEMAS HETEROTRÓFICO, QUIMIOAUTOTRÓFICO E MADURO NA CRIAÇÃO DE CAMARÃO-BRANCO-DO-PACÍFICO EM BIOFLOCOS192

Daniele dos Santos; Felipe do Nascimento Vieira; Gabriela Soltes Ferreira.

Capítulo 15

FECUNDIDADE E FERTILIDADE DE FÊMEAS DE CAMARÕES *Macrobrachium jelskii*.....210

Suellen Araújo Alves; Caio Henrique do Nascimento Ferreira; Nilo da Silva Nunes Pirovani; Bruno de Lima Preto.

Capítulo 16

CRESCIMENTO E POTENCIAL REPRODUTIVO DE CAMARÕES NATIVOS DO RIO ITAPEMIRIM, ESPÍRITO SANTO222

Caio Henrique do Nascimento Ferreira, Nilo da Silva Nunes Pirovani, Suellen Araújo Alves, Bruno de Lima Preto.

Capítulo 17

ARTESANATO COM CONCHAS DE MOLUSCOS NA ILHA DE SANTA CATARINA231

Elaine Aisenberg Ferenhof; Aimê Rachel Magenta Magalhães.

Capítulo 18

CUSTOS DE PRODUÇÃO NA FORMA DE PETISCO E ISCA-VIVA DO LAMBARI DO RABO AMARELO: UM ESTUDO DE CASO264

Darly Franco Veras Neto; Anita R. Valença

Capítulo 19

PROCESSAMENTO DE PESCADO DE DIFERENTES ESPÉCIES COMO ALTERNATIVA PARA AGRICULTURA FAMILIAR282

Woshington Rocha Gervaz; Antônio Fernando Leonardo; Rafael Vilhena Neto; Ana Eliza Baccarin; Dariane Beatriz Schoffen Enke; Thais da Silva Oliveira.

Capítulo 20

COMPORTAMENTO REPRODUTIVO, DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO E PRIMEIROS ESTÁGIOS LARVAIS DO PEIXE-ANJO-ANÃO *Centropyge aurantonotus* EM CATIVEIRO295

Raoani Cruz Mendonça; Douglas da Cruz Mattos; Ana Paula Lira de Souza; Ksenia Skorupa Ribeiro dos Santos; Sergio L. Araújo-Silva; Renata Ávila Ozório; Alcinéia Malzete Correia; Mônica Yumi Tsuzuki.

Capítulo 21

AVANÇOS NA REPRODUÇÃO DA TAINHA *Mugil liza*: MATURAÇÃO E DESOVA DE REPRODUTORES SELVAGENS E F1 EM CATIVEIRO313

Caio Magnotti, Filipe dos Santos Cipriano; Vinicius Ronzani Cerqueira

Capítulo 22

SISTEMAS DE BIOFLOCOS HETEROTRÓFICO E MADURO NO CULTIVO INTEGRADO DE CAMARÃO BRANCO DO PACÍFICO E TILÁPIA DO NILO329

Mateus Aranha Martins; Moisés Angel Poli; Esmeralda Chamorro Legarda; Isabela Claudiana Pinheiro; Ramon Felipe Siqueira Carneiro; Patriula Kaliana Moreira Pereira; Felipe do Nascimento Vieira.

Capítulo 23

SILAGEM ÁCIDA DE RESÍDUOS DO ENLATAMENTO DE SARDINHA sob DUAS CONDIÇÕES TÉRMICAS: PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO343

Maria Fernanda Oliveira da Silva; Maria Beatriz Abreu Gloria; Dariane Beatriz Schoffen Enke; Débora Machado Fracalossi.

Capítulo 24

ANÁLISE SENSORIAL DE ALMÔNDEGA, CALDO, FAROFA E QUIBE
ELABORADOS COM CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE PESCADO.....359

Thaís da Silva Oliveira; Woshington Rocha Gervaz; Gabriel Rinaldi Lattanzi; Rafael Vilhena Reis Neto; Letícia Fernanda Baptiston; Dariane Beatriz Schoffen Enke.

Capítulo 25

PREVALÊNCIA PARASITOLÓGICA DE BUCEFALOSE EM CULTIVO DE
MEXILHÕES *Perna perna* (LINNAEUS, 1758) NO LITORAL SUL DO ESPÍRITO
SANTO.....373

Douglas da Cruz Mattos; Breno Ribeiro da Silva; Roberta Fregonasse Castilho; Bárbara da Silva Ferreira; Lucas Areias Bassul; Paulo Henrique Rocha Aride; Henrique David Lavander; Thiago Bernardo de Souza.

NOVO CÓDIGO FLORESTAL: POTENCIALIDADES DO PISCICULTOR NO ACESSO A PROGRAMAS DE PAGAMENTO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Bruna Roque Loureiro¹, Fabiano Müller Silva² & Alex Pires de Oliveira Nuñez³.

RESUMO

A aquicultura é uma atividade agrícola passível de regularização ambiental e, dentre as diferentes etapas desse processo, o piscicultor de águas continentais fica condicionado ao arcabouço legal voltado à área florestal. Isso ocorre porque as áreas destinadas para a aquicultura estão intimamente associadas aos corpos hídricos naturais, como os rios, cursos d'água e nascentes. Com isso, muitas das áreas onde a piscicultura é desenvolvida estão situadas dentro dos limites de Áreas de Preservação Permanente (APP), cujo entorno deve manter, segundo a legislação vigente, um remanescente mínimo de vegetação nativa. A Lei Federal nº 12.651/2012 (popularmente conhecida por Novo Código Florestal), que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Dentre os principais mecanismos previstos neste novo Código destaca-se o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e as Cotas de Reserva Ambiental (CRAs), sendo estas últimas consideradas como um importante instrumento de Pagamento de Serviços Ambientais (PSA). No presente trabalho, pretende-se fazer uma análise técnica do programa "SC Rural", um programa governamental do Estado de Santa Catarina que já foi implementado e tinha como uma de suas finalidades o PSA na formação de corredores ecológicos e na restauração e, analisar sua interface com os novos instrumentos previstos no código florestal (Lei Federal 12.651/2012). Objetiva-se identificar as potencialidades dos piscicultores continentais no acesso aos programas de pagamentos de serviços ambientais. De acordo com o levantamento bibliográfico de programas de PSA existentes em Santa Catarina e a análise da legislação pertinente ao setor da piscicultura, foi possível identificar o potencial que o estado assume na integração dos programas, tendo um cenário promissor para a implantação dessas novas políticas públicas previstas no novo código florestal como, por exemplo, os mecanismos de reserva legal por cotas ambientais, tendo assim a possibilidade de projetos que fomentem esse mercado da economia verde, fazendo com que o piscicultor que preserve a mata, seja valorado economicamente.

Palavras-chave: Novo código florestal, piscicultura continental, Pagamento de Serviços Ambientais.

RESUMEN

La acuicultura es una actividad agrícola sujeta a la regularización ambiental y, entre las diferentes etapas de este proceso, el agricultor de aguas continentales está condicionado al marco legal para el área forestal. Esto se debe a que las áreas destinadas a la acuicultura están estrechamente asociadas con cuerpos de agua naturales como ríos, arroyos y manantiales. Como resultado, muchas de las áreas

¹ Doutoranda no LAPAD, pelo programa de pós-graduação Aquicultura UFSC. Bolsista CAPES, Contato: brunaroqueloureiro@gmail.com.

² Pesquisador do Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca - Epagri/Cedap.

³ Professor Permanente no PPGAQI e Coordenador do LAPAD

donde se desarrolla la piscicultura se encuentran dentro de los límites de las Áreas de Preservación Permanente (APP), cuyo entorno debe mantener, de acuerdo con la legislación vigente, un remanente mínimo de vegetación nativa. Ley Federal N ° 12,651/ 2012, que establece la protección de la vegetación nativa. Entre los principales mecanismos previstos en este nuevo Código se encuentran el Registro Ambiental Rural (CAR) y las Cuotas de Reserva Ambiental (CRA), este último considerado como un importante instrumento de pago para los Servicios Ambientales (PSA). En el presente trabajo, se pretende realizar un análisis técnico del programa "SC Rural", un programa gubernamental del Estado de Santa Catarina que ya se ha implementado y tenía como uno de sus propósitos el PSA en la formación de corredores ecológicos y restauración y, para analizar interfaz con los nuevos instrumentos previstos en el código forestal. El objetivo es identificar el potencial de los acuicultores continentales en el acceso a programas de pago por servicios ambientales. De acuerdo con la encuesta bibliográfica de los programas de PSA existentes en Santa Catarina y el análisis de la legislación pertinente para el sector de la piscicultura, fue posible identificar el potencial que el estado asume en la integración de los programas, teniendo un escenario prometedor para la implementación de estas nuevas políticas públicas. previsto en el nuevo código forestal, como los mecanismos de reserva legal para las cuotas ambientales, por lo que tienen la posibilidad de proyectos que fomenten este mercado de la economía verde, haciendo que la piscicultura que preserva el bosque sea valorada económicamente.

Palabras clave: Nuevo código forestal, piscicultura continental, pago por servicios ambientales.

INTRODUÇÃO

A piscicultura continental apresenta desafios para seu pleno desenvolvimento, dentre eles a dificuldade para regularização ambiental dos empreendimentos, a baixa qualificação de mão de obra e o pouco estímulo orientado ao empreendedorismo e mercado. De acordo com LOUREIRO, ROUTLEDGE & NUÑER (2018), destes entraves, destaca-se a regularização ambiental da atividade. Apesar de ser vista como dificuldade para o setor, esta é de suma importância, pois permite o planejamento da atividade considerando os aspectos ambientais, sociais e econômicos

Porém, há de se admitir que o processo de regularização ambiental para a atividade da piscicultura continental é complexo, devido a diferentes bases legais de diversas áreas, como por exemplo, leis do uso da água, licenciamento ambiental e de ocupação e uso da terra, sendo esta última ligada principalmente às questões florestais.

A atividade de piscicultura continental, que tem por histórico a ocupação de viveiros e/ou estruturas de produção em áreas de preservação permanente, é considerada como uma atividade que gera passivos ambientais, já que estas estruturas muitas vezes não respeitam a área mínima de preservação. Por isso, as

questões que envolvem os aspectos de regularização da piscicultura e a legislação florestal são necessárias estarem integradas.

A aprovação da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que criou o novo Código Florestal, consolidou a legislação que estabelece normas gerais para a proteção das diferentes formas de vegetação nativa, definindo as regras que conciliem a proteção das florestas com a promoção do desenvolvimento econômico. Para os imóveis rurais do país, ficam definidos, entre outros dispositivos, os critérios para a utilização do solo, instituindo diferentes categorias de áreas, como as de preservação permanente (APP), de reserva legal (RL), de uso restrito, as áreas consolidadas, de uso alternativo do solo, além das áreas de remanescentes de vegetação nativa.

Para adequação dos imóveis rurais à nova legislação, foi criado o Cadastro Ambiental Rural (CAR) como registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento.

Com isso, o CAR pode ser considerado como um importante instrumento para que os produtores além de realizar sua adequação ambiental, façam um planejamento ambiental e econômico da sua propriedade rural e assim, subsidiar a implementação de políticas de fomento e de pagamentos por serviços ambientais.

Diversas Iniciativas exitosas já ocorrem no estado de Santa Catarina, como é o caso do projeto Adequação Ambiental de Imóveis Rurais Através da Averbação de Reserva Legal, desenvolvido pela Associação dos Municípios do Alto Vale do Itajaí (AMAVI), em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA) e com organizações não governamentais ambientalistas que pode ser reportado de acordo com estudos já realizados (SAVIAN, et.al, 2018).

As políticas públicas de incentivos de serviços ambientais se tornam, portanto, cada vez mais exitosas e vem assumindo seu protagonismo quando se discute os serviços ambientais como incentivo econômico ao produtor.

Os serviços ambientais englobam tanto os serviços proporcionados ao ser humano por ecossistemas naturais (os serviços ecossistêmicos), quanto os providos por ecossistemas manejados ativamente pelo homem. A proteção dos serviços ambientais da Mata Atlântica depende da conservação de remanescentes de vegetação nativa, não só através da ampliação e fortalecimento de unidades de

conservação e de outras áreas protegidas (APPs, RLs, TIs etc.), de acordo com MURANDIAN et al., (2010). É importante também ressaltar que a promoção de práticas de uso da terra mais condizentes com a proteção da biodiversidade e capazes de contribuir para a conectividade ecológica entre fragmentos de habitats são tendências no setor produtivo acompanhando uma tendência global.

Neste sentido, novos sistemas de aquicultura são necessários para satisfazer a procura crescente quantitativa e qualitativa, preservando o ambiente e numa perspectiva de sustentabilidade, incluindo a robustez econômica, o desenvolvimento de empregos de qualidade e a construção de nova relação entre produtores, consumidores e o próprio produto. É o que pode ser confirmado de acordo com autores que atuam nessa linha de pesquisa em Santa Catarina:

A intensificação ecológica e serviços ecossistêmicos são novos conceitos propostos na agricultura para enfrentar o duplo desafio de manter um nível de produção suficiente para atender às necessidades da população e respeitar o meio ambiente, preservando a qualidade de vida humana e do ambiente (CASACA & JORDANI, 2018, p.43).

Trabalho realizado em Chapecó/SC aplicando a metodologia da intensificação ecológica, nos policultivos de peixes integrados à suinocultura os atores do território (piscicultores, sociedade civil, entidades públicas e privadas), quando questionados sobre a percepção dos serviços ecossistêmicos, dos 86 serviços ecossistêmicos possíveis, reconheceram apenas três ecossistêmicos associados à aquicultura (a produção de peixes, a reserva de água e a atividade de lazer).

Em Santa Catarina, uma das iniciativas de pagamento pela proteção das florestas e dos serviços ambientais associados é do Projeto Corredores Ecológicos, implementado pelo Instituto de Meio ambiente (IMA), em parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) e a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS), no âmbito do programa “SC Rural”.

O projeto prevê um apoio financeiro aos proprietários que participam do programa SC Rural e se dispõe a manter as florestas nativas ou a recuperar áreas degradadas como as matas ciliares. São priorizados proprietários rurais que residem em áreas importantes para manter ou aumentar a conectividade entre remanescentes de vegetação nativa. Para participar do projeto, as propriedades passam por vistoria

técnica onde são avaliadas as características e os critérios de elegibilidade e é feito o cadastramento pelo IMA.

Com isso, neste artigo iremos abordar sobre as alterações recentes da legislação que ainda precisam ser regulamentadas, porém que apresentam um grande potencial de integração com programas já vigentes, ou que foram implementados e que podem ser reativados devido a grande interface das temáticas e sua importância na abordagem de uma aquicultura mais sustentável, não apenas do ponto de vista produtivo, mas sim de ocupação de espaço territorial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho, foi feita uma análise dos instrumentos previstos no novo código florestal (Lei Federal 12.651/2012), com o objetivo de identificar as potencialidades dos piscicultores em ter acesso aos programas de pagamentos de serviços ambientais e sua interface com o programa SC rural entre outros.

A metodologia consistiu em primeiramente fazer o levantamento de dados secundários a partir da plataforma < <http://www4.planalto.gov.br/legislacao/legis-federal> >, posteriormente foram feitas análises e correlações entre as legislações pertinentes ao tema sobre os pagamentos de serviços ambientais, código florestal e programa do estado de Santa Catarina a partir de consultas do site da EPAGRI, IMA E SDS.

A partir da leitura das leis federais e estaduais, foi feita uma análise técnica dos artigos e identificação dos principais pontos e matérias que possuam interfaces pertinentes a atividade da piscicultura. O mesmo foi feito para o programa do Estado “SC Rural” e com isso, apresentamos os principais pontos da lei federal do novo código com um programa de estado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Política de serviços ambientais

A Constituição Federal, em seu art.225, dispõe que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Este é o bem ambiental, ou seja, o bem jurídico a ser tutelado pelo Direito Ambiental. E é sobretudo com a conservação e a proteção dos recursos naturais que se obtém o equilíbrio ecológico.

A Lei n. 6.938/81 inovou ao prever a responsabilidade civil objetiva pelo dano ambiental. Essa lei estabelece instrumentos econômicos, em seu art. 9º, V e XIII,

porém em termos bastante genéricos, e que tiveram pouca eficácia prática. Em 1998, a Lei n. 9.605 tratou amplamente da responsabilidade penal e administrativa por atos ilícitos atentatórios aos interesses difusos ambientais.

3.2. Programa “SC Rural”

Realizado entre 2010 a 2016, o programa caracterizou-se por uma política pública voltada ao desenvolvimento sustentável de 935 microbacias, localizadas em 289 municípios catarinenses, com ações que apoiaram a melhoria das condições socioeconômicas da agricultura familiar que nelas habitam e/ou trabalham, bem como das condições ambientais das áreas abrangidas. Assim, não são esperados impactos ambientais negativos significativos nos termos definidos na legislação, não sendo exigível, portanto, a elaboração de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo relatório – RIMA, de acordo com o relatório de avaliação ambiental do programa, no ano de 2010.

De acordo com POLETO (2017) o programa SC Rural destinou apoio financeiro a organizações de agricultores e pescadores em negócios com vistas à melhoria de empreendimentos/arranjos produtivos. O programa apoiou 710 empreendimentos no meio rural, o que representou um importante retorno econômico para o setor da agricultura familiar de Santa Catarina.

O Programa previa a implementação de dois Corredores Ecológicos no estado de Santa Catarina: a bacia hidrográfica do rio Chapecó, na região oeste, e a bacia hidrográfica do rio Timbó, no planalto norte.

O destaque desse programa é que diferente de corredores florestais, este contempla a compensação do produtor rural por meio de corredores ecológicos. Ou seja, seria um sistema de gestão da paisagem. O projeto se baseava em: (i) incentivos econômicos privados com um sistema de créditos de conservação para os proprietários rurais manterem florestas conservadas além das APPs e reservas legais; (ii) a adequação das propriedades as questões legais; e (iii) Sistemas de Integração Econômico ecológico, que preconizam o desenvolvimento econômico e o uso de práticas agrícolas conservacionistas.

O público alvo desse programa é o agricultor familiar, lembrando que o piscicultor se enquadra nesse conceito. Desde que sua produção se configure com os critérios estabelecidos na Lei Federal nº 11.326/06, que reconhece a agricultura familiar.

3.3. O novo código florestal e instrumentos de incentivo econômico

O novo código, editado pela Lei Federal 12.651/2012, definiu regimes de uso sustentável e de proteção dos recursos naturais. De forma conceitual, para melhor entendimento, segue na figura 1 um esquema das principais áreas de preservação permanente (APPs). As APPs são áreas protegidas, que podem estar cobertas ou não por vegetação nativa, tendo como função preservar os recursos naturais e a paisagem; proteger o solo; e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Figura1: Representação esquemática das diferentes Áreas de Preservação Permanente (APPs).



Fonte: Governo de São Paulo, 2014.

Além dessas áreas de preservação, legalmente existe outra área de manutenção da área verde de uma propriedade rural, que é a Reserva Legal. A RL tem a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos florestais, auxiliar na conservação e na reabilitação dos recursos naturais, conforme pode ser observado na figura 2.

Figura 2: Esquema representativo da diferenciação de Área de Preservação Permanente e Reserva Legal.



Fonte: INEA, 2015

Estes são os principais pontos para que uma piscicultura regularize os passivos ambientais do uso e ocupação do solo de sua propriedade, assim como os empreendimentos que possuem as estruturas de produção ou de apoio nestas áreas acima citadas.

Dos instrumentos de gestão previstos na atual legislação, pode-se destacar o Cadastro Ambiental Rural – CAR, principal instrumento de regularização ambiental dos imóveis rurais. O produtor, após realizar a inscrição de sua propriedade no sistema do CAR, poderá dar início a uma série de vantagens previstas, isso se este aderir ao programa de regularização ambiental, o PRA. Este programa compreende o conjunto de ações ou iniciativas a serem desenvolvidas por proprietários e posseiros rurais com o objetivo de adequar e promover a regularização ambiental de seus imóveis que foram indicadas e declaradas no CAR.

De acordo com a legislação aqueles que optarem em aderir ao PRA e assinar o Termo de Compromisso terão suspensas as sanções decorrentes das infrações cometidas antes de 22/07/2008, relativas à supressão irregular de vegetação em Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de Uso Restrito. Esse é um ponto onde poucos sabem como vantagens da atual legislação, que se aplica aos empreendimentos rurais que possuem atividades da piscicultura continental.

Outro instrumento de gestão analisado no presente estudo é a implementação das Cotas de Reservas Ambientais, as CRAs. Pela Lei Federal 12.651/2012, o imóvel que possui um passivo ambiental tem a possibilidade de recuperar essa área, com

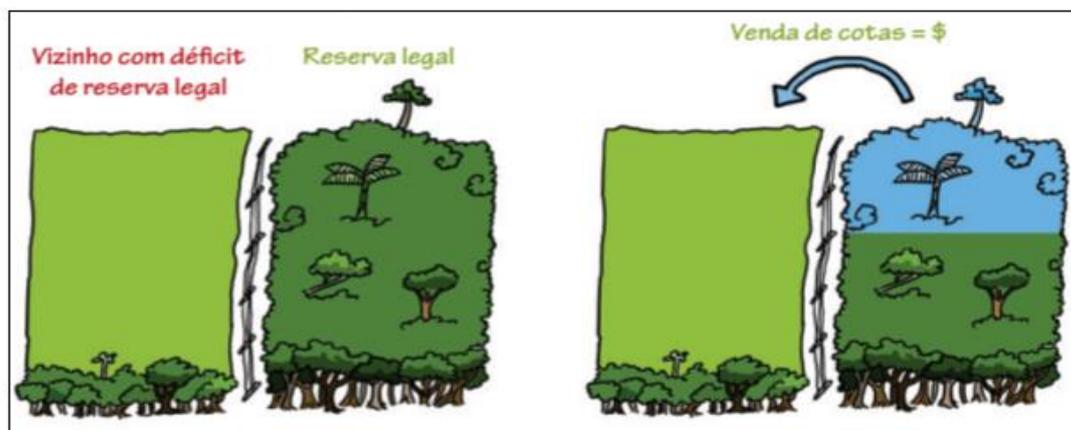
déficit de vegetação nativa (ou até mesmo a inexistência) com as seguintes opções; 1) Recompôr a reserva por meio de plantio de mudas; 2) permitir a regeneração natural 3) Compensar a área. Nessa última opção ele pode optar como forma de compensação a compra de Cotas de Reserva Ambiental, CRA, em outras propriedades, desde que atendidas determinadas condições legais relativas à data da perda da cobertura florestal e que as cotas estejam no mesmo bioma da área a ser compensada.

A compensação é feita da seguinte forma: um produtor que tenha, em sua propriedade, reserva excedente ao estabelecido pela lei, pode gerar cotas (1 cota = 1 hectare) e disponibilizar para venda. O produtor que tem déficit de reserva legal compra essas cotas e utiliza para compensação de sua própria área. Então, na prática, um produtor paga para outro preservar sua reserva.

As Cotas de Reserva Ambiental (CRAs), portanto são títulos representativos de cobertura vegetal que podem ser usados para cumprir a obrigação de Reserva Legal em outra propriedade. Estas já possuem um mercado regulamentado em alguns estados com RJ /MG/PA, sendo possível consultar pelo site <https://www.bvrio.org/pt/legal-reserve-quotas> onde segue o modelo de cotação de bolsa de valores de um mercado verde, onde as ações são as reservas legais disponíveis. As CRAs podem ser criadas em áreas com florestas existentes ou com vegetação em processo de recuperação (salvo se a regeneração ou recomposição da área forem improváveis ou inviáveis). Um dos pré-requisitos para a criação de CRAs é que as propriedades rurais tenham feito seu Cadastro Ambiental Rural (CAR).

O piscicultor que tenha em seu imóvel rural excedente de mata pode, portanto, criar um sistema de cotas dessa área para o mercado e assim, valor economicamente sua área de mata. As Cotas podem ser vendidas para aqueles que precisam compensar a Reserva Legal, sendo, assim, uma fonte de renda extra para quem cria e vende as Cotas, conforme elucidado na figura 3.

Figura 3: Imagem ilustrativa do que são cotas ambientais



Fonte: BVRio

A compensação de reserva legal é um exemplo de um sistema de pagamento por serviços ambientais (PSA). Este, em primeiro lugar, requer que alguém demande o serviço, ou seja, que haja um comprador para os serviços ambientais. Pode ser qualquer pessoa física ou jurídica que esteja disposta a pagar por eles: ONGs, empresas privadas, governos estaduais ou municipais, pessoas físicas etc. (WUNDER et al., 2008)

O mercado das CRAs assumirá um importante papel de compensação econômica aqueles que preservam sua área verde. Uma forma de valorar economicamente o proprietário do imóvel. No entanto ainda é um mercado futuro, pois dependerá de regulamentações e clareza no fluxo de sua implementação.

Um exemplo de interface da atual legislação com políticas públicas já previstas em leis anteriores são o de Pagamento por Serviços Ambientais, PSA. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei Federal 9.985/2000 e a Lei de Proteção à Vegetação Nativa do novo código florestal são exemplos de legislações que se integram, complementam e que precisam ser estimuladas para sua regulamentação nos estados por assumirem uma importância conceitual e prática da contribuição financeira para a proteção, preservação e recuperação.

Cabe destacar o Decreto nº 7.830/2012, que em seu artigo 13º, institui o Programa Mais Ambiente Brasil. O decreto ratifica a necessidade de formalizar a adesão do proprietário/possuidor ao Programa de Regularização Ambiental – PRA por meio de um Termo de Compromisso. O programa tem como objetivo apoiar, articular e integrar os Programas de Regularização Ambiental dos Estados e do Distrito

Federal, sendo composto por ações voltadas à regularização ambiental de imóveis rurais, em especial: (1) educação ambiental; (2) assistência técnica e extensão rural; (3) produção e distribuição de sementes e mudas; e (4) capacitação de gestores públicos envolvidos no processo de regularização ambiental dos imóveis rurais.

É importante, portanto que os estados adotem medidas de integração de programas já vigentes nos incentivos econômico, que é o caso do programa SC Rural, com os instrumentos legais previstos no novo código florestal.

4. CONCLUSÃO

A partir dos estudos levantados do programa Santa Catarina rural e as alterações do novo código florestal, foi possível identificar uma convergência das ações de ambas as políticas públicas. A execução dos instrumentos previstos na atual legislação permitirão o maior acesso aos programas estaduais já implementados, garantindo aos piscicultores continentais acesso à projetos de pagamentos de serviços ambientais.

Pode-se dizer que o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), conjuntamente com o PRA são instrumentos econômicos estratégicos para reparar a falta de interesse por parte de agentes econômicos em atividades de proteção e uso sustentável dos recursos naturais e poderá estimular o piscicultor que queira conservar. Deste modo, incentivar ações onde os produtores estejam inseridos nestes programas merece um papel de protagonismo, onde a figura do Estado no seu papel de garantir a manutenção e conservação da biodiversidade estimule economicamente aqueles que estão no território com uma ocupação ordenada e que valorizem a manutenção do bioma em áreas protegidas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 mai. de 2012.**

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19, jul. de 2009.**

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos

Famílias Rurais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 jul. de 2006.

BRASIL. Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 out. de 2012.

BVRIO. COTAS DE RESERVA AMBIENTAL. O que são, como criá-las e como negociá-las. Cartilha disponível em: <https://www.bvrio.org/view?type=publicacao&key=publicacoes/a0c56c43-4035-4dd3-8a4c-32b5a414bf72.pdf>. Acesso em 20 set. 2019.

CASACA, J.M. & JORDANI, G.A.P. Intensificação Ecológica e Serviços Ecosistêmicos, dois conceitos que valem a pena conhecer. **Panorama da Aquicultura**. Rio de Janeiro, v. 28, n. 170, p. 38-45, 2018.

INEA. Programa de Regularização Ambiental: Orientações básicas de recomposição florestal para o pequeno produtor rural. 2015. Cartilha disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/cartilhaRAR.pdf>. Acesso em 26 set. 2019.

LOUREIRO, B.R.; ROUTLEDGE, E.A.B; NUÑER, A.P.O. Subsídios para a regularização ambiental da aquicultura brasileira. *In*: Valença, A.R; Santos, P.R. (org.). **Engenharia de Aquicultura no Brasil: Pesquisas, Tendências e Atualidades**. 2018. p 52.

MURADIAN, R.; CORBERA, E.; PASCUAL, U.; KOSOY, N.; MAY, P.H. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, 2010. nº. 69, p. 1202-1208.

POLETTTO, A.R. Análise econômica e financeira do Programa SC Rural. Relatório anual. 2017. Disponível em: <<http://www.scrural.sc.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/An%C3%A1lise-econ%C3%B4mica-e-financeira-do-Programa-SC-Rural1.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2019.

SÃO PAULO. Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo. Cartilha Estratégias ilustradas. 2019. Disponível em: <<https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2015/01/Plano-Diretor-Estrat%C3%A9gico-Lei-n%C2%BA-16.050-de-31-de-julho-de-2014-Estrat%C3%A9gias-ilustradas.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2019.

SAVIAN, M.; MILHOMENS, A.; VALESE, M.C.; CABRAL, P.G. Cadastro Ambiental Rural: Experiências e potencialidades para a gestão agroambiental. *In*: **Políticas agroambientais e sustentabilidade**: desafios, oportunidades e lições aprendidas / organizadores: Regina Helena Rosa Sambuichi. Brasília: Ipea, 2014. 109 p.

WUNDER, S.; BÖRNER, J.; RÜGNITZ TITO, M.; PEREIRA, L. **Pagamentos por serviços ambientais**: Perspectivas para a Amazônia Legal. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008

OS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO PARA AS DEMANDAS DE ÁGUA PARA ATIVIDADE AQUICULTURA NO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

Izabella Alves Cordeiro de Farias¹; Bruna Roque Loureiro²; Celso Lopes de Albuquerque Júnior³; Leonardo Schorcht Bracony Porto Ferreira².

RESUMO

É visto um grande potencial na atividade de aquicultura continental no estado de Santa Catarina, com o incremento das atividades econômicas se faz cada vez mais necessário o planejamento territorial das bacias hidrográficas. O presente estudo tem por objetivo analisar os Planos de Bacias Hidrográficas do estado de Santa Catarina, sendo os Planos das Bacias dos Rios: Araranguá; Camboriú; Cubatão e do Rio da Madre; Cubatão Norte; Rio das Antas e Afluentes do Peperiguaçu; Itajaí; Itapocu; Jacutinga; Timbó; Tubarão e Complexo Lagunar; e, Chapecó, que contemplam a atividade de aquicultura, apresentando as demandas hídricas disponíveis relacionando a área alagada de cada bacia ao número de outorgas de uso de água. A regularização dos produtores é a ferramenta mais importante para o controle das demandas hídricas do estado.

Palavras-chave: Aquicultura; Gestão de Águas; Regularização Ambiental.

ABSTRACT

A great potential is seen in the continental aquaculture activity in Santa Catarina state. With the increase of economic activities, territorial planning of watersheds is necessary. This study aims to analyze the River Basin Plans of the state of Santa Catarina, and the River Basin Plans: Araranguá; Camboriú; Cubatão e do Rio da Madre; Cubatão Norte; Rio das Antas e Afluentes do Peperiguaçu; Itajaí; Itapocu; Jacutinga; Timbó; Tubarão e Complexo Lagunar; e, Chapecó, contemplating the aquaculture activity, presenting available water demands relating the flooded area of each basin to the number of water use permits. The regularization of producers is the most important tool for controlling the state's water demands.

Keywords: Aquaculture; Water Management; Environmental Regularization.

INTRODUÇÃO

Água é o recurso mais importante em todos os aspectos da vida; seu correto manejo conduz a excelentes resultados nas atividades humanas, porém seu mau uso pode provocar degeneração do meio físico natural (PAZ et al., 2000). A distribuição heterogênea dos recursos hídricos juntamente com a disponibilidade de água limpa é potencialmente um dos problemas mais importantes que a comunidade mundial terá

¹ Graduanda de Engenharia de Aquicultura - UFSC

² Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura – UFSC

³ Professor – UNISUL

de enfrentar nos próximos anos. A atenção para os recursos hídricos merece importância, uma vez que a água doce perfaz 2,5% do total presente no planeta (TUCCI, 2000; GLEICK, 2000). Em termos médios, entre os países em desenvolvimento e os desenvolvidos, estima-se que o uso da água seja em torno de 69,0% na agricultura (WWAP, 2019).

Embora seja comum a percepção de que o Brasil é um país com água em abundância, para garantir uma equidade na distribuição de bem comum, deve ser considerada a distribuição populacional e as projeções de incremento das diversas demandas setoriais, incluindo aquela decorrente do crescimento da população, como fatores de pressão sobre o recurso hídrico disponível. Segundo Guerra (1980), antes de se pensar em planejar a utilização dos recursos naturais, faz-se necessário o conhecimento prévio dos mesmos, ou seja, suas características qualitativas e quantitativas.

Com essa necessidade de planejamento territorial dos recursos hídricos, a gestão das águas foi pensada em unidades denominadas bacias hidrográficas. Essas regiões hidrográficas são divisões administrativas, compostas por águas superficiais e águas subterrâneas que não podem ser dissociadas facilmente ou que têm importância conjunta, tendo em vista uma melhor gestão de recursos hídricos e otimizar a aplicação dos recursos financeiros arrecadados com a cobrança pelo uso da água em cada região. O território definido como bacia hidrográfica é onde se desenvolvem as atividades humanas: todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia (PORTO, 2008).

A Aquicultura é uma atividade econômica que, do ponto de vista dos recursos hídricos, é caracterizada como uso não-consuntivo da água, ou seja, praticamente toda a água captada retorna à fonte de suprimento, podendo existir modificações no padrão temporal de disponibilidade e qualidade (ANA, 2014). Para que haja prosperidade da atividade aquícola, é necessário ter conhecimentos das espécies utilizadas (GODINHO, 2007), como também, deve haver um plano de desenvolvimento que contemple um mapeamento de áreas adequadas com base em informações do meio físico e biótico, caso contrário a atividade pode vir a se tornar ambientalmente impactante e ocasionar conflitos sociais por competição de recursos e espaços (BONETTI, 2015).

Para assegurar a disponibilidade hídrica de todas as atividades existentes numa bacia é necessário o monitoramento contínuo, e, realização de estudos que

contabilizam a situação atual e que estimem de como será futuramente as demandas de água (DE OLIVEIRA; FIOREZE, 2011).

A realização da gestão de bacias hidrográficas envolve vários aspectos sociais e políticos de bases de dados distintas. Segundo PERES & SILVA (2013), a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n. 9.433/1997) incentivou o advento dos Comitês de Bacias Hidrográficas, uma instância de gestão territorial que desde sua origem trouxe a característica de participação daqueles que também produzem, usam e habitam a determinada área; foi com essa visão que o Brasil passou a adotar a bacia hidrográfica como um território de gestão e planejamento.

Os Planos de Bacia Hidrográfica e os Planos Diretores Municipais são instrumentos centrais no processo de gerenciamento dessas regiões hidrográficas, contribuindo com o debate técnico-científico sobre a relação da dimensão ambiental com a gestão regional e urbana.

De acordo com GOMES & BARBIERE (2004), as principais atribuições dos Comitês de Bacias são: manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos na bacia contemplando aspectos quantitativos e qualitativos; manter cadastro de usuários e, por delegação do órgão outorgante, a Agência Nacional de Águas (ANA), cobrar pelo uso de recursos hídricos; analisar e emitir pareceres sobre projetos a serem financiados com recursos oriundos da cobrança; gerir o sistema nacional de informações sobre recursos hídricos em sua área de atuação; elaborar e propor ao plenário do comitê de bacia o plano de recursos hídricos da bacia; enquadrar os corpos de água em classes de uso; e, propor ao plenário do comitê de bacia um plano para aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Segundo a Lei n. 9.433/1997, Art. 6º e 7º: os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos, com planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos.

No estado de Santa Catarina, existe o SIRHESC (Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina), sendo um departamento específico que garante o funcionamento, a descentralização e a obtenção e produção de dados, por meio de uma coordenação unificada do sistema e de acesso garantido a toda sociedade. No Portal de Informações do SIRHESC é possível obter informações das instituições aliadas no gerenciamento de Recursos Hídricos em

Santa Catarina e, também, realizar o pedido de outorga de uso da água: outro instrumento importante previsto na Lei de Recursos Hídricos e que permeia o processo de regularização, para a futura emissão da licença ambiental, da atividade da piscicultura continental.

Por essa razão, se faz necessário investigar e analisar a interface das políticas públicas de recursos hídricos como plano de desenvolvimento das pisciculturas, permitindo assim, o avanço e consolidação da atividade no estado de Santa Catarina. Para que a implantação do instrumento da outorga possa ser realizada de maneira efetiva, é necessário o conhecimento do comportamento nas bacias hidrográficas, especialmente a determinação das vazões de referência, a fim de fundamentar o processo decisório (DE OLIVEIRA & FIOREZE, 2011).

Sendo assim, o objetivo do presente estudo é avaliar a disponibilidade e demandas hídricas das bacias hidrográficas que contemplem a aquicultura previstas pelos Planos de Recursos Hídricos do estado de Santa Catarina.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados os Planos de Recursos Hídricos disponíveis no Portal de Informações do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina (SIRHESC), que integram a estrutura da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina (SDE). Os planos analisados foram das Bacia Hidrográfica dos Rios: Araranguá; Camboriú; Cubatão e do Rio da Madre; Cubatão Norte; Rio das Antas e Afluentes do Peperiguaçu; Itajaí; Itapocu; Jacutinga; Timbó; Tubarão e Complexo Lagunar; e, Chapecó.

Em cada Plano de Bacia foi analisado os diagnósticos previstos das demandas e disponibilidades hídricas que abastecem a atividade de Aquicultura e, posteriormente foram comparados a produção de pescado, o número de usuários cadastrados aprovados, número de outorgas reprovadas, número de outorgas não-avaliadas, e, a vazão hídrica retirada para abastecer a atividade de aquicultura.

Para verificar se os usuários previstos pelos Planos de Bacia estão de acordo com a demanda real do setor produtivo da aquicultura, foi realizada uma análise comparativa destes com os dados estatísticos, base 2017, dos produtores comerciais cadastrados no estado de Santa Catarina pela plataforma da Empresa de Pesquisa e Extensão do estado de Santa Catarina (EPAGRI).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com PERES & SILVA (2013), os Planos de Recursos hídricos não devem ser vistos como a finalização de gestão territorial e sim como o início do processo, pois há uma complexa relação entre as políticas, os processos, os instrumentos e as instâncias de planejamento e gestão municipal e regional. Estes Planos são considerados uma ferramenta com grande potencial de articulação para a implementação dos mecanismos técnicos e, assim atingir a gestão territorial integrada.

Neste estudo foram analisados os números de outorga de usuários de água para a atividade de aquicultura apresentadas pelos Planos de Bacias do estado de Santa Catarina. Para que as decisões dos planejamentos sejam mais efetivas e condizentes com a necessidade é fundamental que a outorga do uso da água seja realizada pelos usuários. De acordo com CONEJO (1993), são nas análises das outorgas onde são delimitados a quantidade de água retirada e a quantidade devolvida pelo efluente, estando sujeitas as restrições sazonais ou condições de escoamento.

No que diz respeito a atividade de aquicultura, os Planos apresentam diferentes planejamentos de acordo com a produção por região. A tabela 1 apresenta o resumo desta relação de usuários que tiveram os pedidos de outorgas aprovadas ou reprovadas, a vazão hídrica de retirada estabelecida por cada Plano de Bacia.

Tabela – Vazões de retirada em relação a área alagada e usuários cadastrados na atividade de aquicultura pelos Planos.

Bacia Hidrográfica	Área alagada (ha)	Outorgas aprovadas	Outorgas reprovadas	Outorgas não-avaliadas	Vazão de retirada (m ³ /s)
Araranguá	135	7	IN	IN	0,019
Camboriú	IN	0	3	2	0,0035
Cubatão e Rio da Madre	685	0	0	1	0,011
Cubatão Norte	IN	IN	IN	IN	IN
Rio das Antas e Afluentes do Peperiguaçu	1.710	IN	IN	IN	9,90
Itajaí	IN	IN	IN	IN	2,98
Itapocu	983	0	0	38	1,27
Jacutinga	IN	1	IN	IN	0,0008
Timbó	IN	1	IN	IN	0,0017
Tubarão e Complexo lagunar	IN	IN	IN	IN	IN
Chapecó	IN	1	IN	IN	0,0001

IN- informação inconsistente

Fonte: elaborado pelos autores

Embora as informações dos Planos devem ser consistentes e de acesso unificado, conforme a Lei nº 9.433/1997, neste trabalho foi observado que os planos não apresentam padrões nas referências e informações fidedignas, dificultando algumas análises e coletas de dados. Na tabela 1, onde está escrito “informação inconsistente” significa que pelo Plano não foi possível obter clareza nas informações ou não apresentou tal dado.

Nesta análise foi possível constatar uma evolução dos Planos de Bacias, em que, os primeiros publicados não apresentam clareza nas informações básicas para se estabelecer a real demanda e segurança hídrica das atividades que situam na bacia, por exemplo os dados de vazão de retirada, dados dos usuários existentes ou e de usuários cadastrados; como são os casos dos Planos da Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar e da Bacia do Rio Cubatão Norte publicados nos anos 2002 e 2006, respectivamente. Já nos Planos de publicações mais recentes estas inconsistências foram sanadas, conforme visto no Plano da Bacia do Rio Itapocu; este plano de publicação atualizada (2018) possui uma base de dados de maior abrangência e detalhamento nas informações descritas.

O Plano da Bacia do Rio Araranguá, cita que há 15 cadastros em aquicultura e destes, 7 foram aprovados, porém não alega se os 8 cadastros restantes foram reprovados ou não-avaliados até a data de publicação do Plano, mostrando com isso a falta de detalhamento destes cadastros e a situação dos demais usuários que não tiveram a outorga emitida. O mesmo se repete no Plano da Bacia do Rio Itajaí que apresenta 914 usuários da atividade de aquicultura na bacia, mas não expressa a quantidade deles que possuem o pedido de outorga.

A atualização dos Planos é prevista pela Lei nº 9.433/1997, que determina o prazo de atualização de no máximo 10 anos, de forma que sejam avaliadas as vazões de maneira contínua, contabilizando e estimando as necessidades atuais das atividades. O Plano da Bacia do Rio Tubarão e Complexo lagunar possui a data de publicação do ano de 2002, e o Plano do Rio Cubatão Norte é de 2006; sendo assim, estes Planos devem ser atualizados para que a estimativa de demanda hídrica esteja de acordo com os valores das necessidades atuais de produção.

Um dos pontos de destaques da necessidade de atualização desses planos é na garantia de tomada de decisão, sendo que, estabelecer soluções a partir de vazões pouco representativas aumentam as chances de equívocos no planejamento das atividades, podendo agravar competição por recursos hídricos nos usos da bacia,

acarretando ou intensificando crises hídricas (DE OLIVEIRA & FIOREZE, 2011). Exemplo disto pode ser observado no Plano da Bacia do Rio Camboriú, em que a decisão de planejamento e emissão de outorga foi com realizada com base na vazão estimada por este: houveram 3 pedidos de outorga para usuários de atividade de aquicultura recusados, pois, os valores de vazão requerida eram maiores que a aprovada pelo Plano, e além de ter também 2 processos de outorga solicitados pelos usuários, mas que não foram avaliados até a data de publicação do Plano.

Para estimar a vazão de retirada por bacia hidrográfica, os métodos adotados por cada Plano são diferentes o que dificulta ainda mais no processo de padronização para uma integração dos dados do Plano Estadual de Recursos hídricos e a demanda real por unidade hidrográfica.

Os Planos que possuem pedidos de outorgas aprovados utilizam como base a vazão requerida nesses pedidos. Já os Planos que não possuem pedidos de outorga aprovados, adotaram como estimativa de demanda hídrica a área alagada de pisciculturas existentes na localidade, correlacionando o volume de água e a quantidade de produção de pescado; como é o caso dos Planos das Bacias dos Rios Camboriú, Cubatão e Rio da Madre.

A figura 1, compara as vazões de retirada em cada bacia do estado de Santa Catarina. É visto que a Bacia do Rio das Antas possui a maior demanda hídrica para abastecer a atividade de aquicultura, seguido da bacia do Rio Itajaí e da bacia do Rio Itapocu.

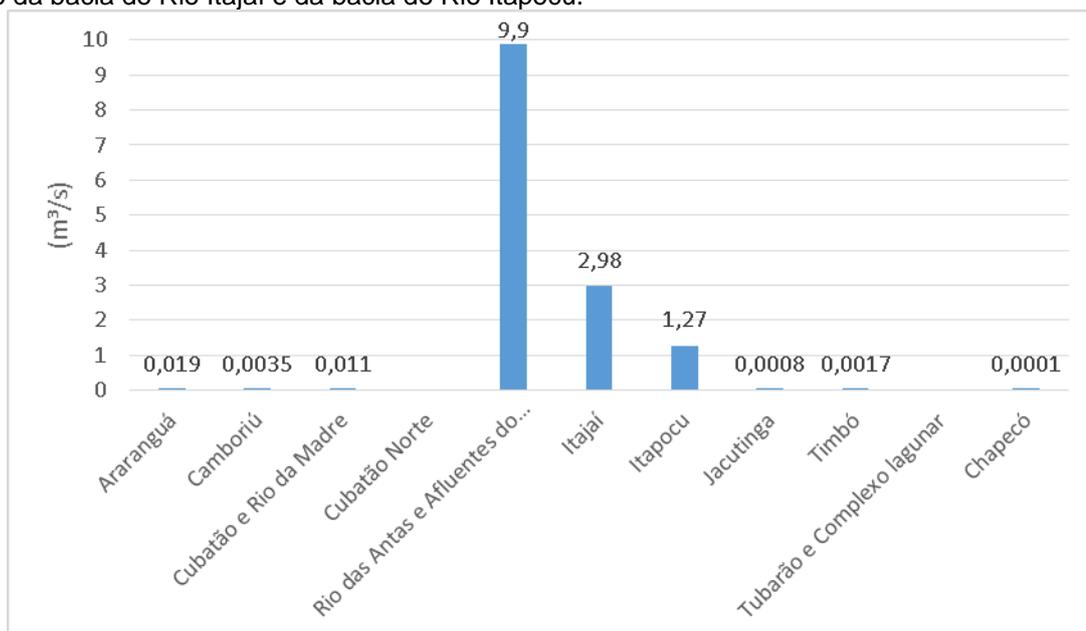


Figura – Vazão de retirada para aquicultura por Bacia Hidrográfica.
Fonte: Elaborado pelos autores.

O Plano do Rio das Antas e Afluentes do Peperiguaçu cita que nesta bacia é na etapa de enchimento dos viveiros que o volume captado é mais expressivo no que corresponde à atividade de aquicultura, ocorrendo uma vez por safra em meados do mês de setembro; e ao decorrer do ano a demanda é pouco significativa pois só ocorre a reposição do volume perdido por evaporação. De acordo com estudo de PESCA & SPERA (2018), em pisciculturas a necessidade por água pode ser influenciada por vários fatores, como o do próprio de cultivo em si, fatores relacionados à construção dos viveiros e a aspectos hidromecânicos.

Assim se faz necessário que os profissionais que desenvolvem projetos de piscicultura façam o correto dimensionamento da necessidade de demanda da água para as produções, levando em consideração todos os aspectos físicos, químicos, biológicos e de legislação que influenciem no funcionamento do sistema aquícola, bem como, o produtor executar boas práticas de manejo, diminuindo os impactos ambientais e melhorando a eficiência da produção.

Outro ponto a ser levantado e considerado como um dos maiores entraves que limitam o crescimento das pisciculturas é a falta de licenciamento ambiental, dificultando o acesso a políticas públicas (LOUREIRO, et al. 2018). O cadastro de usuários de água do estado é a ferramenta mais importante para o controle das demandas hídricas. Com os usuários de água cadastrados, o Plano de Bacia se torna uma ferramenta mais precisa nos processos decisórios, e o produtor tem a garantia da água para sua produção. Isso faz com que o empreendimento obtenha segurança jurídica.

Segundo EPAGRI (2017), o município de Ituporanga, pertencente a bacia hidrográfica do Rio Itajaí, possui 815 produtores e comparando ao Plano de Bacia do Rio Itajaí, a demanda hídrica para esta atividade é de 2,98 m³/s; isto pode apontar que os piscicultores cadastrados parte não deram entrada no processo de regularização para a outorga de uso da água.

Da mesma forma, o município de Massaranduba, pertencente a Bacia do Rio Itapocu, é o maior município produtor de peixe de água doce do estado de Santa Catarina e registra 98 produtores comerciais (EPAGRI, 2017), sendo que, de acordo com o Plano, em toda a bacia do Rio Itapocu há apenas 38 pedidos de outorgas cadastrados, evidenciando assim, um déficit na regularização desses produtores aquícolas.

Portanto, para fins de planejamento e gestão dos recursos hídricos, o conhecimento das variáveis disponibilidades hídricas e demanda por água bruta, é essencial para a atuação coordenada do sistema de gestão de recursos hídricos, em especial os órgãos gestores.

4. CONCLUSÃO

Tomar decisões de maneira integrada é algo complexo que necessita de várias ferramentas que auxiliem neste processo de gestão. Os Planos de Bacias é um dos instrumentos que analisa as necessidades hídricas das atividades econômicas contempladas numa bacia hidrográfica, com a finalidade de que gestão dos recursos seja realizada de maneira equilibrada e que garanta a distribuição das águas aos múltiplos usos de uma bacia hidrográfica e, além disso, dar maior confiabilidade ao planejamento, incentivos e restrições.

Assim, para que haja um desenvolvimento econômico e sustentável da atividade de aquicultura, a regularização das pisciculturas continentais é um fator imprescindível na determinação de vazões reais, sendo o instrumento de outorga fundamental para que o produtor tenha a garantia da água e respaldo jurídico de sua propriedade.

Neste estudo foi visto que há um número maior de produtores aquícolas registrados pela Empresa de Extensão e Pesquisa do estado de Santa Catarina (EPAGRI) em relação aos cadastrados pelos Planos de Bacia do estado de Santa Catarina, o que se faz necessário campanhas de incentivo à regularização de uso da água e atualização contínua dos Planos de Recursos Hídricos; garantindo aos usuários o bem essencial para o desenvolvimento da piscicultura continental: a água.

REFERÊNCIAS

ANA. **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de Outorga de direito de uso de recursos hídricos da agência nacional de Águas**. v. 2013, p. 240, 2014.

BONETTI, J. **Seleção de sítios para o cultivo de camarões marinhos em Santa Catarina com apoio de um sistema de informação geográfica**. n. July, 2015.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

CONEJO, G. L. **A Outorga De Usos Da Água Como Instrumento De Gerenciamento Dos Recursos Hídricos**. v. 27, n. 2, p. 28–62, 1993.

DE OLIVEIRA, L. F. C.; FIOREZE, A. P. Estimativas de vazões mínimas mediante dados pluviométricos na bacia hidrográfica do ribeirão Santa Bárbara, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 9–15, 2011.

EPAGRI, C. Desempenho da piscicultura de água doce. 2017.

GLEICK, P. H. A look at twenty-first century water resources development. **Water International**, v. 25, n. 1, p. 127–138, 2000.

GODINHO, H. P.; **Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção** **Reproductive strategies of fishes applied to aquaculture: bases for development of production technologies**. v. 31, n. 3, p. 351–360, 2007.

GOMES, J. DE L.; BARBIERI, J. C. **Gerenciamento de recursos hídricos no Brasil e no Estado de São Paulo: um novo modelo de política pública**. Cadernos EBAPE.BR, v. 2, n. 3, p. 01–21, 2004.

GUERRA, A. T. **Recursos naturais do Brasil**. 3 ed. / Rio de Janeiro: IBGE, 220p. 1980.

LOUREIRO, B.R.; ROUTLEDGE, E.A.B; NUÑER, A.P.O. Subsídios para a regularização ambiental da aquicultura brasileira. *In*: Livro **Engenharia de Aquicultura no Brasil: Pesquisas, Tendências e Atualidades**. p 52. 2018.

PAZ, V. P. DA S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 3, p. 465–473, 2000.

PERES, R. B.; SILVA, R. S. DA. Interfaces da gestão ambiental urbana e gestão regional: análise da relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacia Hidrográfica. **URBE - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 480, p. 13, 2013.

PESCA, E. DE; SPERA, S. T. **Abordagem prática do dimensionamento da demanda hídrica em projetos de piscicultura**. v. 2, 2018.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 43–60, 2008.

SIRHESC. **Sistema de Informações e Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina**, Bibliotecas. Disponível em:<http://www.aguas.sc.gov.br> . 2019.

TUCCI, C. **Inundações Urbanas**. Inundações Urbanas na América do Sul, p. 15–29, 2000.

WWAP. **The United Nations World Water Development Report 2019: Leaving No One Behind**. Paris, UNESCO, 2019.

AValiação DA CAPACIDADE REPRODUTIVA DO HÍBRIDO TAMBACU

(♀ *Colossoma macropomum* X ♂ *Piaractus mesopotamicus*)

Woshington Rocha Gervaz¹, Rafael Vilhena Reis Neto^{1,2}, Eduardo Antônio Sanches^{1,2}, Camila Fernandes Correa³, Antônio Fernando Gervásio Leonardo³, Gabriel Rinaldi Lattanzi², Thaís da Silva Oliveira¹

RESUMO

Objetivou-se verificar a fertilidade do híbrido tambacu (fêmea do tambaqui *Colossoma macropomum* X macho do pacu *Piaractus mesopotamicus*) comparativamente com o parental puro pacu. Foram utilizados 100 exemplares de pacu e 100 de tambacu com peso de aproximadamente 1,2 kg estocados em dois viveiros escavados de terra, com área de 600 m². Em cada estação climática foram amostrados aleatoriamente cinco exemplares de cada grupo genético, que foram insensibilizados e abatidos para coleta do peso das gônadas (Wg) e peso do fígado (WI). A determinação do sexo foi realizada pela observação macroscópica das gônadas, observando a vascularização e coloração dos ovócitos quando fêmea e a liberação de sêmen, em machos. Ao final do período das coletas, durante o período reprodutivo, doze exemplares de pacu e cinco exemplares de tambacu, foram submetidos à indução hormonal com extrato bruto de hipófise de carpa (EBHC), para obtenção de gametas masculinos e femininos e posterior fertilização. Os animais híbridos não apresentaram desenvolvimento das gônadas e também não responderam à indução hormonal sob as condições de avaliação, já os animais puros se mostraram férteis.

Palavras-chave: Grupos genéticos, Gônadas, Indução hormonal.

ABSTRACT

Objective: To verify the fertility of the tambacu hybrid (*Colossoma macropomum* X pacu male *Piaractus mesopotamicus*) compared to the pure pacu. It used 100 pacu and 100 tambacu examples weighing approximately 1.2 kg were used, located in two excavated nurseries with an area of 600 m². In each climatic season five samples were randomly sampled from each genetic group, which were numb and slaughtered to collect gonad weight (Wg) and liver weight (WI). Gender determination was performed by macroscopic observation of the gonads, observing the vascularization and staining of oocytes when female and the release of semen in males. At the end of the collection period, during the reproductive period, twelve examples of pacu and five examples of tambacu were used for hormone induction with crude carp pituitary extract (EBHC), for male and female gamete testing and subsequent fertilization. Hybrid animals not found in the development of the gonads and also do not respond to hormonal induction under evaluation conditions, whereas pure animals that are shown in animals.

Keywords: Genetic groups, Gonads, Hormonal induction.

¹ Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP). woshington@gmail.com, rafael.vilhena@unesp.br, eduardo.sanches@unesp.br, tsilva.engpesca@gmail.com. Bolsista CNPQ.

² Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Câmpus de Registro-SP. peters345@hotmail.com.

³ Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA). afleonardo@apta.sp.gov.br, cfcorrea@apta.sp.gov.br.

INTRODUÇÃO

“[...] A piscicultura brasileira é uma atividade em crescimento e com grande potencial, devido os recursos hídricos do país, dimensões continentais, clima propício e o empreendedorismo dos produtores [...]”. (PEIXE BR, 2019, p. 23). Talvez o maior desafio da piscicultura sustentável, será estabelecer programas de melhoramento genético e de geração de tecnologias para a produção das espécies nativas com as características zootécnicas de interesse (Alves et al., 2014).

De acordo com a Peixe BR (2019), a produção aquícola no Brasil em 2018 foi de 722.560 toneladas, alcançando um resultado superior em 4,5% quando comparado com a produção de 2017 que foi de 691.700 toneladas. No ranking das espécies produzidas, a categoria de peixes nativos representou cerca de 39,84% (287.910 ton.) liderada pela espécie tambaqui.

Os estados de Rondônia, Roraima, Pará, Mato Grosso e Maranhão representam cerca de 69,3% da produção de peixes nativos do Brasil, sendo as espécies mais produzidas tambaqui, pirapitinga, pacu e seus híbridos conforme os dados publicados na (PEIXE BR, 2019).

O tambaqui é a principal espécie amazônica cultivada no Brasil e considerada o segundo maior peixe de escamas da bacia amazônica. A facilidade de produção de alevinos e o rápido crescimento fizeram desta espécie uma das mais populares da piscicultura brasileira. Apesar de seu cultivo ser realizado em todo o Brasil, o risco de alta mortalidade durante os meses de inverno tem desencorajado o cultivo do tambaqui nos estados das regiões Sul e Sudeste, particularmente em locais onde a água pode atingir temperaturas abaixo dos 17°C (KUBITZA, 2004).

Já o pacu, originário das bacias do Rio Paraguai e do Prata apresenta boa tolerância ao clima do Sudeste e Sul do país, mas possui desempenho inferior ao tambaqui (FERRAZ DE LIMA, 1988). Assim, a produção de um híbrido, a partir do cruzamento de pacu e tambaqui, tem sido uma boa estratégia para produzir peixes com rápido crescimento e tolerantes a períodos de baixas temperaturas na região sudeste (GARUTTI, 1988).

O cruzamento entre pacu e tambaqui é uma estratégia de produção amplamente empregada nas pisciculturas comerciais no Brasil, resultando em heterose positiva para características de desempenho (REIS NETO et al., 2012).

Conforme descrito por Bartley et al. (2001), o processo da hibridação consiste no acasalamento de indivíduos ou grupos geneticamente diferentes e pode envolver

cruzamentos dentro de uma espécie (cruzamento de linhagens) ou cruzamentos entre espécies separadas (hibridação interespecífica).

A hibridação interespecífica é muito usada para produzir organismos aquáticos com características desejáveis específicas ou melhoramento geral de seus desempenhos na aquicultura. Geralmente, resulta na produção de prole que apresenta um desempenho zootécnico superior do que a média de ambas as espécies parentais vigor híbrido ou heterose positiva.

Verifica-se atualmente que entre os peixes a hibridação é um fenômeno bastante comum de acordo com (Allendorf et al., 2001), “[...] se comparado ao que ocorre nos diversos grupos de vertebrados [...]”. (CAMPTON, 1987, p.161-192). Isto ocorre pela própria condição ecofisiológica dos peixes, que apresenta características peculiares, entre elas, a fertilização externa, mecanismos de isolamento, competição por territórios de desova, abundância de espécies e sobrevivência em ambientes (HUBBS, 1955).

Apesar de ocorrer naturalmente, metade da ocorrência de eventos de hibridação em peixes tem sido atribuída a intervenção humana, como observado por (SCRIBNER et al., 2001). Os principais fatores dessas ocorrências são as atividades de aquicultura, introduções de espécies fora do seu local de origem e alterações ou perda de habitats.

Porém para Toledo-Filho et al. (1994), existem problemas a serem solucionados em programas de hibridação artificial, como os métodos genéticos para a identificação dos produtos da hibridação, a avaliação da fertilidade ou esterilidade dos híbridos e os potenciais riscos biológicos que podem causar as suas espécies parentais.

Em estoques cultivados, a semelhança morfológica dos híbridos com os seus parentais pode causar misturas ocasionais e resultar na formação de plantéis de reprodutores com portadores de esterilidade zigótica ou gamética (HASHIMOTO, 2010).

Hashimoto (2011), afirma que os híbridos parcialmente férteis ou que apresentam fertilidade total são os que mais oferecem riscos às populações selvagens, pois podem realizar introgressões genéticas podendo causar a extinção de um dos parentais.

Conforme descrito por Almeida-Toledo et al. (1996), no Brasil, apesar da constatação de que a produção de híbridos interespecíficos atualmente já se tornou

uma prática comum nas pisciculturas, poucos são os estudos sobre os reais impactos genético-ecológicos que esses animais apresentam para as populações selvagens e cultivadas.

Na literatura, existem alguns estudos de identificação de híbridos principalmente entre as espécies *Piaractus mesopotamicus* X *Colossoma macropomum* e *Pseudoplatystoma corruscans* X *Pseudoplatystoma fasciatum*, demonstrando que estes podem apresentar fertilidade e retrocruzar com as espécies parentais. Porém, algumas lacunas no conhecimento sobre a reprodução de híbridos ainda precisam ser preenchidas como: o desenvolvimento gonadal dos híbridos férteis e a capacidade de fertilização entre o híbrido com a espécie parental, sendo informações importantes para estabelecer medidas de controle ambiental e também para o controle de estoques de reprodutores em pisciculturas comerciais.

Este trabalho tem por objetivo verificar a fertilidade do híbrido tambacu comparativamente com a espécie pura pacu, avaliando o desenvolvimento gonadal e a resposta da indução hormonal do pacu e tambacu em animais de três anos de idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização

O experimento foi conduzido em Pariquera-Açu (latitude 24° 43' 14" S e longitude 47° 52' 43" O), no setor de Piscicultura da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA Regional), pertencente ao da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo/Brasil.

2.2 Grupos Genéticos e Manejo Experimental

Os animais avaliados foram provenientes de cruzamentos realizado na piracema de 2015/2016 entre reprodutores de pacu e tambaqui do plantel de peixes nativos do Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal, SP. Previamente os animais utilizados no cruzamento foram avaliados por meio de técnicas moleculares (PCR Multiplex e PCR-RFLP) confirmando que eram realmente das espécies parentais puras.

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram estocados e mantidos em dois viveiros escavados de terra, com área de 600 m², profundidade média de 1,50 m, vazão igual a 30 L minutos⁻¹, na densidade de estocagem de um peixe a cada 6 m², 100 exemplares com peso médio estimado de 1,2 kg, dos seguintes grupos genéticos:

pacu *Piaractus mesopotamicus* e tambacu (fêmea tambaqui x macho pacu). Os peixes eram alimentados com ração comercial (32% P.B.), oferecida duas vezes ao dia, durante sete dias da semana, na proporção de 5% da biomassa total.

2.3 Acompanhamento do desenvolvimento gonadal

O acompanhamento do desenvolvimento gonadal do pacu e seu híbrido foi realizado durante o período de 13 meses por meio de quatro coletas em diferentes estações do ano de acordo com a (Figura 1).

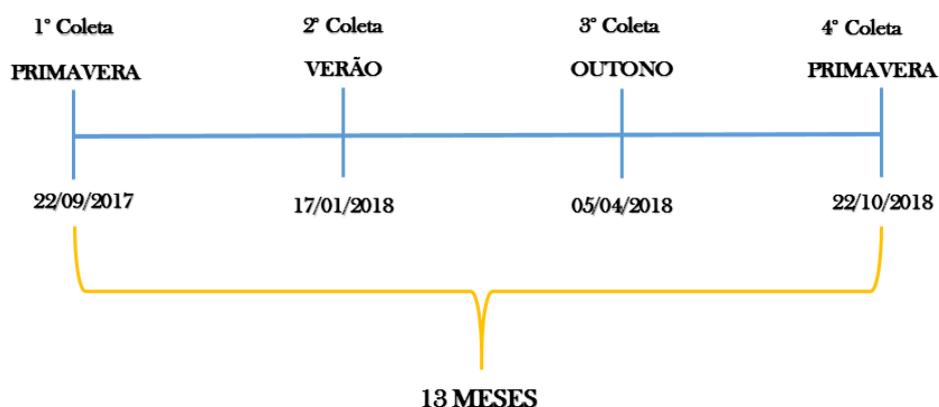


Figura 1. Coleta dos dados

Durante as coletas foram amostrados aleatoriamente cinco exemplares de cada grupo genético, insensibilizados por hipotermia em água com gelo, em seguida abatidos pela secção da medula seguindo protocolo descrito por (PEDRAZZANI et al., 2009), decapitados e dissecados, de acordo com o protocolo n°014403/18 aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA FCAV - UNESP).

Para cada exemplar foi realizado a biometria sendo registrado o peso total (**Wt**), peso das gônadas (**Wg**) e peso do fígado (**WI**). A determinação do sexo foi realizada pela observação macroscópica das gônadas, observando a vascularização e coloração dos ovócitos quando fêmea e a secreção de sêmen, em machos.

Os cálculos do índice gonadossomático (**IGS**) e índice hepatossomático (**IHS**), foram efetuados conforme (VAZZOLER, 1996) onde:

$$\mathbf{IGS = (Wg / Wt) \times 100}$$

Onde:

Wg = peso da gônada

Wt = peso total do peixe

$$\mathbf{IHS = (WI / Wt) \times 100}$$

WI = peso do fígado

Wt = peso total do peixe

2.4 Reprodução artificial dos animais puros e híbridos

Fêmeas e machos de cada grupo genético foram avaliados nos próprios viveiros, sendo observados os aspectos externos como, ventre distendido ou abaulado e presença de papila urogenital saliente nas fêmeas. Já para os machos foi observado a liberação de sêmen por meio de massagem abdominal realizada no sentido céfalo-caudal.

Em relação aos híbridos, foram observados nos viveiros mais de 30 peixes, e nenhum apresentava aspectos externos que indicasse que estavam aptos à reprodução, mesmo assim ainda foram coletados cinco animais para testar se respondiam o protocolo de indução hormonal.

Os animais puros, fêmeas e machos, apresentaram características de aptidão reprodutiva, sendo selecionados sete machos e cinco fêmeas da espécie para serem submetidos à reprodução artificial.

Os animais selecionados foram pesados e transferidos para o laboratório de reprodução da APTA, e mantidos separados em caixas d'água com capacidade de 500L. Após o acondicionamento, os animais foram submetidos à indução hormonal seguindo o protocolo descrito por (CRISCUOLO-URBINATI et al., 2012).

Para as fêmeas foram preparadas duas doses hormonais de 0,5 mg/kg na primeira aplicação e 5,0mg/kg na segunda, com intervalo de 12 horas para cada aplicação. Para os machos foi preparado uma única dose de 2,5mg/kg de extrato bruto de hipófise de carpa (EBHC), aplicado junto com a segunda dose da fêmea, e em ambos os sexos as doses hormonais foram injetadas na base da nadadeira peitoral.

Dos cinco animais híbridos, apenas três animais foram induzidos com EBHC, sendo utilizado o protocolo de indução para fêmeas, já que não foi possível identificar o sexo dos animais.

Após as aplicações, cada fêmea foi mantida isolada em uma caixa d'água com aeração e renovação constante. Os machos de pacu, foram mantidos isolados das fêmeas, sendo manejados somente no momento da fertilização dos ovócitos.

A desova ocorreu oito horas após a segunda aplicação hormonal, com a temperatura da água de 30 °C (240 horas-grau), então as fêmeas foram retiradas das

caixas d'água dando início ao procedimento de massagem abdominal para a liberação dos ovócitos, sendo coletados em um recipiente seco e limpo para serem pesados.

Em seguida foi realizada a espermiacção dos machos de pacu, e os três animais híbridos que foram induzidos não liberaram gametas, em razão disso foram sacrificados e dissecados, para a verificação das gônadas.

Após a coleta, os gametas dos 7 machos foram avaliados em relação ao volume seminal, concentração e motilidade espermática. Após a avaliação foi constituído um "pool" de sêmen dos três machos que apresentaram os melhores índices dos parâmetros avaliados para verificação da capacidade de fertilização dos animais puros.

Para avaliação da fertilidade das fêmeas, foi constituído um "pool" dos ovócitos coletados de todos os animais no qual foi dividido em amostras de 118,43 g e distribuídas em 12 recipientes. As amostras de ovócitos foram fertilizadas com o "pool" de sêmen diluído em 1:1.000 para obtenção de uma dose inseminante de 200.000 spz/ovc.

Após a fertilização os embriões foram divididos em 12 incubadoras cônicas de fibra de vidro com capacidade de 250 L. A taxa de fertilização foi estimada por contagem em microscópio estereoscópico (aumento de 20x) sendo avaliada na fase do fechamento do blastóporo, a partir de três amostras de 200 ovos, retirados de incubadoras, aproximadamente oito horas pós-fertilização (AMORIM et al., 2009), foram considerados ovos fertilizados aqueles que se apresentavam translúcidos e não fertilizados, opacos de acordo com (WOYNARÓVICH E HORVÁTH, 1983).

Após 20 horas da fertilização a coluna d'água das incubadoras foi revolvida e, por meio de um Becker com capacidade de um litro, foram obtidas três amostras para mensuração do número de larvas eclodidas para estimativa da taxa de eclosão conforme método proposto por (SREIT, 2012), ilustrado pela (figura 2.)

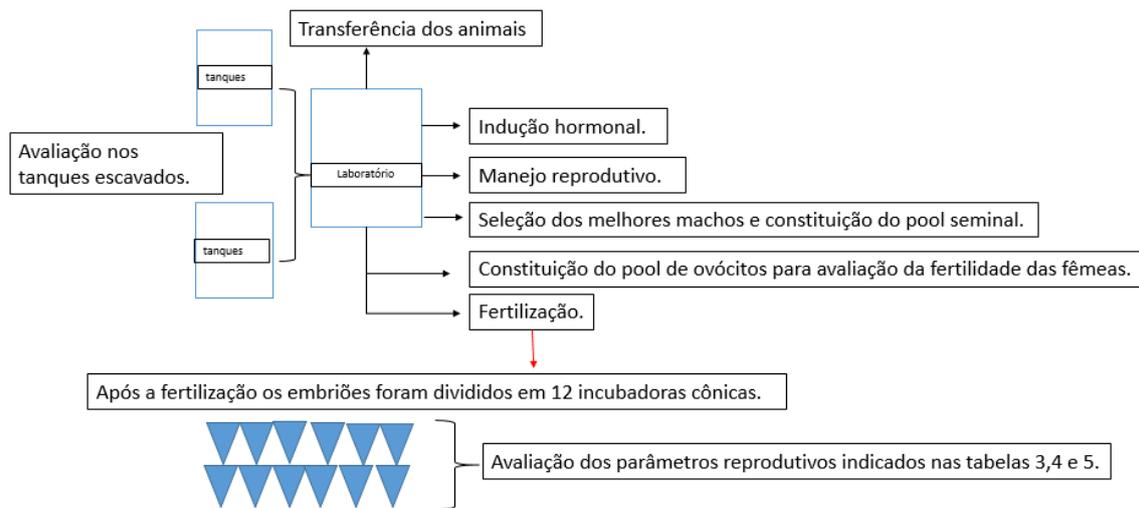


Figura 2. Esquema ilustrativo do item 3.1

Os dados dos parâmetros gonadais foram analisados por meio de um modelo estatístico que incluiu os efeitos de grupo, de estação do ano e da interação entre grupos e estação (fatorial 2 x 4). As análises foram realizadas usando o software R 3.4.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação do desenvolvimento gonadal

Na primeira coleta durante a primavera não foi possível identificar o sexo de nenhum dos animais amostrados, já na segunda coleta durante o verão foi possível identificar o sexo dos animais puros, mas não dos híbridos, pois não apresentaram gônadas desenvolvidas.

Durante a terceira coleta durante a estação de outono não foi possível identificar o sexo do grupo tambacu, devido a mesma condição da coleta anterior de não apresentar desenvolvimento gonadal.

Para o grupo pacu foram observados duas fêmeas e três machos. Na última coleta na estação da primavera, novamente não ficou evidente o sexo do grupo tambacu por não apresentarem desenvolvimento gonadal.

Para o grupo pacu, foram observados três machos e duas fêmeas, suas gônadas estavam bem visíveis e de tamanho normal (Figura 3).

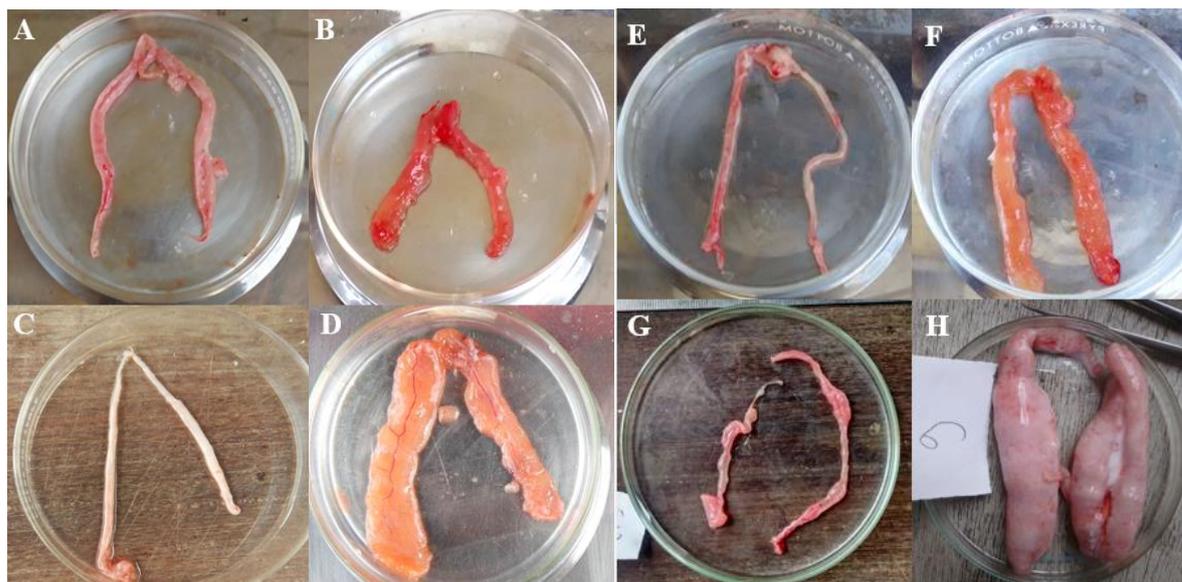


Figura 3. Coleta das gônadas durante as estações climáticas: tambacu (A) e pacu (B) na primavera; tambacu (C) e pacu (D) no verão; tambacu (E) e pacu (F) no outono e tambacu (G) e pacu (H) na primavera, utilizando placas de Petri com dimensão de 90x15mm.

Durante as avaliações realizadas o tambacu apresentou um peso médio de 1,56 kg (Wt), já o peso das gônadas (Wg) variou de 1,6 a 1,8 g nas quatro estações. O grupo pacu apresentou um peso médio de 1,46 kg (Wt) e o peso das gônadas (Wg) variou de 2,16 a 58,16 g, evidenciando o desenvolvimento gonadal do grupo genético puro (Tabela 2).

Tabela 2. Média e desvio padrão dos parâmetros avaliados para verificação do desenvolvimento gonadal de pacu e tambacu durante as estações climáticas primavera de 2017, verão, outono sendo finalizado na primavera de 2018.

Estações Climáticas	Grupos Genéticos	Parâmetros			
		Wg (g)	WI (g)	IGS	IHS
22/09/2017	Pacu	2,16±0,64	11,81±3,22	0,22±0,08a	1,19±0,19
Primavera	Tambacu	1,60±1,33	14,25±1,88	0,07±0,10b	1,07±0,20
17/01/2018	Pacu	4,30±2,01a	20,23±6,05a	0,36±0,27a	1,43±0,18
Verão	Tambacu	1,79±1,63b	12,33±6,56b	0,15±0,13b	1,03±0,35
05/04/2018	Pacu	2,69±2,11a	12,98±11,35	0,18±0,14a	0,86±0,50
Outono	Tambacu	1,60±0,76b	15,94±10,40	0,08±0,02b	0,73±0,41
22/10/2018	Pacu	58,16±52,41a	20,55±7,86a	2,67±1,86a	1,01±0,22
Primavera	Tambacu	1,66±1,41b	13,89±4,54b	0,03±0,06b	0,80±0,08

Peso da Gônada (Wg); Peso do Fígado (WI); Índice Gonadossomático (IGS); e Índice Hepatossomático (IHS). Médias seguidas de letras diferentes para grupos genéticos em cada estação se diferem pelo teste F ($\alpha = 0,05$)

O IGS do grupo tambacu apresentou valores que permaneceram baixos com variações de 0,03 a 0,15, em relação ao grupo pacu foi observado valores mínimos de 0,22 na primavera e 0,18 no outono, seguido de um aumento na estação seguinte de 2,67, evidenciando o desenvolvimento gonadal.

Os índices hepatossomáticos (IHS) do grupo tambacu foram semelhantes na primavera de 2017, apresentando um resultado de 1,07 e no verão do ano seguinte de 1,03, seguidos de uma baixa no outono 0,73 e primavera de 0,80. Já para o grupo pacu o índice hepatossomático (IHS) apresentou valores que foram semelhantes na estação de primavera de 2017 e verão de 2018 sendo 1,19 e 1,43 respectivamente, no outono também apresentou uma baixa em seu IHS de 0,86, porém voltou a subir durante a primavera para 1,01.

O índice gonadossomático (IGS) serve para demonstrar o desenvolvimento gonadal dos animais durante determinada época do ano, desta maneira os valores crescentes de IGS estão associados à maturação, e os decrescentes a eliminação ou reabsorção dos gametas de acordo com (ROMAGOSA, 1998). “[...] Também indica a eficiência e a funcionalidade dos ovários, demonstrando o período reprodutivo do peixe [...]”. (NAVARRO et al., 2009 p. 20-25).

O IHS também pode ser utilizado como indicador do período reprodutivo de peixes, correlacionado a outros fatores como IGS. Esse índice pode estar relacionado com a mobilização das reservas energéticas necessárias para o processo de vitelogênese, reprodução ou durante o período de inverno de acordo com Querol et al. (2002) através desse índice é possível verificar variações como a quantidade de gordura e glicogênio estocados no fígado.

Santana et al. (2013), em estudos realizados no rio Paraguai situado no Pantanal Mato-Grossense com pacu em ambiente natural, encontraram para o peso das gônadas média de 2,96 g a 3,68 g e 70,10g a 96,80g, nos meses de março a junho e novembro a dezembro, respectivamente. Enquanto que no estudo realizado em ambiente natural por Costa e Mateus (2009), em Cuiabá Mato Grosso na bacia Alto do Paraguai utilizando exemplares de pacu, foi constatado um peso mínimo das gônadas de 55 g durante o período de 12 meses.

Tais pesquisas corroboram o resultado obtido no presente trabalho para a espécie pacu, que durante o mês de abril, no período de outono, o peso da gônadas foi de 2,69 g e na primavera alcançou-se o resultado de 58,16 g demonstrando que houve desenvolvimento gonadal com o aumento da temperatura. Para o grupo

genético tambacu não foram encontrados resultados de peso gonadal na literatura que pudessem ser comparados com os resultados obtidos nesse trabalho, que permaneceram baixos com uma média de 1,66 g durante as avaliações realizadas, constatando que não houve desenvolvimento gonadal desses animais.

De acordo com o estudo de Villacorta-Correa e Saint-Paul (1999) utilizando o grupo tambaqui, coletados em ambiente natural no Rio Solimões – Amazonas, foi demonstrado que os valores do índice gonadossomático (IGS) foram de no mínimo de 0,10 durante o mês de agosto (Inverno de 1992) e máximo de 1,40 no mês de janeiro (Verão de 1993). Já para a espécie pacu coletado em ambiente natural no Rio Paraguai e Rio Sepotuba, Muniz et al. (2016) encontraram os valores mínimo de 0,2 nos meses de março a agosto (Outono e Inverno de 2009) e de máximo de 4,5 no mês de dezembro (Verão de 2009).

Os dados encontrados pelos autores citados acima, são semelhantes aos encontrados no presente trabalho uma vez que para o grupo pacu verificou-se valores crescentes de 0,18 a 2,67 indicando a maturação e, para o tambacu obteve-se valores de 0,03 a 0,15 indicando que não houve desenvolvimento gonadal.

Desta forma, quando analisado os resultados de IGS, observa-se que o híbrido não estava apto à reprodução nos meses em que foram avaliados, já a espécie pura demonstrou condições de realizar a reprodução, por apresentarem desenvolvimento gonadal na primavera do ano de 2018.

Conforme descrito por Paula et al. (2009), ao analisar os grupos genéticos da pirapitinga, tambaqui e tambatinga acondicionados em viveiros escavados durante um ano, foram encontrados IHS de respectivamente 1,42, 1,38 e 1,18, respectivamente. Villacorta-Correa e Saint-Paul (1999) demonstraram que houve variações nos valores do índice hepatossomático (IHS) da espécie tambaqui coletados em ambiente natural no rio Solimões-Amazonas, com resultado máximo de 1,6 no início do mês de julho e mínimo de 1,2 em agosto, ambos em períodos de inverno.

Os autores justificam que os valores mais altos indicam que os peixes acumularam uma boa reserva energética, e os valores baixos podem ser atribuídos ao uso dessas reservas acumuladas no fígado, para suprir as necessidades fisiológicas durante períodos de estresse, como por exemplo, o período de inverno ou escassez de alimento.

No estudo de Muniz et al. (2016) realizado com o grupo genético pacu coletados em ambiente natural no Rio Paraguai e Rio Sepotuba, foram encontrados valores próximos a 1,2 durante o período de outono e inverno, ocorrendo uma diminuição na primavera e verão para 0,7 e, concluíram que houve uma diminuição do IHS de (0,5) durante o período de reprodução.

A diminuição do IHS não foi observada neste trabalho no período reprodutivo, permaneceu alto nesse período, mesmo ocorrendo desenvolvimento gonadal do grupo pacu, o que pode ser uma consequência do acondicionamento em viveiros escavados e por não realizarem migração reprodutiva.

3.2 Indução Hormonal

Após as induções hormonais realizadas nos animais, verificou-se que os indivíduos puros eram férteis, pois houve a liberação de gametas das fêmeas e machos conforme apresentado os resultados nas Tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3. Liberação dos gametas das fêmeas do grupo genético pacu.

Fêmeas	Peso (kg)	Peso da desova (g)	N° de ovócitos
F1	3,30	132,20	1.412,60
F2	1,98	449,00	1.552,60
F3	2,21	229,00	1.537,20
F4	1,80	255,00	1.528,80
F5	2,93	356,00	1.451,80

Tabela 4. Liberação dos gametas dos machos do grupo genético pacu.

Machos	Peso (kg)	MOT (%)	Volume (mL)	[spz]
M2	1,31	92±4,60	0,52	519,42
M6	1,425	96±2,74	0,77	770,46
M7	1,68	82±1,94	0,90	902,18

Motilidade espermática (MOT); [spz]: concentração espermática.

Tabela 5. Taxa de fertilização e eclosão do grupo genético pacu.

Machos	Taxa de Fertilidade	Taxa de Eclosão
M2	10,48 b ± 1,98	1,33 b ± 5,87
M6	15,84 a ± 3,24	3,39 a ± 24,90
M7	18,24 a ± 2,54	0,61 b ± 1,53
POOL	13,16 b ± 5,41	0,48 b ± 2,89

Como os híbridos não responderam à indução hormonal, foram sacrificados os três animais restantes, para que fosse verificado as gônadas dos animais conforme demonstrado na (Figura 4), dessa forma foi constatado que eles também não estavam aptos a reprodução, pois não havia desenvolvimento gonadal.



Figura 4: Avaliação das gônadas dos três animais híbridos induzidos que não responderam a indução hormonal.

Segundo Fioravanti (2011), os animais híbridos férteis podem realizar cruzamentos improváveis podendo gerar um novo grupo genético, por causa de serem geneticamente próximos a sua espécie parental e cruzarem entre si. Esse mesmo autor reforça que em geral, espécies diferentes apresentam número distinto de cromossomos, essa diferença poderia inviabilizar o desenvolvimento do embrião, já que cada cromossomo que veio do macho precisa estar alinhado com um equivalente ao da fêmea na hora da célula fertilizada se dividir.

Porém, Almeida-Toledo et al. (1996) e Mayr (1963) possuem a ideia de que a maioria dos híbridos não apresentam qualquer forma de desenvolvimento reprodutivo, evidenciando sua esterilidade. Durante as análises realizadas neste estudo, já era esperado que o híbrido tambacu não correspondesse à indução hormonal por não apresentar desenvolvimento gonadal, o que reforça a teoria descrita por Almeida-Toledo et al. (1996) e Mayr (1963).

No estudo de Rodionova et al. (1996) realizado em híbridos de poecilia (*P. velifera* x *P. reticulatus*) foi evidenciado que existe uma divergência genética entre as espécies progenitoras, impedindo a ocorrência de rearranjos cromossômicos de grandes amplitudes, em razão da progênie F1 ser estéril.

Por outro lado, de acordo com o experimento realizado por Bernardino et al. (1990), foi constatado em uma primeira tentativa que os machos de tambacu eram estéreis, mas em uma segunda realização de seu experimento, um macho de tambacu fertilizou alguns óvulos de *P. mesopotamicus*, resultando em quarenta nascimentos, mas com a sobrevivência de apenas dois exemplares.

Existem trabalhos ainda que apontam que os híbridos podem ser férteis Nakaghi et al. (1997). Esses autores observaram a presença do desenvolvimento gonadal com gametas desenvolvidos no híbrido tambacu, sugerindo ser possível o cruzamento entre o híbrido e sua espécie parental.

Segundo Hashimoto (2011), em estudo com aplicação de marcadores moleculares, foram encontrados em lotes de peixes da família serrasalmídeo, linhagens pós-F1 resultante do retrocruzamento de uma fêmea híbrida de patinga com um macho da espécie pura *C. macropomum*, reforçando a ideia da fertilidade do híbrido. Da mesma forma, estudos realizados por Kittel et al. (2005), afirma que há na natureza híbridos interespecíficos e que estes são férteis, e que a introgressão com *P. mexicana* e *P. formosa* é possível e já ocorreu.

Ao analisarmos o resultado obtido no experimento realizado, demonstra-se que a idade dos híbridos pode não ter sido suficiente para atingirem a maturidade sexual. O grupo genético tinha cerca de três anos de idade, reforçando a importância da realização de novas avaliações no quarto ou quinto ano de idade do híbrido, para constatação de sua fertilidade ou não, como apontam alguns trabalhos citados.

Segundo Galo (2009), avaliando parâmetros seminais do pacu (*P. mesopotamicus*), obteve taxas de fertilização de 70% e taxas de eclosão de 85,37% o que corrobora com Guerreiro (2011), estudando ovos e larvas de pacu, com taxas de fertilização próximas a 68% e taxa de eclosão de 60%. Os valores citados pelos autores acima, diferem dos valores encontrados nesse trabalho, no entanto é importante destacar que o objetivo desta avaliação foi demonstrar que o pacu é fértil.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que os animais puros se mostraram férteis nas condições avaliadas, já o híbrido tambacu não apresentou desenvolvimento gonadal e nem respondeu a indução demonstrando que peixes de três anos não são férteis. No entanto é necessária uma avaliação desses animais em uma idade mais avançada, uma vez que a maturidade sexual pode não ter sido atingida.

5. AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de Iniciação Científica (*Processo nº: 2018/16765-0*) do qual auxiliou para o desenvolvimento desse trabalho.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. P.; GOMES, B. V. C.; MARTINS, Y. S.; SATO, Y.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. Early development of the silver catfish *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824)

(Pisces:Heptapteridae) from the São Francisco River Basin, Brazil. **Aquaculture Research**, v.40, p.172-180, 2009.

ALLENDORF, F. W.; LEARY, R. F.; SPRUELL, P. e WENBURG, J. K. The problems with hybrids: setting conservation guidelines. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 16, n. 11, p.613-622, 2001.

ALMEIDA-TOLEDO, L.F.; BERNARDINO, G.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F.; TOLEDO-FILHO, S.A. Gynogenetic fish produced by a backcross involving a male hybrid (female *Colossoma macropomum* x male *Piaractus mesopotamicus*) and a female *Piaractus mesopotamicus*. **Boletim Técnico CEPTA**, v. 9, p.31-37, 1996.

ALVES, A. L.; VARELA, E. S.; GANECO, L.; MORO, G. Riscos genéticos da produção de híbridos de peixes nativos. **Séries EMBRAPA - DOCUMENTOS**, v. 1, p. 1-60, 2014.

BARTLEY, D. M.; RANA, K.; IMMINK, A. J. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 10, p. 325-337, 2001.

BERNARDINO, G., ALCÂNTARA, R.C.G., RAMOS, S.M., SENHORINI, J.A. Nota sobre o híbrido tambacu-tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) fêmea x pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) macho. In: "Proceedings of the IV Simpósio Brasileiro de Aqüicultura", pp. 58, Maceio, Brazil, 1990.

CAMPTON, D. E. Natural hybridization and introgression in fishes: Methods of detection and genetic interpretations. In: Ryman N e Utter F (eds.), **Population Genetics and Fishery Management**. University of Washington Press, Seattle, USA, p. 161-192, 1987.

COSTA, R., M., R.; MATEUS, L., A., F. Reproductive biology of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Teleostei: Characidae) in the Cuiabá River Basin, Mato Grosso, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 3, p. 447-458, 2009.

CRISCUOLO-URBINATI, E.; KURADOMI, R.Y.; URBINATI, E.C.; BATLOUNI, S.R. The administration of exogenous prostaglandin may improve ovulation in pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Theriogenology**, v. 78, p. 2087-2094, 2012.

FERRAZ DE LIMA, J.A. Atuações do CEPTA para a expansão do cultivo dos *Colossoma* e *Piaractus*. Cultivo de *Colossoma*. Bogotá: **Guadalupe**, 1988.

FIORAVANTI, C. Quando os híbridos são férteis. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, 05 jul. 2011.

GALO, J. M.; RIBEIRO, R. P.; STREIT JUNIOR, D. P.; SIROL, R. N.; MORAES, G. V.; DIGMAYER, M.; FORNARI, D. C. ; CARVALHO, S. . Avaliação dos Parâmetros seminais de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) "in natura" e congelado e suas taxas de fertilização e eclosão. In: II Congresso Brasileiro de Peixes Nativos de água doce, Cuiaba_MT. **II Congresso Brasileiro de Peixes Nativos de água doce**, 2009.

GARUTTI, V. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do Estado de São Paulo, bacia do rio Paraná. **Revista Brasileira Biologia**, Rio de Janeiro, v.48, n. 4, p. 747-759, 1988.

GUERREIRO, L. R. J.; DIAS, J. A. D.; FORNARI, D. C.; RIBEIRO, R. P.; ZANONI, M. A. Incubação de ovos e larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) em incubadoras do tipo israelense e Woynarovich. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, 2011.

HASHIMOTO, D. T. Aplicação de marcadores moleculares no monitoramento genético de programas de hibridação interespecífica em pisciculturas brasileiras. Tese. Universidade Estadual Paulista – Unesp. Instituto de Biociências de Botucatu, 2011.

HASHIMOTO, D. T.; MENDONÇA, F. F.; SENHORINI, J. A.; BORTOLOZZI, J.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Identification of hybrids between Neotropical fish *Leporinus macrocephalus* and *Leporinus elongates* by PCR–RFLP and multiplex-PCR: tools for genetic monitoring in aquaculture. **Aquaculture**, v. 298, p. 346–349, 2010.

HUBBS, C. L. Hybridization between fish species in nature. **Systematic Zoology**, v. 4, p. 1-20, 1955.

KITTELL, M. M.; HARVEY, M. N.; CONTRERAS-BALDERAS, S.; PTACEK, M. B. Híbridos silvestres entre molis de vela y de dorsal corta (Poeciliidae: Poecilia): verificación morfológica y molecular. **Hidrobiológica**, v. 15, n. 2, p. 131-137, 2005.
KUBITZA, F. Tambaqui, pacu e híbridos: Uma revisão pra lá de completa de todo manejo. **Panorama da Aquicultura**, v. 14, n. 82, 2004.

MAYR, E. The breakdown of isolating mechanisms (hybridisation). In: Mayr, E. (Ed.), *Animal Species and Evolution*. **Belknap Press**, Cambridge, MA, p. 110–135, 1963.

MUNIZ, C. C.; SANTANA, M. N.; OLIVEIRA-JUNIOR, E. S.. Índices morfofisiológicos de *Piaractus mesopotamicus* (osteichthyes, characidae) na estação ecológica de Taiamã e Foz do Rio Sepotuba, **Brasil. Interciencia**, v. 41, n. 10, 2016.

NAKAGHI, L. S. O.; GONÇALVES, R. P.; LEME DOS SANTOS, H. S.; CASTAGNOLLI, N. Morphology of the Gonads of the Hybrid Fish Tambaqui (Male Pacu *Piaractus mesopotamicus* X Female *Colossoma macropomum*). In: THE ANNUAL INTER CONF. & EXPOSITION OF THE WORLD AQUACULTURE SOCIETY, 1997, Seattle. **World Aquaculture Society/Book of Abstracts...** Seattle, WA-USA: WAS, v. 1, p.354, 1997.

NAVARRO, R. D.; FILHO, O. P. R.; FERREIRA, W. M.; PEREIRA, F. K. S. A importância das vitaminas E, C e A na reprodução de peixes: revisão de literatura. **Rev. Bras. Reprod. Anim.** v. 33, p. 20-25, 2009.

PAULA, F. G. Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), de pirapitinga (*Piaractus brachypomum*), e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados, na fase de engorda. (Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Goiás), 2009.

PEIXE BR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **ANUÁRIO Peixe BR da Piscicultura**. 2019. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario2018/>>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

PEDRAZZANI, A. S. Bem-estar de peixes e o impacto causado pelo abate. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 1, p. 188-197, 2009.

QUEROL, M. V. M.; QUEROL, E.; GOMES, N. N. A. Fator de condição gonadal, índice hepatossomático e recrutamento como indicadores do período de reprodução de *Loricariichthys platymetopon* (Osteichthyes, Loricariidae), bacia do rio Uruguai médio, sul do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 92, n. 3, p. 79-84, 2002.

REIS NETO, R. V.; DE FREITAS, R. T. F.; SERAFINI, M. A.; COSTA, A. C.; FREATO, T. A.; ROSA, P. V.; ALLAMAN, I. B. Interrelationships between morphometric variables and rounded fish body yields evaluated by path analysis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 7, p. 1576-1582, 2012.

ROMAGOSA, E. Desenvolvimento gonadal (morfologia; ultraestrutura) e indução da reprodução do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) em cativeiro. Vale do Ribeira, São Paulo. São Carlos. 211p. (Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos), 1988.

RODIONOVA, M.I.; NIKITIN, S.V.; BORODIN, P.M. Synaptonemal complex analysis of interspecific hybrids of *Poecilia* (Teleostei, Poeciliidae). **Revista Brasil Genética.**, v. 19, p. 231-235, 1996.

SANTANA, M. N.; OLIVEIRA JUNIOR, E. S.; César. Índices morfofisiológicos de *Piaractus mesopotamicus* holmberg, 1887 (pacu) na estação ecológica de taiamã, Cáceres, Mato Grosso, Brasil. in: i seminário de biodiversidade e agroecossistemas amazônicos. **Anais - I SEMINÁRIO DE BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS**, 2013.

SCRIBNER, K. T.; PAGE, K. S. E.; BARTRON, M. L. Hybridization in freshwater fishes: a review of case studies and cytonuclear methods of biological inference. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 10, p. 293-323, 2001.

SREIT JÚNIOR, D. P.; POVH, J. A.; FORNARI, D. C.; GALO, J. M.; GUERREIRO, L. R. J.; OLIVEIRA, D.; DIGMAYER, M.; GODOY, L. C. Recomendações técnicas para a reprodução do tambaqui. **Embrapa Meio-Norte, Documento**, v. 212, p. 30, 2012.

TOLEDO-FILHO, S. A.; ALMEIDA-TOLEDO, L. F.; FORESTI, F.; BERNARDINO, G.; CALCAGNOTTO, D. Monitoramento e conservação genética em projeto de hibridação entre pacu e tambaqui. **Cadernos de Ictiogenética 2**, CCS/USP, São Paulo, 1994.

VAZZOLER, A. E. A. M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática, 1996.

VILLACORTA-CORREA, M. A.; SAINT-PAUL, U. Structural indexes and sexual maturity of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes:

Characidae) in Central Amazon, Brazil. **Revista brasileira de biologia**, v. 59, n. 4, p. 637-652, 1999.

WOYNARÓVICH E.; Horváth L. The Artificial Propagation of Warm -Water Finfishes - **A Manual for Extension**. Translation by Chama V.L.M. FAO/CODEVASF/CNPq, Brasília, 1983.

ASSENTAMENTO REMOTO: NOVAS PERSPECTIVAS NO CULTIVO DE VIEIRAS***Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758)**

Robson Cardoso da Costa¹; Gilberto Caetano Manzoni ¹; Carlos Henrique Araújo de Miranda Gomes²; Francisco Carlos da Silva²; Claudio Manoel Rodrigues de Melo².

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o crescimento de larvas de vieiras *Nodipecten nodosus* Linnaeus (1758) cultivadas em sistema de assentamento remoto, em laboratório e no mar. As larvas pediveliger foram obtidas no Laboratório de Moluscos Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina (LMM/UFSC) localizado na Barra da Lagoa, Florianópolis (27°35'S; 48°32'W) e transportadas para o parque aquícola e para o laboratório do Centro Experimental de Maricultura (CEMar) da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), Penha (26°59'S; 48°38'W). Após 40 dias de cultivo, o percentual de sobrevivência final observado para pré-sementes cultivadas em laboratório foi de 12,8±0,9% sendo superior (P<0,05%) ao observado para o sistema de cultivo no mar 5,8±1,1%. O crescimento final em altura para as pré-sementes cultivadas em laboratório foi de 1,45±0,2mm, sendo inferior (P<0,05%) as cultivadas no mar que atingiram 6,58±0,19mm. Apesar do sistema de assentamento no mar apresentar resultados de sobrevivência inferior ao laboratório, o crescimento final em altura das pré-sementes assentadas no mar foi superior. Este é o primeiro registro de sobrevivência de pré-sementes de vieiras assentadas diretamente ao mar, demonstrando a viabilidade da técnica.

Palavras-Chave: Maricultura; Pectinicultura; Crescimento; Sobrevivência; Pré-sementes.

ABSTRACT

The aim of the present study was evaluate the survival and growth of *Nodipecten nodosus* Linnaeus (1758) scallop larvae cultivated in remote settling system in hatchery and in seabed. Pediveliger larvae were produced in the Laboratory of Marine Mollusks of the Federal University of Santa Catarina (LMM/UFSC), Florianópolis (27°35'S and 48°32'W) and transported to the Experimental Center of Mariculture (CEMar) from the University of the Vale do Itajaí (UNIVALI), Penha (26°59'S; 48°38'W). After 40 days of cultivation, survival rate of pre-seeds cultivated in hatchery (12.8±0.9%) was significantly (P<0.05%) higher than the ones cultivated in the seabed system (5.8±1.1%). The final shell height of pre-seeds cultivated in hatchery (1.45±0.2 mm) was smaller than those cultivated in seabed system (6.58±0.19 mm). Although the seabed system presented lower survival results than the hatchery, the final height growth of seabed seedlings was higher. This is the first report of survival of scallop pre-seeds sitting directly at seabed system, demonstrating the viability of the technique.

Keywords: Mariculture; Pectiniculture; Growth; Survival; Pre-seeds.

¹ Centro Experimental de Maricultura - CEMar, Escola do Mar, Ciência e Tecnologia – EMCT, Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, Penha, Santa Catarina.

² Laboratório de Moluscos Marinhos - LMM, Departamento de Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias - CCA, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, Santa Catarina.

INTRODUÇÃO

O Estado de Santa Catarina foi responsável por comercializar 13.580 toneladas de moluscos no ano de 2017 (EPAGRI, 2018). Entre as espécies cultivadas, destaca-se o mexilhão *Perna perna* Linnaeus (1758) com 10.976 toneladas, seguido pela ostra *Crassostrea gigas* Thunberg (1793), com 2.490 toneladas, e pela vieira *Nodipecten nodosus* Linnaeus (1758) com 114 toneladas (EPAGRI, 2018). Embora as vieiras representem a menor produção entre os moluscos cultivados, um aumento expressivo de 322,2% na produção comercializada da espécie foi verificado com relação a produção no ano de 2016 (EPAGRI, 2018). Isso demonstra o potencial desta espécie para fins comerciais, reforçado pelo seu alto valor de mercado (MANZONI, 1994) por ser uma fina iguaria na alta gastronomia (RUPP & DE BEM, 2004).

Apesar do potencial biológico e econômico da espécie para a maricultura (MANZONI, 1994), com um excelente valor de comercialização e um incremento na produção nos últimos anos, apenas 7 dos 552 produtores de moluscos de Santa Catarina trabalham com a pectinicultura. Este baixo interesse dos maricultores pode estar relacionado com a compatibilidade das áreas de cultivo para o desempenho da espécie, associado a necessidade de manejo mais adequado (EPAGRI, 2018).

Outro fator importante é o custo elevado das sementes, que, obrigatoriamente, devem ser produzidas em laboratório. Isso se deve porque a pectinicultura, assim como o cultivo de outros moluscos marinhos, apresentam dificuldades na obtenção de larvas e sementes, no ambiente natural (AVENDAÑO & CANTILLANEZ 1989). Esta situação foi reportada para as sementes da *N. nodosus* no litoral de Santa Catarina por Manzoni & Rupp (1993). Neste contexto, a produção de sementes em laboratórios, em condições controladas, torna-se a única alternativa sustentável e viável para o desenvolvimento da atividade.

Hoje, o principal fornecedor de larvas e sementes de moluscos para abastecimento de produtores nacionais é o Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O laboratório disponibiliza, aos maricultores, pré-sementes de vieiras fixadas em coletores para serem transportadas em sacos plásticos submersos em água do mar. Contudo, os produtores relatam que a técnica é onerosa devido ao alto volume de água utilizado no transporte, associado com perda ou mortalidade de larvas durante a transferência dos coletores para os locais de cultivo, refletindo numa baixa recuperação das sementes nos coletores. Por outro lado, manter as larvas por um período maior em laboratório, torna-se

economicamente inviável, pois a manutenção dos animais até o estágio de pré-sementes acarretaria custos elevados na produção (SÜHNEL et al., 2008).

Uma outra alternativa está relacionada com a realização do assentamento remoto das larvas de vieiras nas áreas de cultivo. Esta técnica consiste em fornecer, aos maricultores, larvas no estágio pediveliger aptas ao assentamento para serem povoadas em estruturas específicas nas próprias fazendas de cultivo (MELO et al., 2014), ou próximas as mesmas (COSTA, 2017).

Esta técnica iniciou-se como uma opção para ampliar a oferta de larvas de ostras para os produtores nos EUA e Canadá (JONES & JONES, 1988; ROLAND & BROADLEY, 1990). Já em Santa Catarina, estudos pioneiros realizados por Manzoni (2004), apontaram a possibilidade de realizar assentamento remoto com larvas da espécie do mexilhão *P. perna* em níveis experimentais. Mais tarde, Silveira Jr. et al. (2009) demonstraram que a metodologia pode ser implementada aos maricultores, porém sua execução necessita de aprimoramentos (SUPLICY et al., 2017).

Com relação ao desenvolvimento da metodologia de assentamento remoto para a espécie de *N. nodosus*, Bercht et al. (2013) iniciaram experimentos para avaliar o desempenho das larvas, apresentando resultados positivos para o assentamento final das larvas após serem submetidas à simulação de transporte em laboratório. Posteriormente, Costa et al. (2019) verificaram que é possível executar o transporte de larvas submersas em água marinha para o posterior pré-assentamento em laboratório, seguido da transferência das pré-sementes para o mar (COSTA et al., 2017).

Contudo, ainda não foram relatados resultados positivos para os sistemas de assentamento transportados e povoados em estruturas de cultivo, dispostas diretamente no mar (COSTA et al., 2018).

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade e crescimento das pré-sementes de vieiras *N. nodosus* assentadas em condições controladas no laboratório e em estruturas de cultivo diretamente no mar, após o transporte e assentamento remoto das larvas. Análises consistirão na verificação de taxa de sobrevivência como no tamanho final da altura de pré-sementes de vieiras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do estudo

O estudo foi realizado no parque aquícola e no laboratório do Centro Experimental de Maricultura (CEMAR) da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), localizado na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil (26°59'S; 48°38'W).

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com dois tratamentos (assentamento em estruturas diretamente no mar e assentamento em laboratório) em triplicatas.

2.3 Obtenção das larvas

As larvas pediveliger foram produzidas no Laboratório de Moluscos Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina (LMM/UFSC, localizado na Barra da Lagoa - Florianópolis (27°35'S; 48°32'W), conforme descrito por Costa (2018). Um total de 200 mil larvas no estágio pediveliger (larvas retidas em uma peneira com abertura de malha na diagonal 145 µm) foram utilizadas no experimento. Além disso, 100 larvas foram acondicionadas tubo tipo Eppendorf®, fixada em formol 4%, para averiguação da altura e comprimento inicial das larvas.

2.4 Transporte das larvas

O método de transporte das larvas foi realizado conforme descrito Costa et al. (2019), de forma que 180 mil larvas foram distribuídas em oito recipientes plásticos contendo 500 ml de água marinha e transportadas dentro de uma caixa isotérmica. O percurso realizado entre o LMM e laboratório do CEMar teve duração de aproximadamente sete horas.

2.5 Sistemas de assentamento larval

2.5.1 Laboratório

As larvas foram cultivadas em sistema de assentamento estático, com troca diária parcial de água marinha (filtrada a 1 µm e esterilizada por lâmpadas ultravioleta) em recipientes de volume de 20 L, contendo no seu interior dois coletores de Netlon® (ZANETTE et al., 2009). A densidade larval inicial foi de 1 larva/mL. Durante esse período, foi ofertada, diariamente, uma dieta mista de microalgas composta por 25% *Chaetoceros muelleri*, 25% *Chaetoceros calcitrans*, 25% *Isochysis galbana* e 25% de

Pavlova lutheri, na concentração de 3×10^4 células/mL (no início do assentamento) e até 20×10^4 células/mL (no final do assentamento) (CARVALHO, 2010)./

2.5.2 Mar

O sistema de assentamento utilizado no mar foi construído utilizando uma armação de aço inox formando um prisma retangular com volume total de 40L, sendo revestido, inicialmente, com telas de poliamida de 120 μm . Na sua parte interna, foram alocados quatro coletores de Netlon® maturados em laboratório, conforme Zanette et al. (2009). Foram povoadas 40 mil larvas em cada unidade experimental 1 larva/mL. As unidades foram fixadas em estruturas de cultivo fixo flutuantes de ((Polietileno de Alta Densidade (PEAD)) na posição horizontal a, aproximadamente, um metro da superfície. A cada 72 horas as telas de revestimento foram escovadas para evitar o entupimento das malhas.

A cada dez dias, as telas foram substituídas por outras de maior abertura malha (T_0 : 120 μm ; T_{10} : 180 μm ; T_{20} : 250 μm ; T_{30} : 320 μm). A troca das telas foi realizada próximo ao local do cultivo com auxílio de uma embarcação. As unidades experimentais (UEs) retiradas do mar e transferidas para um recipiente contendo 50 L de água marinha. Os coletores foram retirados da UEs e mantidos separados em recipientes de 10L até a substituição da tela. Posteriormente, os coletores e as pré-sementes que se destacaram foram devolvidos para as UEs.

2.6 Avaliação do crescimento e sobrevivência final

Aos 40 dias de cultivo, as UEs de ambos tratamentos foram avaliadas. Para tanto, removeu-se as pré-sementes dos substratos de fixação com uso de jatos de água e pincel. Para quantificar o percentual de pré-sementes vivas, tomou-se volume total indivíduos de cada UE. Deste volume, retirou-se três amostras de 100 mL das quais contou-se o número de animais. O número total de animais foi estimado pela média do número de animais em cada amostra. Um total de 30 animais/UE foram acondicionados em um tubo tipo Eppendorf®, fixados em formol 4% e transferidos para uma câmara de Sedgewick-Rafter® para serem medidos com o auxílio de um estereomicroscópio binocular LEICA® e do software LAS EZ 2.0.0®. A altura (mm) foi tomada conforme Galtsoff (1964).

2.7 Temperatura e salinidade

A temperatura e salinidade da água do mar e em laboratório foram registrados semanalmente com auxílio de um termômetro analógico de imersão Incoterm® e o refratômetro portátil Kasvi®.

2.8. Análise estatística

Os dados foram analisados através de análise de variância ($P < 0,05$), utilizando-se o pacote computacional SAS® (2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média (\pm desvio padrão) de temperatura e salinidade registradas na água das unidades de assentamento mantidas em laboratório e no mar, foram, respectivamente, $22.7 \pm 1.6^\circ\text{C}$ e 33.5 ± 0.5 e $22.8 \pm 0.9^\circ\text{C}$ e 33.6 ± 1.3 .

Diferentemente de outros moluscos bivalves cultiváveis de origem estuarina, *N. nodosus* é conhecida por habitar cercanias de ilhas oceânicas, podendo sofrer elevadas mortalidades quando expostas a salinidades abaixo de 29 e temperaturas inferiores a 19°C ou superiores a 27°C (RUPP & PARSON, 2004). Assim, ambas as áreas de cultivo apresentaram condições ambientais dentro da faixa de conforto para a espécie.

Não obstante, é importante salientar que valores elevados de temperatura no cultivo de forma jovens de pectinídeos podem interferir positivamente no seu desempenho (RUPP et al., 2005), ampliando seu metabolismo (Lu et al., 1997) e o crescimento (WIDMAN & RHODES, 1991). O efeito da temperatura no desenvolvimento das pré-sementes de vieiras cultivadas em sistema de assentamento remoto apresenta padrão conhecido, de forma que o crescimento em altura das conchas é maior em temperaturas mais elevadas quando comparado aos animais cultivados a temperatura mais baixas (COSTA, 2018).

Neste sentido, o crescimento de *N. nodosus*, sob as condições ambientais do presente estudo, apresentaram média de altura das pré-sementes cultivadas no mar 6.58 ± 0.19 mm superior àquela observada nos animais em laboratório 1.45 ± 0.2 mm ($P < 0.05$), resultado que corrobora com os obtidos por Bourne et al. (1989). Esses resultados foram ainda superiores aos descritos por Costa (2018) 1.48-1.56 mm após 40 dias de cultivo e por Velasco e Barros (2018) 1.14 mm após 50 dias de cultivo.

A amplitude de variação no crescimento evidenciado no presente trabalho em muito sugere que o crescimento médio é fortemente associado a condições

ambientais. Diversos estudos apontam divergentes padrões de crescimento médio de pré-sementes de *N. nodosus* variando de 0.403 ± 0.017 mm em animais com 16 dias de cultivo (RUPP et al., 2004), 0.711 ± 0.0565 mm em animais com 15 dias de cultivo (ZANETTE et al., 2009), 0.336 ± 0.00485 mm em animais com 9 dias de cultivo (DE LA ROCHE et al., 2002) e entre 0.70 ± 0.06 - 0.95 ± 0.23 mm (CARVALHO, 2010).

As pré-sementes de vieiras cultivadas em laboratório demonstram menor taxa de crescimento. Essas recebem a dieta mista de microalgas diatomáceas e flageladas que, sob a dosagem, correta desencadeiam o rápido crescimento das pré-sementes (Velasco e Barros, 2008). Porém, a medida que os organismos atingem estágios avançados de vida, o fornecimento dieta com espécies de microalgas já não garante o fornecimento de uma dieta nutricional completa (BOURNE et al., 1989). Além de representar maior custo para o laboratório (SÜHNEL et al. 2002; BLACHER, 2012).

Apesar das pré-sementes apresentarem alto crescimento no mar, a taxa de sobrevivência $5,8\pm 1,1\%$, aos 40 dias foi, de baixa; sendo estatisticamente inferior a observada em laboratório $12,8\pm 0,9\%$. Contudo, esses valores foram similares aos encontrados por Costa (2018), que, avaliando a técnica de assentamento remoto para larvas de vieiras em laboratório obteve valores de sobrevivência final entre de 0,4 a 13,5%. Alta variação na sobrevivência final (entre 0,04 a 65,92%) de pré-sementes de vieiras, foram, também, reportadas por Zanette et al. (2009) ao testar diferentes coletores vegetais e artificiais como substrato de assentamento em laboratório, como por Carvalho et al. (2013) (entre 2 a 88%).

Verifica-se então que a sobrevivência final de vieiras em sistemas de cultivos pós-larval relatados para *N. nodosus* na literatura é muito variável, sem que uma causa específica tenha sido estabelecida, podendo estar associadas a fragilidade do organismo após a metamorfose (SASTRY, 1965). Nesta fase, o indivíduo perde o *vélum*, seu principal órgão responsável pela captura de alimento, necessitando utilizar suas reservas energéticas até que o ctenídeo se desenvolva (BOURNE et al., 1989).

Portanto, considerando a sensibilidade das larvas de vieiras, os resultados de sobrevivência e, em especial, de crescimento obtidos no presente trabalho, reforçam o potencial do emprego da metodologia de assentamento remoto de vieiras. Além disso, os mesmos resultados dão subsídios para o desenvolvimento de novas pesquisas para aprimorar esta metodologia, afim de promover novas formas no fornecimento de sementes para os maricultores.

4. CONCLUSÃO

Os resultados observados no presente estudo permitem afirmar que é viável transportar larvas pediveliger de vieiras para serem cultivadas em unidades distante do seu local de origem.

A sobrevivência no mar foi inferior a observada em laboratório, contudo o crescimento em altura no mar foi maior do que em laboratório.

Este é o primeiro registo de sobrevivência de pré-ementes de vieiras *N. nodosus* cultivadas diretamente no mar através do assentamento remoto.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao corpo técnico do Laboratório de Moluscos Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina (LMM/UFSC) do Centro Experimental de Maricultura da Universidade do Vale do Itajaí (CEMar-UNIVALI).

REFERÊNCIAS

AVENDAÑO, M. D.; CANTILLÁNEZ, M. S., Observaciones sobre captación de semillas de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) en la Bahía de Mejillones del Sur, Chile. *Estudios Oceanológicos*, v. 8, p. 51-59, 1989.

BERCHT M; SOUZA G; SILVA F C; MELO C M R; FERREIRA J, F; SÜHNEL, S. The shipment of *Nodipecten nodosus* larvae for remote settlement. Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM), 2013. Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). In: 19th International Pectinid Workshop, 2013.

BLACHER, C. **Viabilidade econômica da produção de sementes diplóides de ostras do pacífico, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795), no sul do Brasil.** 2012. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Programa de pós-graduação em aquicultura, Departamento de aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, UFSC. 85p. 2012.

BOURNE, N; C. A. HODGSON; WHYTE J. N. C. Manual for Scallop Culture in British Columbia. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences. Ministry of Supply and Service Canadian. No. 1694. 215 p. 1989.

CARVALHO, Y. B. M.; FERREIRA, J. F.; DA SILVA, F. C.; BERCHT, M. Factors influencing larval settlement of the Atlantic lion's paw scallop, *Nodipecten nodosus*. *Journal of Shellfish Research*, v. 32, n. 2, p. 719-723, 2013.

CARVALHO Y.B.M. **Fatores que afetam a produção de pré-ementes da vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) em laboratório no sul do Brasil.** 2010. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Departamento de Aquicultura. UFSC. 79 pg. 2010.

COSTA, R, C; MANZONI, G, C; SILVA, F, C; GOMES, C, H, A, M; MELO, C, R. Cultivo de pré-sementes de vieiras *Nodipecten nodosus* em sistema suspenso fixo flutuante. Anais da XV Semana da Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina (Semaqui/UFSC). P 31. 2017. ISBN: 978-85-64093-76-8.

COSTA, R, C; MANZONI, G, C; SILVA, F, C; GOMES, C, H, A, M; MELO, C, R. Recuperação de larvas *Nodipecten nodosus* (L. 1758) transportadas em diferentes temperaturas e embalagens. Aquicultura e Pesca: Adversidades e resultados. Atena. Capítulo 16. P.121-126. (2019). DOI 10.22533/at.ed.27219290316.

COSTA, R, C; MANZONI, G, C; SILVA, F, C; GOMES, C, H, A, M; MELO, C, R. Sobrevivência das larvas pediveliger de vieiras *Nodipecten nodosus* (L. 1758) (MOLLUSCA, PECTINIDAE) em diferentes condições de assentamento remoto. Apresentação Oral. VIII Aquaciência. Rio grande do Norte. 2018.

COSTA, R, C. **Assentamento remoto de larvas de Vieiras *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758)**. 2018. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Programa de pós-graduação em aquicultura. Departamento de aquicultura. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, UFSC. 81 pg. 2018.

DE LA ROCHE, J. P.; LOURO, A.; ROMAN, G. Settlement of *Chlamys varia* (L.) in the hatchery. *Journal of Shellfish Research*, v. 24, n. 2, p. 363-368, 2005.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina (2018). Disponível em <http://webdoc.epagri.sc.gov.br/sintese.pdf>. Acesso em 26 de julho de 2019.

GALTSOFF, P. S. The American oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). Fish Bull. U.S. Department of the interior. Fish and Wildlife Serv. USA. 480p, 1964.

JONES, G; B. JONES. Advances in the remote setting of oyster larvae. British Columbia Ministry of Environment, Marine Resources Branch, Info. Rpt. #ISSN 0-7718-8627-6. 88 p. 1988.

LU, Y.T.; BLAKE, N.J. Clearance and ingestion rates of *Isochrysis galbana* by larval and juvenile bay scallops, (Say). *Journal of Shellfish Research*, v. 16. p. 47-54,1997.

MANZONI, G. C. **Aspectos da biologia de *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (MOLLUSCA: BIVALVIA), nos arredores da Ilha do Arvoredo (Santa Catarina-Brasil), com vista à utilização na aquicultura**. 1994. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, UFSC, 132p. 1994.

MANZONI, G.C.; G.S. RUPP. Estudo da biologia reprodutiva e viabilidade de cultivo de *Lyropecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Pectinidae) na Ilha do Arvoredo - SC. Florianópolis: UFSC, 35 pg. 1993.

MANZONI. G. C. Mitilicultura: a produção de sementes em laboratório pode ser uma solução viável. Panorama da aquicultura. Vol. 14, nº 83, p. 31- 33 maio/junho – 2004.

MELO C. M. R.; SILVA, F. C.; FERREIRA, J. F.; ANDRADE, G. P. O; GOMES, C. H. A. M.; BERCHT, M.; BLASHER, C.; TURINI, C. S.; ARAÚJO, J. Manual do produtor de moluscos: assentamento remoto de larvas de mexilhão. Florianópolis: Laboratório de Moluscos.2014.

ROLAND, W. G; BROADLEY, T. A. O manual for producing oyster seed by remote setting. British Columbia Ministry of Environment, Aquaculture and Commercial Fish. Branch Pub. No. ISBN 0-7718-8918-6. 58pg. 1990.

RUPP G. S.; BEM, M. M. de. Cultivo de vieiras. In: POLI, C. R.; POLI, A. T. B, ANDREATTA, E. R.; BELTRAME, (Org.). *Aquicultura: Experiências Brasileiras*. Universidade Federal de Santa Catarina. Editora Multitarefa, Cap. 12, p. 289-308.2004.

RUPP, G .S.; PARSONS, G. J; THOMPSON, R. J; BEM, M. M. de. Effect of depth and stocking density on growth and retrieval of the postlarval lion's paw scallop, *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758). *Journal Shellfish Research*, v. 22, n. 2, p. 473-482, 2004.

RUPP, G. S.; PARSON, G. J.; THOMPSON, R. J.; BEM, M.M. de. Influence of environmental factors, season and size at deployment on growth and retrieval of postlarval lion's paw scallop *N. nodosus* (L.) from a subtropical environment. *Aquaculture*. v. 243, p. 195-216, 2005.

SAS - Statistical Analysis System SAS: Statistical Analysis System-Getting Started with the SAS Learning Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.2003.

SASTRY, A. N. The development and external morphology of pelagic larval and post-larval stages of the bay scallop *Aequipecten irradians concentricus* Say, reared in the laboratory. *Bulletin of Marine Science*, v. 15, n. 2, p. 417-435, 1965.

SILVEIRA J. R. N.; BROGNOLI, F. F., FISCHER, C. E.; COUTO, F. R., ALMEIDA, M. C. C. Assentamento remoto de larvas de mexilhão diretamente no mar. *Panorama da aquicultura*, Laranjeiras, RJ, v.19, n.114, p.38-43, 2009.

SUPLICY, F. M.; MANZONI, G. C.; COSTA, R. C. Aprimoramento da técnica de assentamento remoto de sementes de mexilhão: Situação atual e perspectivas futuras. *Panorama da Aquicultura*. p. 46-55, 2017.

SÜHNEL, S. Recuperação de pré-sementes de vieiras *Nodipecten nodosus* após diferentes períodos de permanência no laboratório e no mar. Dissertação de mestrado. Departamento de Aquicultura. UFSC. 54pg. 2002.

SÜHNEL, S; LAGREZE, F; FERREIRA, J. F. Recuperation of *Nodipecten nodosus* scallop spats (Linnaeus, 1758) after different periods of permanence in laboratory and in the sea. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 34, p. 39-47, 2008.

VELASCO, L. A; BARROS, J. Experimental larval culture of the Caribbean scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus*. *Aquaculture Research*, v. 39, p. 603-618, 2008.

WIDMAN, J. C; RHODES, E. W. Nursery culture of the bay scallop, *Argopecten irradians irradians*, in suspended mesh nets. *Aquaculture*, v.99, p. 257-267, 1991.

ZANETTE, G. B.; FERREIRA, J. F.; SILVA, F. C.; PEREIRA, A.; MELO C. M. R. Influence of the type of collector and collector preparation periods on the settling rate of the scallop *Nodipecten nodosus* L. in the laboratory. *Aquaculture Research*, v. 40, p. 1451–1458, 2009.

ETANOL COMO ANESTÉSICO PARA MACHOS DE POLVO *Octopus vulgaris* TIPO II: TEMPO DE INDUÇÃO E COMPORTAMENTO

Clara Luna de Bem Barreto Cano¹; Penélope Bastos²; Fernando Dutra Brignol³;
Débora Machado Fracalossi⁴; Ricardo Salome Lopes⁵; Luciana Guzella⁶; Douglas
Ismael Cadorin⁷; Caroline Rodrigues da Silva⁸; Carlos Rosas⁹

RESUMO

Os polvos são animais de grande interesse para a diversificação da aquicultura pelo seu potencial zootécnico, valor comercial atrativo e mercado em expansão. Devido ao seu sistema nervoso complexo e por serem considerados invertebrados “avançados”, pesquisas com polvos e demais cefalópodes vêm sendo avaliadas de forma criteriosa e similares às realizadas com vertebrados. Conhecer os aspectos fisiológicos das espécies alvo é primordial para desenvolver o cultivo e garantir o bem-estar animal. Neste estudo avaliamos o tempo de indução e o comportamento de machos adultos de *Octopus vulgaris* tipo II (n=23) com peso corporal (média ± desvio-padrão) de 1,667±449 g nos períodos de jejum e pós-prandial, utilizando solução de etanol 3% como anestésico. Os animais foram avaliados no tempo zero (jejum) e aos 60, 120, 200, 300 e 400 minutos após a alimentação. O número de repetições foi de 3 a 5 animais por tratamento. O tempo de indução foi maior nos machos em jejum, enquanto o menor tempo de indução foi observado nos animais aos 60 minutos após a alimentação (p=0,036). O comportamento dos polvos durante a anestesia observado foi padrão de coloração cinza/pálido do manto; tombamento da cabeça para a lateral, perda equilíbrio; diminuição acentuada da capacidade de aderência das ventosas; relaxamento total dos braços e imobilidade corporal; ausência de reflexo a estímulo no meio dos olhos e manto, o que demonstrou a eficácia do anestésico em animais adultos para eutanásia. Concluímos que a utilização de etanol 3% foi eficaz para anestesia de *O. vulgaris* tipo II adultos em jejum e no período pós-prandial quando o objetivo do procedimento anestésico for a eutanásia.

Palavras-chave: Anestesia; Bem-estar, Cefalópode; Aquicultura.

RESUMEN

Los pulpos son animales de gran interés para la diversificación de la acuicultura debido a su potencial zootécnico, su atractivo valor comercial y su mercado en expansión. Debido a su complejo sistema nervioso y porque son considerados invertebrados "avanzados", la investigación con pulpos y otros cefalópodos se ha evaluado cuidadosamente así como la realizada con vertebrados. Conocer los aspectos fisiológicos de la especie es fundamental para el desarrollo del cultivo y garantizar el bienestar animal. En este estudio evaluamos el tiempo de inducción y el

¹ Mestranda em Engenharia de Aquicultura/ UFSC.

² Doutora em Engenharia de Aquicultura/ UFSC.

³ Mestre em Aquicultura/UFSC

⁴ Professor do Departamento de Aquicultura/UFSC

⁵ Graduando em Engenharia de Aquicultura/ UFSC

⁶ Mestre em Aquicultura/UFSC

⁷ Mestrando em Aquicultura/UFSC

⁸ Graduanda em Engenharia de Aquicultura/ UFSC

⁹ Professor da Universidade Nacional Autónoma do México - UNAM/México.

comportamiento de machos adultos de *Octopus vulgaris* tipo II ($n = 23$) con peso corporal (promedio \pm desviación estándar) de 1.667 ± 449 g, en los períodos de ayuno y posprandial, utilizando una solución de etanol al 3% como anestésico. Los animales fueron evaluados en el tiempo cero (em ayuno) y a los 60, 120, 200, 300 y 400 minutos después de la alimentación. El número de repeticiones fue de 3 a 5 animales por tratamiento. El tiempo de inducción fue mayor en los machos en ayuno, mientras que el tiempo de inducción más corto se observó en los animales a los 60 minutos después de la alimentación ($p = 0,036$). El comportamiento de los pulpos durante la anestesia fue un patrón de manto gris/pálido; vuelco de cabeza a lado, pérdida de equilibrio; disminución marcada en la capacidad de succión de las ventosas; relajación total de los brazos y la inmovilidad corporal; ausencia de reflejo a estímulo en el medio de los ojos y el manto, lo que demostró la eficacia del anestésico en animales adultos para la eutanasia. Llegamos a la conclusión de que el uso de etanol al 3% fue eficaz para la anestesia de *O. vulgaris* tipo II adultos em ayuno y em el período posprandial cuando el propósito del procedimiento anestésico es la eutanasia.

Palabras clave: Anestesia; Bien-estar, Cefalopodo; Acuicultura.

INTRODUÇÃO

Os polvos são animais de grande interesse para inovação na aquicultura marinha pelo valor de mercado atrativo associado ao rápido crescimento, alta fertilidade e ciclo de vida curto (Vidal *et al.*, 2014). O cultivo de polvo tem diversas finalidades, tais como a produção de alimento para consumo humano; a obtenção de subprodutos como a tinta, quitosana, entre outros; aquariofilia e repovoamento (Iglesias *et al.*, 2014). No cenário atual, o cultivo de polvos é realizado em escala piloto quando utilizadas espécies sem fase paralarval e em escala comercial quando utilizadas espécies com fase paralarval. O cultivo de espécies com fase paralarval enfrenta altas mortalidades na fase de larvicultura e por esta razão, a produção é baseada na engorda de juvenis obtidos do ambiente (Iglesias *et al.*, 2014, Vidal *et al.*, 2014).

A espécie de maior interesse e mais explorada para fins de aquicultura é o *Octopus vulgaris*, por sua ampla distribuição e potencial zootécnico e mercadológico. *O. vulgaris* é, na verdade, um complexo de diferentes espécies formado por: *O. vulgaris sensu stricto*, encontrado no Mar Mediterrâneo e nas regiões central e nordeste do Oceano Atlântico, e mais quatro espécies classificadas como ‘tipos’ que habitam regiões geográficas diferentes, sendo tipo I (região centro-oeste do Oceano Atlântico), tipo II (região subtropical do Oceano Atlântico), tipo III (Sul da África e sul do Oceano Índico) e tipo IV (região subtropical e temperada do Leste da Ásia) (Amor *et al.*, 2016; Norman, Finn & Hochberg, 2016). Por esta razão, *O. vulgaris* encontrado

em águas brasileiras é denominado *O. vulgaris* tipo II e é considerada uma nova espécie (Amor *et al.*, 2016).

Nas últimas décadas, o crescente interesse no cultivo de polvos para aquicultura tem levado ao aumento nas pesquisas em diversas áreas com estes animais. Recentemente, tem sido institucionalmente aceito em diversos países que os polvos e demais cefalópodes, por serem considerados invertebrados “avançados” com sistemas sensoriais e comportamentos complexos, devem receber os mesmos tratamentos dados aos vertebrados, seguindo protocolos específicos respeitando o bem estar animal (Vidal *et al.*, 2014; Fiorito *et al.*, 2015). Com a inclusão recente de cefalópodes vivos na normativa europeia Directive/EU/63/2010 na proteção de animais para uso científico ou educacional, de acordo com as boas práticas veterinárias, todo cefalópode ao ser submetido a um procedimento deve ser anestesiado para minimizar a dor, sofrimento e distress (estresse negativo) (Fiorito *et al.*, 2015). Em geral, antes dos procedimentos de anestesia e cirurgia em cefalópodes, os animais são privados da alimentação para evitar o risco de danos causados pela obstrução dos estômagos, limitando a dissecação (Fiorito *et al.*, 2015). Por essa razão a maior parte dos estudos que utilizam de anestesia e cirurgia considera o jejum como critério pré-anestesia. Entretanto, na prática do cultivo de polvo, podem ocorrer situações adversas como danos causados por brigas entre indivíduos, por debilidade excessiva do animal, ou análise de metabólitos durante a digestão, entre outros, em que seja necessário realizar procedimentos de emergência no animal, seja para tratamento ou eutanásia mesmo que o animal não esteja em jejum. Assim, é importante conhecer a eficácia da anestesia mesmo no período pós-prandial.

Apesar do aumento do interesse no bem estar de polvos na última década, poucos anestésicos têm sido de fato, eficientes (Gleadall, 2013; Fiorito *et al.* 2015). Em torno de 20 substâncias têm sido utilizadas para anestesia em cefalópodes, contudo o conhecimento sobre os mecanismos de ação e a descrição do comportamento durante a indução e recuperação, e dos efeitos fisiológicos ainda é restrito (O'Brien *et al.*, 2018). Dentre os anestésicos testados, o etanol tem sido utilizado com sucesso em diversas espécies de polvo (Gleadall, 2013; Fiorito *et al.* 2015, Roubledakis *et al.*, 2017; Butler-Struben *et al.*, 2018). O etanol é capaz de produzir bloqueios fortes e reversíveis nos sinais aferentes e eferentes em cefalópodes, sendo considerado anestésico genuíno ao invés de simplesmente sedar o animal fazendo com que fique imóvel, porém, não insensível (Butler-Struben *et al.*,

2018). Contudo, a eficácia dos anestésicos varia conforme a idade, estágio de vida, peso corporal, condição fisiológica e o estado de saúde do animal. Portanto, é possível que os efeitos de anestésicos testados em *O. vulgaris* e os “*O. vulgaris* tipo”, sejam diferentes tanto entre espécies como em condições ambientais. Além disso, os estudos publicados com uso de anestésicos em *O. vulgaris* tipo II (Vidal *et al.*, 2010, Castellano *et al.*, 2017) foram realizados com paralarvas, e portanto, não é representativo para animais adultos.

Neste trabalho avaliamos o tempo de indução e o comportamento do em *O. vulgaris* tipo II machos adultos nos períodos em jejum e em diferentes tempos após alimentação utilizando etanol 3% como anestésico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Procedimentos éticos

No Brasil, não há regulamentação legal no uso de cefalópodes para experimentação. Embora não seja obrigatória a autorização ou número de protocolo para realização deste estudo, nós seguimos as orientações do estudo publicado por Gleadall (2013). Após a indução completa da anestesia, os polvos foram rapidamente pesados para obtenção do peso corporal total e, em seguida, cada polvo foi imediatamente eutanasiado por meio de um corte no meio do cérebro, o qual está localizado na região atrás dos olhos. Após a eutanásia, os polvos foram destinados a outro experimento para coleta de tecidos e amostras que integram outra pesquisa, parte dos projetos PVE/CAPES (88881.068194/2014-01) e Ciências do Mar II (43/2013/CAPES). Por esta razão, os polvos foram eutanasiados após a anestesia total e não houve recuperação dos animais.

2.2 Delineamento experimental

Foi avaliado o tempo de indução e o comportamento de machos adultos de *Octopus vulgaris* tipo II utilizando etanol 3% como anestésico em animais em jejum (tempo zero) e no período pos-prandial (60, 120, 200, 300 e 400 min após a alimentação). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com seis tratamentos e três a cinco repetições por tratamento (Tabela 1). O tempo de indução do anestésico foi avaliado em segundos.

O comportamento dos polvos foi observado individualmente, para cada repetição dos respectivos tratamentos. As variáveis comportamentais avaliadas para

constatar a anestesia geral nos polvos foram: movimentação do polvo durante a indução do anestésico (tentativa de sair do balde), padrão de coloração do manto, aderência das ventosas, taxa de respiração (observada pelas contrações do manto), resposta a estímulo no meio os olhos, liberação de tinta na água e liberação de fezes (Andrews e Tansey, 1981, Gleadall *et al.*, 2013, Fiorito *et al.*, 2015, Winlow *et al.*, 2018). As variáveis comportamentais de cada polvo foram avaliadas no intervalo de 60 segundos.

2.3 Origem dos animais e condições experimentais

Para o experimento, foram utilizados 23 machos de *O. vulgaris* tipo II adultos com peso corporal (média \pm desvio-padrão) de 1.667 ± 449 g. Os polvos foram capturados com espinhel de potes (pote de policloreto de polivinila com 15 cm de diâmetro de abertura), no litoral de Florianópolis ($27^{\circ} 50' 16''$ S, $48^{\circ} 38' 21''$ O), Santa Catarina, Brasil, em abril 2015. Os polvos foram transportados ao laboratório em tanque de transporte (1000 L) e aclimatados por duas semanas. Durante este período, os polvos foram mantidos em tanques circulares com 4.000 L, densidade de 4 a 5 polvos por tanque, em sistema de circulação de água aberto com vazão de $120 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$. Os mesmos potes utilizados para captura dos polvos foram utilizados nos tanques de aclimação como refúgio aos polvos na proporção de dois potes por polvo. Os animais foram alimentados com siri *Callinectes* sp. congelado, ofertado à saciedade aparente.

Para o início do experimento, os polvos foram transferidos para unidades experimentais individualizadas com o objetivo de minimizar a interação entre animais. Foram utilizadas 23 unidades experimentais (83 L de volume útil) e densidade de 1 polvo por unidade experimental. As unidades foram acopladas a um sistema de circulação de água aberto com vazão de $120 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$, com aeração mantida constante e fotoperíodo de 12h de luz. Em cada unidade experimental foi colocado um pote como abrigo para o polvo. Os polvos do tratamento do tempo zero foram mantidos em jejum por 24h antes do procedimento de anestesia. O período experimental foi de 48 horas. Os parâmetros de qualidade de água monitorados diariamente durante o período experimental foram (média \pm desvio padrão): $19,7 \pm 0,7$ °C de temperatura, $33 \pm 0,3$ de salinidade, $7,4 \pm 4,8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de oxigênio dissolvido e pH $8,0 \pm 0,4$.

Para a anestesia, cada polvo foi colocado em um balde com volume total de 15L contendo 10 L de solução de anestésico etanol (96%) na concentração de 3%

diluído em água do mar do tanque de origem do polvo. A proporção do volume corporal do polvo foi de 1/3 do volume total da solução de anestésico.

2.4 Análise estatística

Todos os dados gerados foram testados quanto à homocedasticidade, pelo teste de Levene, e normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk, para satisfazer os pressupostos da Análise de Variância (ANOVA). As médias dos tratamentos foram comparadas através da ANOVA unifatorial seguido pelo teste de Tukey. O nível de significância de 5% foi adotado para todos os testes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Tempo de indução do anestésico

Observamos diferenças significativas no tempo de indução à anestesia dos machos adultos de *O. vulgaris* Tipo II para os diferentes tratamentos ($p = 0,036$). O tempo de indução foi menor nos polvos avaliados aos 60 minutos após a alimentação em relação àqueles em jejum e avaliados aos 120, 200, 300 e 400 minutos após a alimentação (Tabela 1).

Tabela 1. Tempo de indução do anestésico (segundos) e peso corporal (g) em machos de *Octopus vulgaris* tipo II adultos anestesiados com etanol 3%, nos períodos em jejum (zero minuto) e 60, 120, 200, 300 e 400 min após a alimentação, quando alimentados com siri *Callinectes* sp. Valores expressos em média \pm desvio padrão.

Tratamento (min)	N	Tempo de indução do anestésico (seg)*	Peso corporal dos polvos (g)
0	3	500 \pm 183,30 ^a	1.986,67 \pm 309,05 ^a
60	4	279 \pm 33,40 ^b	1.875,00 \pm 255,36 ^a
120	5	310 \pm 29,66 ^{ab}	1.310,00 \pm 93,65 ^a
200	4	377 \pm 87,56 ^{ab}	1.755,00 \pm 103,32 ^a
300	3	376 \pm 37,04 ^{ab}	1.893,33 \pm 315,93 ^a
400	4	410 \pm 79,48 ^{ab}	1.405,00 \pm 224,89 ^a

* ANOVA $p=0,036$. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as médias dos tratamentos ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao compararmos nossos resultados com outros trabalhos com uso de etanol 3% como anestésico para polvos adultos mantidos em condições semelhantes (em tanques em laboratório, em jejum por 24h), verificamos que os resultados desse

estudo são similares aos encontrados em outros experimentos (Tabela 2), onde o tempo de indução com etanol foi rápido e pareceu não causar efeitos comportamentais adversos. Entretanto, polvos de menor peso, 335 g (GLEADALL, 2013) e $887,40 \pm 482,00$ g (RAMOS, 2016), apresentaram tempo de indução menor (360 s e $372,20 \pm 71,90$ s, respectivamente), quando comparados aos polvos do presente estudo ($1986,67 \pm 309,05$ g; $500,00 \pm 183,30$ s).

Tabela 2. Comparativo do tempo de indução (segundos) e peso corporal (g) de diferentes espécies de polvos adultos submetidos à anestesia com etanol 3%.

Espécie	N ^a	Temperatura (°C)	Tempo de indução (s)	de	Peso total dos polvos (g)	Referência
<i>O. vulgaris</i> tipo II	3	$19,7 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$	$500,00 \pm 183,30$	±	$1986,67 \pm 309,05$	Presente estudo
<i>O. vulgaris</i>	1	21	360		335	GLEADALL, 2013
<i>O. maya</i>	5	$24 \pm 1^{\circ}\text{C}$	$372,20 \pm 71,90$	±	$887,40 \pm 482,00$	RAMOS (2016)
<i>O. maya</i>	1 2	24°C 28°C 30°C	nd ^b		nd ^b	LOPEZ-GALINDO <i>et al.</i> (2019)
<i>Abdopus aculeatus</i> <i>Octopus bocki</i>	7	$24,5^{\circ}\text{C}$	300		Adultos (peso não citado)	BUTLER-STRUBEN <i>et al.</i> (2018)

^a número de animais por tratamento. ^b nd = não descrito.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em cefalópodes o etanol, é provavelmente o agente anestésico mais amplamente estudado, por ter custo relativamente baixo e ser de fácil acesso e manipulação (Fiorito *et al.*, 2015; Gleadall, 2013), além disso, obtém-se resultados satisfatórios em diversas espécies de diferentes sexos, idades e tamanhos (Andrews e Tansey, 1981; Butler-Struben *et al.*, 2018; Ramos, 2016; Lopez-Galindo *et al.*, 2019).

3.2 Comportamento dos polvos

Nos primeiros dois minutos, início do tempo de indução da anestesia, os polvos de todos os tratamentos apresentaram coloração padrão para *Octopus vulgaris* Tipo II, isto é, cor marrom avermelhada com pontos pretos e extremidade do sifão em tom amarelo/alaranjado (Figura 2A). Ainda durante este período, observamos hiperventilação (aumento na abertura e fechamento do sifão e da cavidade paleal por minuto) e assincronia na ventilação. Durante a indução, o padrão mudou rapidamente de cor simultaneamente em diferentes pontos do manto, desde tons marrons escuros até amarelo. Ao final do tempo de indução, o padrão de coloração do manto observado

foi branco/pálido com alguns pontos amarelos (Figura 2B). Também foi observada diminuição visível da taxa de ventilação (movimentos de inspiração e expiração) através da movimentação mais lenta de abertura e fechamento da cavidade paleal e do sifão. A taxa de ventilação é um critério prático bastante utilizado para avaliar o comportamento de cefalópodes (Wodinsky, 1973; Tateno, 1993).

No presente estudo, os polvos observados nos períodos de jejum e 200 min após a alimentação apresentaram coloração em tom esverdeado na lateral do manto. Alguns animais liberaram fezes durante o tempo de indução e não foi constatada liberação de tinta.

A constatação da anestesia geral foi dada quando confirmados (Figura 2B) : o padrão de coloração cinza/pálido do manto; a mudança no posicionamento da cabeça (tendência a virar de lado) indicando a perda do equilíbrio do animal; perda ou diminuição acentuada da capacidade de aderência das ventosas; relaxamento total dos braços e imobilidade corporal; ausência de reflexo a estímulo no meio dos olhos e manto (Andrews, et al., 2013; Gleadall, 2013; Fiorito et al., 2015).

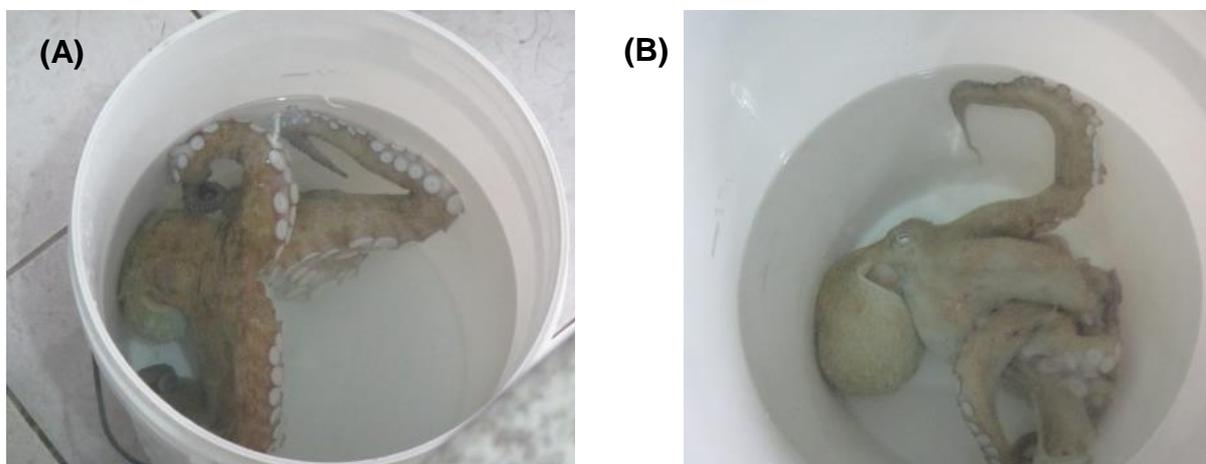


Figura 1. *Octopus vulgaris* tipo II adulto (A) no tempo zero de indução do anestésico e (B) completamente anestesiado com etanol 3%.
Fonte: Elaborado pelos autores.

4. CONCLUSÃO

A solução de etanol 3% é um método eficaz de anestesia para *Octopus vulgaris* tipo II adultos em jejum e no período pós-prandial quando o objetivo do procedimento anestésico for a eutanásia. Para comprovar a eficácia do etanol 3% como anestésico, é importante que futuros estudos avaliem, além do tempo de indução, a recuperação dos polvos após o procedimento de anestesia.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Camarões Marinhos (LCM-UFSC) pelo apoio técnico e infraestrutura para realização dos experimentos. Ao Laboratório de Biologia e Cultivo de Água Doce (LAPAD-UFSC) pelo apoio na logística de captura, transporte dos polvos e apoio técnico. Ao Laboratório de Nutrição de Organismos Aquícolas (LABNUTRI/UFSC) pelo suporte técnico. Ao Dr. Rodrigo Willamil pelo auxílio e suporte no primeiro experimento.

REFERÊNCIAS

- ANDREWS, P.L.R., DARMAILLACQ, A. S., DENNISON, N., GLEADALL, I. G., HAWKINS, P., MESSENGER, J. B., OSORIO, D., SMITH, V. J., SMITH, J. A. The identification and management of pain, suffering and distress in cephalopods, including anaesthesia, analgesia and humane killing. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 447, p. 46-64, 2013. doi.org/10.1016/j.jembe.2013.02.010
- ANDREWS, P.L.R.; TANSEY, E.M. The effects of some anesthetic agents in *Octopus vulgaris*. *Comparative Biochemistry and Physiology*. v. 70, p. 241–247, 1981.
- AMOR, M.D.; NORMAN, M.D.; ROURA, A.; LEITE, T.S.; GLEADALL, I.G.; REID, A.; PERALES-RAYA, C.; LU, C.C.; SILVEY, C.J.; VIDAL, E.A.G.; HOCHBERG, F.G.; ZHENG, X.; STRUGNELL, J.M. Morphological assessment of the *Octopus vulgaris* species complex evaluated in light of molecular-based phylogenetic inferences. *Zoologica Scripta*. v. 46(3), p. 275–288, 2016.
- BUTLER-STRUBEN, H.M.; BROPHY, S.M.; JOHNSON, N.A.; CROOK, R.J. In Vivo Recording of Neural and Behavioral Correlates of Anesthesia Induction, Reversal, and Euthanasia in Cephalopod Molluscs. *Frontiers in Physiology*, v. 9, p. 109 , 2018. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29515454>>. Acesso em: 7 ago. 2018.
- CASTELLANO, C. G., M. P. T. VEIGA, F. S. MAZZINI, E. A. G. VIDAL & C. A. FREIRE, 2017. Paralarvae of *Octopus vulgaris* type II are stenohaline conformers: relationship to field distribution and dispersal. *Hydrobiologia*. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3458-y>.
- FIORITO, G.; AFFUSO, A.; BASIL, J.; COLE, A.; IROLAMO, P.; D'ANGELO, L.; DICKEL, L.; GESTAL, C.; GRASSO, F.; KUBA, M.; MARK, F.; MELILLO, D.; OSORIO, D.; PERKINS, K.; PONTE, G.; SHASHAR, N.; SMITH, D.; SMITH, J.; ANDREWS, P.L.R. Guidelines for the Care and Welfare of Cephalopods in Research – A consensus based on an initiative by CephRes, FELASA and the Boyd Group. *Laboratory Animals*. v. 49, p. 1–90, 2015.
- GLEADALL, I.G. The effects of prospective anaesthetic substances on cephalopods: Summary of original data and a brief review of studies over the last two decades. *Clinical Psychology Review*. v. 33, n. 7, p. 23–30 , 2013.

IGLESIAS, J.; PAZOS, G.; FERNÁNDEZ, J.; SÁNCHEZ, F. J.; OTERO, J. J.; DOMINGUES, P.; LAGO M. J., LINARES, F. 2014. The effects of using crab zoeae (*Maja brachydactyla*) on growth and biochemical composition of *Octopus vulgaris* (Cuvier 1797) paralarvae. *Aquaculture International* 22:1041-1051.

LÓPEZ-GALINDO, L., JUÁREZ, O.E., LARIOS-SORIANO, E., DEL VECCHIO, G., VENTURA-LÓPEZ, C., LAGO-LESTÓN, A., GALINDO-SÁNCHEZ, C. Transcriptomic Analysis Reveals Insights on Male Infertility in *Octopus maya* Under Chronic Thermal Stress. *Frontiers in Physiology*, v. 9, p.1920, 2019.

NORMAN, M.D., FINN, J.K., HOCHBERG, F.G. 2016. Family Octopodidae. In: JEREB, P., ROPER, C.F.E., NORMAN, M.D., FINN, J.K. eds. *Cephalopods of the world. An Annotated and Illustrated Catalogue of Cephalopod Species Known to Date. Volume 3. Octopods and Vampire Squids*. Roma: FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, 36–215.

O'BRIEN, C. E., JOZET-ALVES, C., MEZRAI, N., BELLANGER, C., DARMAILLACQ, A.-S., DICKEL, L. (2017). Maternal and embryonic stress influence offspring behavior in the cuttlefish *Sepia officinalis*. *Front. Physiol.* 8:981. doi: 10.3389/fphys.2017.00981

ROUMBEDAKIS, K., MASCARÓ, M., MARTINS, M.L., GALLARDO, P.G., ROSAS, D., & PASCUAL, C. (2017). Health status of post-spawning *Octopus maya* (Cephalopoda: Octopodidae) females from Yucatan Peninsula, Mexico. *Hydrobiologia*, 808, 23-34.

RAMOS, K, R. Anestésicos, fauna parasitária e estado de saúde de *Octopus maya* (Cephalopoda: Octopodidae). 2016. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

TATENO, S. Non-Invasive Analysis of Mantle Movements in *Octopus vulgaris*. *Recent Advances in Fisheries Biology* p. 559–569, 1993.

VIDAL, E.A.G.; VILLANUEVA, R.; ANDRADE, J.P.; GLEADALL, I.G.; IGLESIAS, J.; KOUETA, N.; ROSAS, C.; SEGAWA, S.; GRASSE, B.; FRANCOSANTOS, R. M.; ALBERTIN, C. B.; CAAMAL-MONSREAL, C.; CHIMAL, M.E.; EDSINGER-GONZALES, E.; GALLARDO, P.; LE PABIC, C.; PASCUAL, C.; ROUMBEDAKIS, K.; WOOD, J. Cephalopod culture: current status of main 73 biological models and research priorities, in: E.A.G. Vidal (Ed.), *Advances in Marine Biology, Advances in Cephalopod Science: Biology, Ecology, Cultivation and Fisheries*. Amsterdam: Elsevier, vol. 67, 2014, pp. 1–98.

WINLOW, W., POLESE, G., MOGHADAM, H-F., AHMED, I.A., DI COSMO, A. Sense and Insensibility – An Appraisal of the Effects of Clinical Anesthetics on Gastropod and Cephalopod Molluscs as a Step to Improved Welfare of Cephalopods. *Frontiers in Physiology*, v. 9, p.1147, 2018.

WODINSKY, J. Ventilation Rate and Copulation in *Octopus vulgaris*. *Marine Biology*, v. 20, p. 54-164, 1973.

CULTIVO DE SURURU (*Mytella falcata*) EM SISTEMA CONTÍNUO NO COMPLEXO ESTUARINO-LAGUNAR MUNDAÚ-MANGUABA, MACEIÓ – AL

Filipi Andrade¹; Luis Tadeu Assad²; Bruno Silva Sardeiro³.

Resumo

O trabalho teve como objetivo testar a viabilidade do cultivo do sururu (*Mytella falcata*) no modelo contínuo utilizando coletores artificiais, determinando crescimento e peso final dos indivíduos. Para este teste realizou-se o experimento na laguna Mundaú, pertencente ao complexo estuarino-lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM) em Maceió – AL. Em uma estrutura flutuante de *long-line* duplo foram instalados 3 cabos coletores de sementes com 4,1 m cada. Os cabos foram dispostos de forma chicanada e utilizaram uma área de *long-line* de 1,3 m cada. Os coletores denominados C1, C2 e C3 foram instalados no final de novembro de 2018 e começaram a apresentar fixação das formas jovens do *M. falcata* em fevereiro de 2019, período em que se iniciaram as biometrias. Os parâmetros físico-químicos da água foram aferidos semanalmente e apresentaram as médias: salinidade $13,42 \pm 7,47$ ppm; temperatura $30,5 \pm 1,3$ °C; OD $7,47 \pm 0,42$ mg/L. Ao final do experimento foi constatado o pleno desenvolvimento do sururu atingindo o tamanho comercial (>3cm) em 4 meses. Para análise dos dados foi utilizada a análise de variância (ANOVA) que não apresentou diferença entre as médias dos coletores em todos os pontos avaliados. Foram eles: altura total de concha; peso bruto final; número de indivíduos a cada 10 cm de coletor. As médias de altura total de concha ao final do experimento foram: C1 $31,6 \pm 3,33$ mm; C2 $31,2 \pm 3,58$ mm; C3 $31,4 \pm 3,15$ mm. O peso bruto (biomassa total) do sururu por coletor foi 42,410 kg, 38,120 kg, 40,370 kg, para os coletores C1, C2 e C3 respectivamente sendo cada metro de coletor responsável por recrutar 10,340 kg em C1, 9,298 kg em C2 e 9,846 kg em C3. Com os dados obtidos pode se concluir que nas condições em que este experimento foi conduzido, há viabilidade técnica no cultivo contínuo do *M. falcata* na Laguna Mundaú.

Palavras-chave: Cultivo contínuo, Coletor artificial, Sururu, *Mytella falcata*.

ABSTRACT

The aim of this work was to test the viability of sururu (*Mytella falcata*) cultivation in the continuous model using artificial collectors, determining growth and final weight of the individuals. To this test, the experiment was realized in Mundaú lagoon, belonging to the Mundaú-Manguaba estuarine-lagoon complex (CELMM) in Maceió - AL. In a double long-line floating structure were installed 3 seed collecting cables with 4.1 m each. The cables were arranged in a chicanated manner and used a long line area of 1.3 m each. The collectors named C1, C2 and C3 were installed at the end of November 2018 and began to present fixation of the young forms of *M. falcata* in February 2019, during which the biometries began. The physicochemical parameters of the water were measured weekly and presented the results: salinity 13.42 ± 7.47 ppm; temperature 30.5 ± 1.3 ° C; OD 7.47 ± 0.42 mg / L. At the end of the experiment

¹ Engenheiro de aquicultura do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade.

² Dr. Desenvolvimento Sustentável. Diretor presidente do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade.

³ MSc. Compatibilidade elétrica. Coordenador no Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade.

the full development of the sururu was verified reaching the commercial size in 4 months. For data analysis we used the analysis of variance (ANOVA) that showed no difference between the means of the collectors at all points evaluated. They were: total shell height; final gross weight; number of individuals every 10 cm of collector. The mean total shell height at the end of the experiment were: C1 31.6 ± 3.33 mm; C2 31.2 ± 3.58 mm; C3 31.4 ± 3.15 mm. The sururu's gross weight (total biomass) per collector was 42,410 kg, 38,120 kg, 40,370 kg, for collectors C1, C2 and C3 respectively, each meter being responsible for recruiting 10,340 kg in C1, 9,298 kg in C2 and 9,846 kg in C3. With the obtained data it can be concluded that under the conditions in which this experiment was conducted, there is technical viability in the continuous cultivation of *M. falcata* in Mundaú Laguna.

Keywords: continuous cultivation, spat catcher, Sururu, *Mytella falcata*.

INTRODUÇÃO

No Brasil, há quatro espécies de mitilídeos de interesse comercial. Duas de água salobra, *Mytella falcata* e *Mytella guyanenses*, e duas de água oceânica o *Perna perna* e *Mytilus edulis platensis*. Todas as espécies podem ser encontradas ao longo de todo o litoral brasileiro, exceto o *Mytilus edulis platensis*, o chamado mexilhão-do-chile, que só pode ser encontrado no estado do Rio Grande do Sul (PEREIRA et al., 2003; FERREIRA; MAGALHÃES, 1995).

O nome popular sururu é atribuído às duas espécies do gênero *Mytella* encontradas no Brasil (*M. falcata* e *M. guyanenses*). Com ampla distribuição geográfica, no Oceano Pacífico do México ao Equador e no Oceano Atlântico da Venezuela a Argentina (SOOT-RYEN, 1965). As principais diferenças entre as duas espécies estão na sua distribuição no estuário e coloração. O *M. falcata* prefere áreas sempre submersas de inframaré, já o *M. guyanenses* se localiza na porção superior do mangue, na zona entremarés (NISHIDA; LEONEL, 1995; MARQUES, 1998). Outra característica marcante é a coloração esverdeada que o *M. guyanenses* possui delimitada transversalmente ao longo de sua concha (PEREIRA et al., 2003).

O sururu é um recurso amplamente explorado por comunidades tradicionais ao longo da costa brasileira. No município de Maceió no estado de Alagoas um número superior a 5 mil famílias vive da extração e beneficiamento desde marisco somente na Laguna Mundaú (CORREIA; FRAGOSO Jr., 2009). Frente a este dado, a extração desordenada e a falta de monitoramento dos bancos naturais, o presente estudo busca avaliar a viabilidade do cultivo contínuo do *M. falcata* neste local.

O sistema de cultivo contínuo de mexilhões foi desenvolvido na década de 1980 na Nova Zelândia. Atualmente é o modelo predominante de cultivo nos principais

países produtores de mexilhão, como: Chile, Espanha, Canadá, Estados Unidos, França e mais recentemente no litoral sul do Brasil (SUPLICY, 2017). O sistema consiste em coletores artificiais, presos a *long-lines* duplos com sistema de flutuação de boias apropriadas. O coletor contínuo é preso ao *long-line* no período de maior incidência de formas jovens dos mexilhões no ambiente. Os coletores artificiais possuem uma grande área superficial, que serve de substrato para fixação das formas jovens. Depois de recrutadas as sementes, o coletor serve de corda de cultivo e não é manejado até o momento da colheita, que pode ser mecanizada. Segundo o livro de cultivo de mexilhões escrito por Suplicy (2017), o cultivo contínuo pode produzir 15 ton/hec/ciclo frente a 4,5 ton/hec/ciclo do cultivo tradicional em pecas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

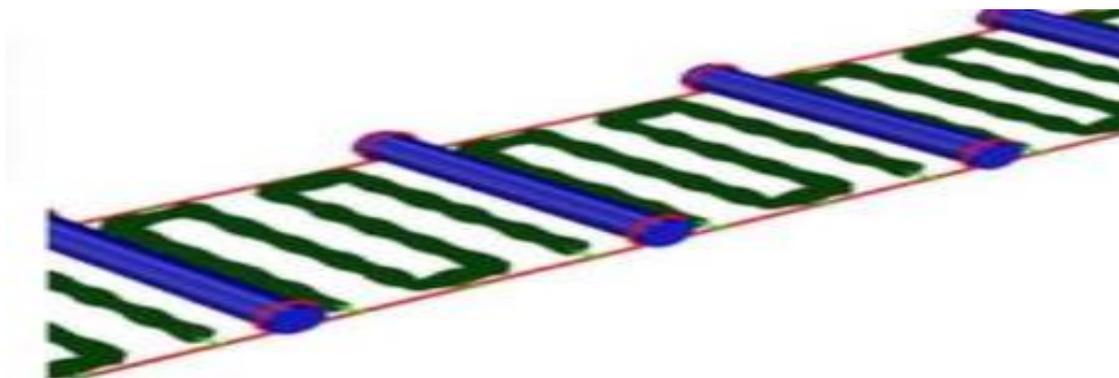
O experimento foi realizado no período de novembro de 2018 a maio de 2019, na Laguna Mundaú, pertencente ao Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM), na cidade de Maceió, estado de Alagoas. Coordenadas 9°39'29.0"S 35°46'08.9"W.

A estrutura de flutuação foi composta de um *long-line* duplo de 12 metros, com flutuadores produzidos a partir de tubos de PVC de 100 mm, com um metro de comprimento e espaçamento de 1 metro entre os flutuadores, as extremidades foram vedadas com tampões de igual diâmetro.

Para fixação das formas jovens foram utilizados 12 metros de cabos coletores artificiais (*spat catcher*) do modelo "arvore de natal", produzido de três cordas de polietileno de 7 mm de espessura cada, com 200 alças/metro de fibras de PEAD. Levando em consideração o modelo contínuo de cultivo, os coletores se transformam nas cordas de cultivo.

Dividiu-se os 12,3 metros de cabos coletores em 3 partes ao longo da estrutura de cultivo. Cada parte com 4,1 metros de coletor foi presa de forma chicanada a 1,3 metros de *long-line*. Os três cabos coletores pertencentes ao experimento foram denominados de C1, C2 e C3.

Figura 1 – Esquema da disposição dos cabos coletores.



Fonte: Glauber de Souza.

Os cabos coletores começaram a apresentar formas jovens do *M. falcata* no mês de fevereiro de 2019. Momento em que se iniciaram as biometrias com um número de animais >40 animais por amostra.

Durante as visitas técnicas semanais a equipe técnica aferiu os parâmetros físico-químicos da água utilizando uma sonda multiparâmetro AKASO modelo AK88. Os resultados apresentados foram: salinidade $13,42 \pm 7,47$ ppm (Figura1); temperatura $30,5 \pm 1,3$ °C; OD $7,47 \pm 0,42$ mg/L. A salinidade teve maior amplitude de resultados, todos os demais parâmetros apresentaram pouca variação ao longo do tempo de cultivo.

O manejo do cultivo restringiu-se a limpeza semanal da estrutura, a fim de remover incrustações dos flutuadores e macrófitas que se fixavam a estrutura ou eram levadas pelas correntes até a estrutura de cultivo.

A despesca foi realizada no dia 28 de maio de 2019, momento em que foi identificado o tamanho médio superior a 32 mm de altura total de concha. Neste momento realizaram-se testes com alguns indivíduos, abrindo algumas conchas para averiguar se os mesmos encontravam-se com as gônadas desenvolvidas, o que resulta em maior rendimento de filé (NASCIMENTO, 1968).

Com auxílio de uma canoa de madeira os três coletores foram despescados. Em seguida desagregou-se o sururu dos coletores e com auxílio de uma balança digital com precisão de três casas decimais, realizou a pesagem da produção total.

Após a pesagem, com auxílio de marisqueiras da comunidade, removeu-se o bisso do sururu manualmente, na sequência encaminhou-se o sururu, ainda na concha, ao processo de cozimento de forma artesanal, sem o acréscimo de água. Após o cozimento o sururu segue para ser peneirado em malha de 12 mm para

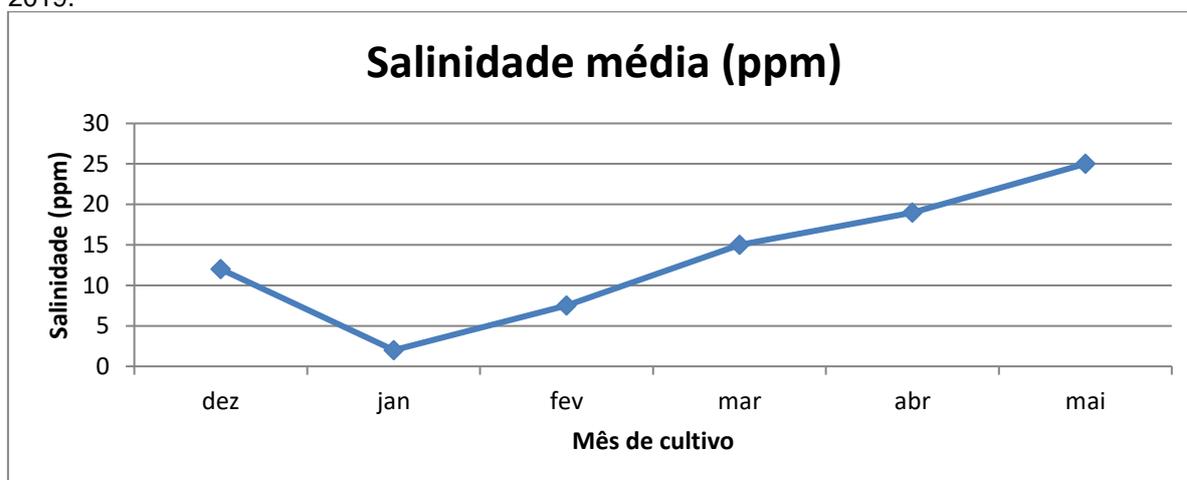
separar a concha da parte comestível, localmente chamada de filé. Após a separação do filé da concha, o filé é embalado em sacos plásticos, transparentes e sem qualquer identificação, contendo 1 kg de filé de sururu cada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pereira-Barros (1967) observou que a Lagoa Mundaú, AL, possui substrato muito rico em matéria orgânica. Neste tipo de substrato o sururu pode cobrir toda a superfície. Em condições de qualidade de água favoráveis, penetra em todos os canais da lagoa, cobrindo todo e qualquer corpo de consistência dura que se encontre imergido. Nestas condições a média anual do peso bruto de sururu extraído da lagoa pode chegar a 2.687 t.

De acordo com Macedo, et al. (1997) e Souza e Fragoso Jr., (2017) no período chuvoso a Lagoa Mundaú pode apresentar valores de salinidade próximos a zero, provocando acentuado desequilíbrio no ecossistema, dizimando totalmente os estoques desse molusco e causando grande prejuízo aos marisqueiros. Para Pereira-Barros (1987) salinidade abaixo de 5 ppm é prejudicial a *M. falcata*, porque não há fixação das formas jovens e ocorre acentuada mortalidade dos espécimes adultos. Um período superior a 10 dias com salinidade inferior a 5 ppm pode dizimar estoques naturais, assim como salinidades entre 20 e 30 ppm por um longo período são igualmente prejudiciais. Estes dados são reforçados pelo trabalho de Onodera (2012).

Figura 2 – Gráfico das salinidades médias encontradas nos meses de dezembro de 2018 a maio de 2019.



Fonte: O autor.

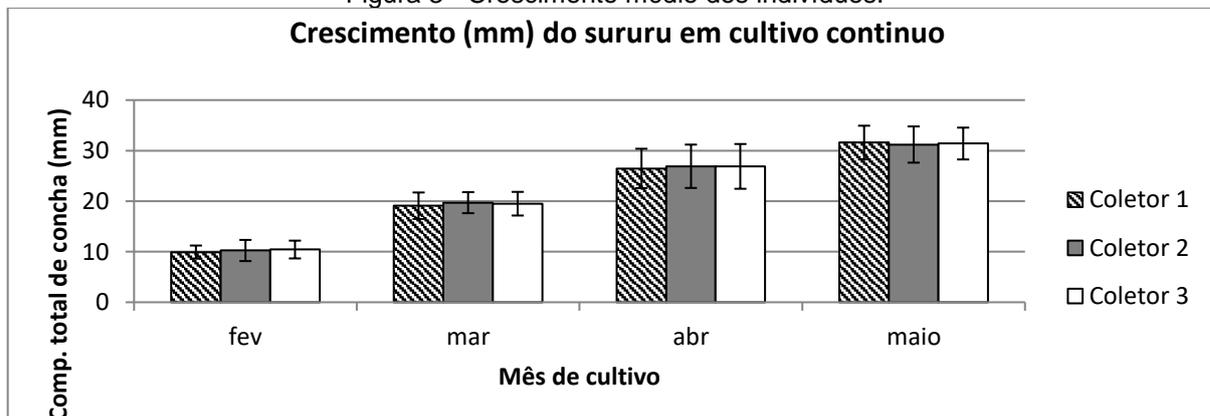
A salinidade foi o parâmetro de qualidade de água com maior variação durante o período do estudo. Sendo assim os demais parâmetros se mantiveram estáveis com valores de temperatura $30,5 \pm 2,3$ °C e oxigênio dissolvido (OD) $6,47 \pm 1,42$ mg/L.

Costa e Nalesso (2002), em experimento de cultivo de *M. falcata* e *M. guyanensis* realizado no estuário do rio Piraquê-açu em Aracruz – ES, obtiveram crescimento médio de 11,13 mm ao longo de 6 meses de cultivo em penca e aumento do peso fresco correlacionado ao desenvolvimento gonadal adiantado. Crescimento inferior ao encontrado no presente estudo. Esta discrepância nos resultados pode ser elucidada pela diferença nas alturas iniciais dos indivíduos, estando relacionada aos diferentes estágios de desenvolvimento em que os animais se encontravam no início de cada experimento.

O trabalho de Pereira-Barros (1967) analisa diversos pontos, e constata três grandes picos de desova do *M. falcata* ao longo do ano, sendo o maior deles entre os meses de novembro e fevereiro. Período escolhido para a instalação dos coletores do experimento. Pereira e Graça Lopes (1995), obtiveram o pico de desova do *M. falcata* em dois anos consecutivos no Canal de Bertióga – SP nos mesmos meses do ano, corroborando com a informação obtida por demais autores. Este pico de desova é precedido pelo aumento do desenvolvimento gonadotrópico que ocorre com favorecimento de fatores ambientais como disponibilidade de alimento e aumento da temperatura, fatores considerados estimulantes à reprodução.

A figura 3 demonstra o crescimento médio dos indivíduos e seu respectivo desvio padrão ao longo dos meses de cultivo dos 3 coletores artificiais utilizados no experimento. Apesar de os coletores terem sido instalados no mês de novembro, a recruta de larvas se deu nos meses seguintes, sendo notada a presença de sementes somente no mês de fevereiro de 2019.

Figura 3 - Crescimento médio dos indivíduos.



Fonte: O autor.

De modo geral, a figura 3 demonstra um crescimento médio mensal superior a 10 mm. Com destaque ao primeiro mês após a fixação das sementes que o crescimento médio foi superior aos demais. Boffi (1979) mostra que *M. falcata* pode chegar a 50 mm de altura total de concha, tendo maior crescimento nas fases jovens onde a curva de crescimento tem maior amplitude e tende a estagnação ao superar os 30 mm de altura da concha.

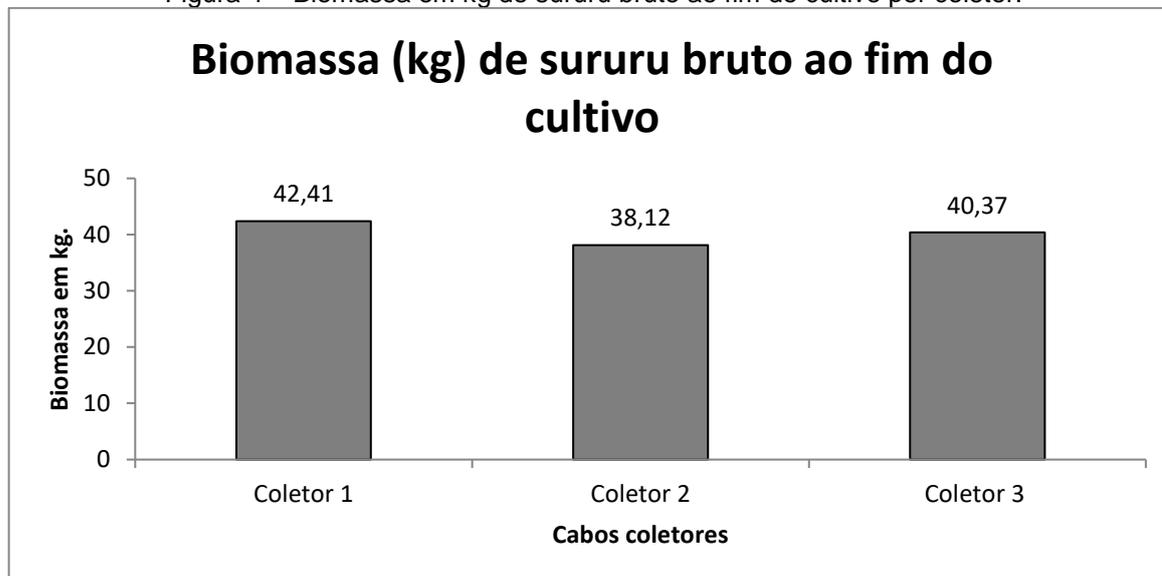
A similaridade entre os coletores é notável, não havendo diferença estatística entre as médias de altura de concha entre as amostras durante todo o período de experimento. Manzoni (2005) destaca que o sucesso no cultivo de moluscos está ligado a disponibilidade de sementes no ambiente e o estado trófico do estuário como um todo e suas correlações.

Na pesquisa realizada por Routledge (1999), que observou o crescimento de larvas de mexilhões *Perna perna* mantidas em laboratório, verificou a altura de concha de 5 mm em 133 dias após fecundação. Porém, Manzoni et al. (2004), verificaram que larvas pediveliger (tamanho +/- 2,2 mm), cerca de 90 dias após transferidas para o mar atingiram o tamanho médio de 16,3 mm. A maior disponibilidade de alimento aliada a qualidade do alimento ingerido no ambiente é a principal responsável pelo crescimento dos moluscos.

A biomassa final do cultivo determina seu sucesso ou fracasso. A exemplo da criação de outras espécies animais, o maior rendimento é alcançado quando se obtém a maior biomassa utilizando o menor espaço. Busca-se produzir mais, desprendendo a menor quantidade de recursos possíveis. Tendo esta linha como objetivo e usando como base o experimento de Novaes, et al. (2011), que obteve 8,7 kg de mexilhão *Perna perna* por metro de cabo coletor no sistema contínuo, buscou-se determinar a biomassa obtida da colheita do sururu.

A figura 4 demonstra a biomassa final expressa em kg de cada um dos 3 coletores do experimento. Tem-se como dado o comprimento total de 4,1 metros de cada cabo coletor. Deve-se levar em consideração que o valor em quilos obtido retrata um peso bruto, pois o mitilídeo colhido não foi desconchado e possuía incrustações e pequenos animais da fauna associada.

Figura 4 – Biomassa em kg de sururu bruto ao fim do cultivo por coletor.



Fonte: O autor.

Com o gráfico expressando a biomassa total por coletor e sabendo que os coletores possuem comprimentos iguais, basta dividir a biomassa total pelo comprimento dos coletores para obter a biomassa em quilos por metro de coletor. Os resultados 10,34 kg, 9,29kg, 9,84 kg para os coletores 1, 2 e 3 respectivamente, vem ao encontro dos resultados obtidos por Novaes, et al. (2011), expressos anteriormente. Apesar de que o trabalho deste autor e seus colaboradores foi realizado com *Perna perna* de tamanho médio final 8,12 cm frente à média de 3,14 cm do *M. falcata* em estudo. Estes mesmos autores atribuem a diferença do rendimento em biomassa do coletor a densidade de sementes recrutadas pelos mesmos.

Suplicy (2017) indica a possibilidade de produção de até 15 kg de mexilhão *Perna perna* por metro de coletor, utilizando técnicas de cultivo contínuo. O resultado obtido no presente estudo tem valor intermediário entre os trabalhos de Suplicy (2017) e Novaes, et al. (2011), sendo sua média 9,83 kg por metro de coletor. Este é apenas o resultado de um primeiro estudo de cultivo do *M. falcata* no local, e indica a potencialidade do cultivo da espécie.

O sururu é amplamente consumido no Nordeste brasileiro, principalmente em Alagoas, predominantemente extraído do CELMM. É considerado o mais importante molusco do ponto de vista econômico para o estado, pois muitas famílias sobrevivem da extração e venda desse molusco (SANTOS et al., 2014).

O sururu tem importância econômica para milhares de famílias em diferentes estados brasileiros. É extraído continuamente durante todo o ano além de ser a principal fonte de renda em diversas comunidades e base da alimentação das crianças devido ao seu alto valor nutritivo (PALMEIRA et al., 2016; CORREIA et al., 2018).

Segundo cálculos da Federação dos Pescadores de Alagoas, 10 mil alagoanos sobrevivem da retirada do sururu. Estima-se que são capturados por dia, 15 mil quilos do molusco. Cerca de 20% da produção diária do sururu fica em Maceió, o restante é vendido para outros estados (VILANOVA, 2001). Para diminuir a forte pressão sofrida pelos estoques naturais do *M. falcata* nesta região alagoana, o cultivo da espécie se mostra uma ótima alternativa para aumento da produção e conseqüentemente da renda das famílias ligadas a extração e beneficiamento do molusco.

Ao discorrer sobre a mudança do perfil de comunidades tradicionais pesqueiras em Santa Catarina, Manzoni (2005), afirma que a mitilicultura foi proposta inicialmente como complementação de renda, e gradativamente tornou-se um importante componente da arrecadação familiar, mudando o perfil socioeconômico dos pescadores artesanais. Saliencia também que houve mudança na maneira como as comunidades encaram a preservação do meio ambiente, uma vez que ao cultivarem no mar, percebem a necessidade de preservação e manutenção da qualidade de água.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os dados expostos e demais pesquisas contrastadas, é possível afirmar que nas condições em que o experimento foi conduzido, o cultivo contínuo do sururu *Mytella falcata* é tecnicamente viável. Há indicativos de que o cultivo é viável economicamente, mas para isso mais trabalhos devem ser realizados na área, avaliando os custos e alternativas, assim como a legislação vigente.

O presente experimento contribui para possível instalação de cultivos no modelo com maior tecnificação, facilitando a extração e se multiplicado em maior escala, contribuirá pra o aumento da renda das famílias que vivem da extração deste molusco.

REFERÊNCIAS

BOFFI, Alexandre Valente. Moluscos Brasileiros de Interesse Médico e Econômico. São Paulo: Hucitec, 1979. 182 p.

CORREIA, L. T. A., VEIGA, G. R. S., SANTOS, T. M. D. M., CAVALCANTE, C. G., SAWAYa, A. L., & FLORÊNCIO, T. M. D. M. T. (2018). Effectiveness of mussels (*Mytella falcata*) in malnourished children's recovery living in the slums in Maceió, Alagoas. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, 18(1), 215-221.

CORREIA, L.G.C.S.; FRAGOSO Jr., C.R. Zoneamento da produção de sururu (*Mytella charruana*) no CELMM através de um modelo matemático. Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2009.

COSTA, K. G.; NALESSO, R.C. Cultivo experimental de *Mytella falcata* (Orbigny, 1846) e *M. guyanensis* (Lamarck, 1819), no estuário do Rio Piraquê-Açu (Aracruz, ES). Instituto de Pesca. *Acta Limnologia Brasileira*:14(1): p.15-22. 2002.

FERREIRA, J. F.; MAGALHÃES, A. R. M. Desenvolvimento do cultivo de mexilhões em Santa Catarina (sul do Brasil). In: Congreso Latinoamericano de Ciências del Mar. Mar del Plata, Argentina. p. 80. 1995.

MACEDO, S. J; PEREIRA-BARROS, J. B; COSTA, K.M.P.; LIRA, M.C.A. Variações dos principais parâmetros ambientais da lagoa Mundaú, AL, de Jul/84 a jul/85 e sua influência sobre o ciclo biológico lagunar. *Bol. De Estudos de Ciências do Mar*, n.6, LAB.MAR, Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 1997.

MANZONI, G. C.. Cultivo de mexilhões Perna perna: Evolução da atividade no Brasil e avaliação econômica da realidade de Santa Catarina. 2005. 257 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação em Aquicultura, Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

MANZONI, G.C. MITILICULTURA: A PRODUÇÃO DE SEMENTES EM LABORATÓRIO PODE SER UMA SOLUÇÃO VIÁVEL. Itajaí: Panorama da Aquicultura, v. 14, n. 83, 30 maio 2004.

MARQUES, H. L. A. Criação de Mexilhões. São Paulo: Nobel, 1998. 113 p.

NASCIMENTO, I.V. Estudo preliminar da maturidade do sururu (*Mytella falcata* D'Orbigny, 1846). *B. Est. Pesca, SUDENE, Recife*, 8 (3): 19-33. 1968.

NISHIDA, A.K.; LEONEL, R.M.V. Occurrence, population dynamic and habitat characterization of *Mytella guyanensis* (Lamarck,1819) (Mollusca, Bivalvia) in the Paraíba do Norte river estuary. *Boletim do Instituto Oceanográfico. São Paulo*, 43 (1): 41 – 49. 1995.

NOVAES, A.L.T.; SANTOS, A.A.; SILVA, F.M.; SOUZA, R.V.; BREDA R.R. Colheita mecanizada de mexilhões (*Perna perna*) engordados a partir de coletores artificiais de sementes. Informativo técnico EPAGRI. Florianópolis, 2011.

ONODERA, F. K. MORTALIDADE DOS BIVALVES ESTUARINOS, *Mytella falcata* E *Mytella guyanensis*, EXPOSTOS A DIFERENTES SALINIDADES E

TEMPERATURAS. 2012. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Aquicultura e Pesca, Instituto de Pesca, São Paulo, 2012.

PALMEIRA, K.R.; CALIXTO, F.A.; KELLER, L.A.; MESQUITA, E.F.M. O sururu como produto de subsistência e renda da população ribeirinha, Brasil - Revisão de literatura. Revista Semioses, v 10, n.03, 2016.

PEREIRA, O.M.; GRAÇA LOPES, R. Fixação de sementes de *Mytella falcata* (sururu) em coletores artificiais no Canal de Bertioga, Estuário de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. B. Inst. Pesca, São Paulo, 22 (1): 165 - 173. 1995.

PEREIRA, O.M.; HILBERATH, R.C.; ANSARAH, P.R.A.C.; GALVÃO, M.S.N. Estimativa da produção de *Mytella falcata* e de *M. guyanensis* em bancos naturais do estuário de Ilha Comprida – S P – Brasil. B. Instituto de Pesca. São Paulo. 29(2): 139 - 149, 2003.

PEREIRA-BARROS, J.B. As condições ambientais do sururu *Mytella falcata* (*Mollusca, Mytilidae*) vinte anos depois. Bol. Estud. Ciênc. Mar. Maceió. p.117. 1987.

PEREIRA-BARROS, J.B. Pesca produtiva do sururu. Bol. Estud. Pesca. Maceió p.38 - 58. 1967.

ROUTLEDGE, E. A. B. Larvicultura do mexilhão Perna perna (L.) alimentado com diferentes composições de microalgas. 1999. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Aquicultura, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

SANTOS, T.M.M.; SAWAYA, A.L.; SILVA, M.C.D.; SANTOS, A.F.; BARROS NETO, J.A.; FLORÊNCIO, T.M.M.T. Avaliação microbiológica e da concentração de vitamina A, ferro e zinco em preparações do molusco sururu (*Mytella falcata*). Demetra: alimentação, nutrição & saúde, v. 9, n. 3, p.811-822, 2014.

SOOT-RYEN, T. A REPORT ON THE FAMILY MYTILIDAE. 1965. 174 f. Monografia (Especialização) - Curso de Biology, University Of Southern California, Los Angeles, 1965.

SUPLICY, F. M. Cultivo de mexilhões: sistema contínuo e mecanizado. Florianópolis: Epagri, 2017. 124 p. ISBN 978-85-85014-88-9.

VILANOVA, R. Sururu é o milagre da lama que mantém mais de 10 mil alagoanos. Maceió: Gazeta de Alagoas, 2001. 27

DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES EM DIETAS CONTENDO MICROMINERAIS DE FONTE ORGÂNICA E INORGÂNICA PARA TILÁPIA-DO-NILO

Douglas Ismael Cadorin¹; Vitória Daitx de Oliveira²; Bruno da Silva Pierr³; Débora Machado Fracalossi⁴

RESUMO

A utilização de microminerais em rações na aquicultura a partir de fontes orgânicas tem se intensificado nos últimos anos devido a sua maior biodisponibilidade em relação às fontes inorgânicas tradicionais. Os microminerais orgânicos são aqueles associados às biomoléculas, como carboidratos, aminoácidos ou mesmo proteínas, o que lhes confere uma conformação que facilita sua absorção no trato digestório dos peixes. No presente trabalho, foi testada a adição do suplemento micromineral orgânico Bioplex-TR-Se-PeixeTM, em dietas sobre a digestibilidade proteica e da matéria seca para a tilápia-do-Nilo (peso médio 210g ± 10g). Foram avaliadas três dietas: uma contendo 100% de minerais de fonte orgânica (Bioplex-TR-Se-PeixeTM), outra contendo 100% de minerais de fonte inorgânica e, a última, sem suplementação mineral (dieta 0%). A coleta de fezes ocorreu duas vezes ao dia durante um período de 30 dias. Após cada coleta, as fezes eram centrifugadas e armazenadas a -20°C para posterior realização das análises. O coeficiente de digestibilidade aparente da proteína (CDA_p) entre as dietas testadas variou de 87,79% a 90,69%. A digestibilidade proteica não foi significativamente (p>0,05) diferente entre a dieta que continha os minerais orgânicos e aquela que não continha suplementação mineral (zero %). Entretanto, a dieta 0% apresentou o maior valor de digestibilidade proteica (90,69%), quando comparada a dieta suplementada com minerais inorgânicos. Pode-se concluir que as dietas contendo microminerais na forma inorgânica em concentrações semelhantes ao usado pela indústria reduziu a digestibilidade da proteína

Palavras-chave: Biodisponibilidade; biomoléculas; aquicultura; nutrição.

ABSTRACT

The use of organic minerals in fish diets has intensified in recent years, due to its higher bioavailability for fish. Those microminerals are associated with biomolecules, such as carbohydrates or proteins, which facilitate their absorption by fish. In the present work, the addition of Bioplex-TR-Se-PeixeTM was tested to evaluate the effect of organic microminerals in the diet of Nile tilapia (average weight 210g ± 10g). Three diets were formulated: one containing 100% of organic minerals (Bioplex-TR-Se-PeixeTM), another containing 100% inorganic minerals and the last one has no mineral supplementation (diet 0%). A digestibility trial was performed with two feces collections performed per day for 30 days. After collection, the feces were centrifuged and stored at -20°C until being analyzed. The apparent protein digestibility coefficient (ADC_p)

¹ Mestrando em Aquicultura e Recursos Pesqueiros pela Universidade Federal de Santa Catarina, Bolsista CNPq.

² Mestranda em Aquicultura e Recursos Pesqueiros pela Universidade Federal de Santa Catarina, Bolsista CAPES.

³ Doutorando em Aquicultura e Recursos Pesqueiros pela Universidade Federal de Santa Catarina, Bolsista CAPES;

⁴ Professora na Universidade Federal de Santa Catarina.

between diets ranged from 87.79% to 90.69%. Protein digestibility was not significantly different ($p > 0.05$) between the diet containing organic minerals supplemented by BioPlex-TR-Se-PEIXE™ and the one containing no mineral supplementation (zero%). Diet supplemented with BioPlex-TR-Se PEIXE™ has no difference when compared to the diet that was supplemented with inorganic minerals. Finally, the diet that did not contain any mineral supplementation resulted in the highest ($p < 0.05$) protein digestibility when compared to the diet supplemented with inorganic minerals.

Keywords: bioavailability; biomolecules; aquaculture; fish nutrition.

INTRODUÇÃO

A alimentação é responsável pelo principal custo em sistemas de produção aquícola, podendo atingir 70% dos custos totais (SILVA et al., 1995). A busca por fontes alternativas de ingredientes na alimentação de peixes intensificou-se nos últimos anos. Entre os nutrientes estudados para peixes, os minerais recebem pouca atenção, devido às dificuldades inerentes aos seus estudos, tais como, parcial absorção dos mesmos pelas brânquias, baixa concentração exigida na dieta, entre outros (WATANABE et al., 1997).

Apesar de representarem uma pequena porção de todos os nutrientes de uma dieta balanceada, os microminerais são elementos essenciais, exigidos em diversas rotas metabólicas nos peixes, participando principalmente na formação do esqueleto, hormônios e como cofatores de diversas enzimas (WATANABE et al., 1997; LALL, 2002). Além disso, a deficiência de minerais pode causar patologias funcionais, estruturais e bioquímicas. Por outro lado, o excesso de minerais pode causar toxicidade aos animais.

Os minerais são classificados de acordo com a quantidade exigida pelo organismo, sendo separados em macro e microminerais, variando de acordo com a quantidade em que são exigidos. Porém, existem apenas informações limitadas no que diz respeito à nutrição mineral em peixes (GATLIN III, 2010).

Segundo Watanabe e colaboradores (1997), diferente de alguns macrominerais, os microminerais não são bem absorvidos por animais aquáticos a partir da água e, portanto, precisam ser fornecidos na ração para o crescimento adequado. Vários fatores influenciam a biodisponibilidade destes minerais, como por exemplo, sua concentração na dieta e forma como estes elementos estão disponíveis no alimento (WATANABE et al., 1997). Minerais orgânicos, ou quelatos, são minerais associados com biomoléculas, como aminoácidos, carboidratos e proteínatos. Essas biomoléculas tornam-se estruturalmente mais estáveis, o que confere uma maior

proteção ao micromineral durante o processo digestivo e sua absorção pelo trato intestinal. Esta conformação limita suas interações com outros componentes da dieta, como inibidores ou outros microminerais, estando desta forma mais disponível e sendo melhor absorvido quando comparado às fontes inorgânicas de minerais (APINES-AMAR et al., 2004).

Tradicionalmente, a suplementação de microminerais na dieta é realizada através da inclusão de sais inorgânicos, como carbonatos e sulfatos. Porém, essas fontes possuem uma baixa biodisponibilidade devido a sua estrutura química (APINES-AMAR et al., 2004). Diversos trabalhos relatam que as fontes orgânicas de minerais têm taxas de absorção mais elevadas que as fontes inorgânicas, diminuindo assim a concentração necessária na dieta, sem que o crescimento e a saúde dos animais sejam comprometidos (LE; FOTEDAR, 2014; LIN, 2014; PARIPATANANONT; LOVELL, 1995; BELL; COWEY, 1989)

Uma das maneiras de verificar a biodisponibilidade de um nutriente é através de ensaios de digestibilidade. A determinação da digestibilidade em peixes pode ser realizada por meio de dois métodos: direto e indireto. No método direto ou técnica de coleta total, a digestibilidade do alimento é estimada pela quantidade total de alimento ingerido e fezes produzidas (BELAL, 2005). A utilização do método direto não é recomendada pela dificuldade da coleta total das fezes e do alimento ingerido no meio aquático e por submeter os animais à imobilização e alimentação forçada (NRC, 2011).

O método indireto permite a coleta parcial das fezes e a alimentação voluntária do animal e consiste no uso de um marcador inerte na dieta (KITAGIMA; FRACALLOSSI, 2010). Assume-se que a quantidade do marcador na dieta e nas fezes permanece constante ao longo do processo de digestão e que, toda quantidade de marcador ingerido, aparecerá nas fezes (NRC, 2011). O indicador é dito interno, quando constitui um componente presente na dieta, como a fibra bruta, ou externo, quando uma substância inerte e indigestível é adicionada à dieta teste em pequenas quantidades, como por exemplo o óxido de ítrio (TACON; RODRIGUES, 1984). Os marcadores não devem afetar a digestão ou a palatabilidade da dieta teste e devem ser facilmente determinados (BELAL, 2005).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a digestibilidade de dietas de tilápia-do-Nilo, que é a espécie mais produzida no Brasil (IBGE, 2017), alimentadas com diferentes fontes de microminerais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Nutrição de Espécies Aquícolas (LABNUTRI) e Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD), ambos vinculados ao Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina.

2.1 FORMULAÇÃO DAS DIETAS

As dietas experimentais (Tabela 1) foram formuladas para que todas as exigências nutricionais da espécie fossem atendidas (NRC, 2011), todas as dietas continham 0,1% de óxido de ítrio, usado como marcador inerte.

Foram testadas três dietas: uma contendo minerais de fonte orgânica (Bioplex), outra contendo minerais de fonte inorgânica (Inorgânico) e, a última, sem suplementação mineral (dieta 0%), em quadruplicata. Vale ressaltar que a dieta com 100% de suplementação com minerais orgânicos possuía aproximadamente duas vezes mais cobre, zinco e ferro da dieta que possuía 100% de suplementação de minerais orgânicos e o tratamento 0%, continha na formulação da dieta quantidade superior ao exigido pela espécie estudada. As dietas suplementadas tiveram os níveis de microminerais similares aos utilizados pela indústria de produção de rações de tilápia no Brasil. Os minerais orgânicos testados foram o ferro, zinco, cobre, manganês e selênio, suplementados com BioPlex-TR-Se PEIXE® (Alltech, Nicholasville, KY, EUA). Este aditivo possui os microminerais associados a biomoléculas, transformando-o em um premix micromineral de fonte orgânica, que tem proteínatos e leveduras enriquecidas com microminerais como base de sua composição.

Para a preparação das dietas experimentais, a quirera de arroz foi moída em um moinho de martelo e peneirada manualmente em peneiras de 0,5 mm. Os ingredientes purificados não foram submetidos a este processo, devido a sua fina granulometria. Em seguida, todos os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica e homogeneizados em misturador por 45 min. Após este processo, os óleos foram incluídos e homogeneizados por 15 min. Ao final, a umidade foi ajustada, com

água deionizada, até atingir aproximadamente 24%, para que a mistura fosse processada em uma extrusora experimental de rosca única (MX40, INBRAMAQ, Ribeirão Preto, Brasil).

Os parâmetros de extrusão foram os seguintes: temperatura 110 °C, taxa de fluxo 20% da capacidade nominal, velocidade da rosca 220 rpm, razão largura/diâmetro (L/D) 2.3:1; diâmetro da rosca 92,5 mm, comprimento do cilindro 210 mm, com uma matriz de 1,5 mm. Após a extrusão, os péletes foram secos (50 °C) em estufa de circulação de ar forçado até atingir aproximadamente 8% de umidade. Obteve-se péletes de 1,6 a 2,0 mm. A ração foi acondicionada em recipientes hermeticamente fechados, protegidos de luz, sendo armazenada em câmara fria a 4 °C até sua utilização.

Tabela 1. Formulação das dietas experimentais.

Ingredientes, g Kg ⁻¹	Suplementação na dieta		
	0%	Bioplex	Inorgânico
Quirera de arroz	589,1	589,1	589,1
Caseína	280	280	280
Gelatina	30	30	30
Premix macromineral	27	27	27
Ácido fosfórico PA	19,9	19,9	19,9
Óleo de fígado de bacalhau	15	15	15
Óleo de soja	19	19	19
Celulose	9	5	5
Premix vitamínico deficiente*	10	10	10
BioPlex-TR-Se PEIXE™	0	4	0
Minerais inorgânicos	0	0	4
Óxido de ítrio	1	1	1

* Sem a presença de Fe, Zn, Cu, Mn e Se.

2.2 ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE

Foram utilizadas 12 unidades experimentais em formato cilíndrico cônicos com 120 L cada, contendo a densidade de 2,5 kg de peixe. Cada unidade experimental estava acoplada a um sistema fechado de recirculação de água, que contava com zeolita como um dos meios filtrantes, com o objetivo de reduzir a concentração de minerais da água, além de filtragem mecânica e biológica. As unidades experimentais foram distribuídas seguindo delineamento inteiramente ao acaso. A alimentação era fornecida até a saciedade aparente, duas vezes ao dia (08:00h e 15:00h). Depois de cada alimentação, as unidades experimentais eram limpas, objetivando a retirada de excessos de ração, bem como outras possíveis contaminações. Todos os dias foi

realizada limpeza nas unidades experimentais às 07:00h. A coleta de fezes era realizada após sedimentação delas em um tubo falcon de 50 ml, acoplado ao fundo de um tanque cilíndrico cônico. Os tubos eram acoplados nos tanques após a alimentação, sendo imersos em recipientes isotérmicos com gelo, visando a redução da atividade microbiana. As fezes eram coletadas durante 2 h após a inserção dos tubos de coleta nos tanques, sendo posteriormente centrifugadas por 5 min e armazenadas a -20°C, até a realização das análises.

Foram estimados a digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) e da matéria seca das fezes coletadas. A alimentação dos peixes ocorreu até que fossem coletados 5 g de fezes (peso seco), necessária para a realização dos métodos analíticos. O período de coleta foi de 30 dias. Para calcular a digestibilidade aparente da proteína e matéria seca, utilizou-se a seguinte fórmula (CHO; SLINGER, 1979):

$$\text{CDA (\%)} = 100 - \left[100 * \left(\frac{\% \text{ indicador dieta}}{\% \text{ indicador fezes}} * \frac{N \text{ fezes}}{N \text{ dieta}} \right) \right]$$

Onde N simboliza o nutriente que terá seu coeficiente de digestibilidade aparente calculado.

2.3 ANÁLISES REALIZADAS

A análise de composição proteica e teor de umidade nas fezes e nas rações seguiu protocolo proposto pela AOAC - *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1999), onde a proteína bruta foi determinada pelo método de Kjeldahl, o qual fornece o teor de nitrogênio total presente na amostra e teor de umidade foi alcançado após secagem da amostra a uma temperatura de 105°C em estufa até peso constante.

A análise de ítrio foi realizada em um laboratório parceiro (Laboratório de Espectrometria de Absorção e Massa – LEMA/QMC/UFSC), tendo sido realizada por meio da técnica de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS).

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram testados quanto à homocedasticidade e normalidade antes de uma ANOVA de uma via, usando os dados coletados de peixes alimentados com todas as dietas. Aplicamos o teste de Tukey para comparar as médias quando necessário. Para todas as análises, utilizamos o software Statistica 10.0 (Statsoft Inc., Tulsa, EUA) e adotamos um nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A forma de inclusão da suplementação mineral afetou significativamente a digestibilidade proteica das dietas (Figura 1).

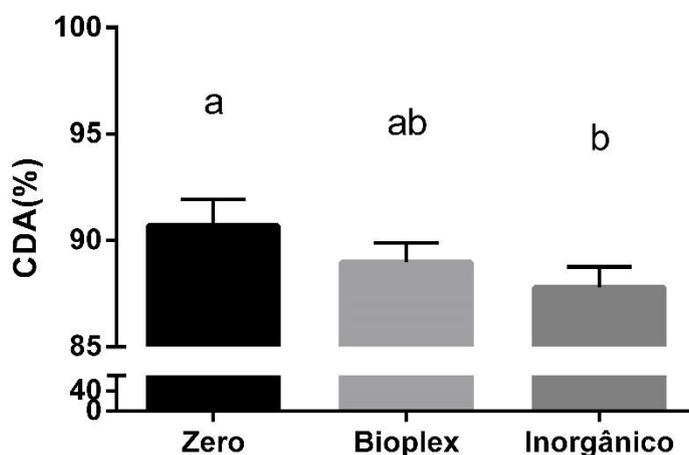


Figura 1. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína para as diferentes dietas experimentais.

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) para proteína no grupo tratado com a ração sem a adição de microminerais resultou em uma média de 90,69% \pm 1,24 e o grupo tratado com a ração suplementada com microminerais orgânicos resultou em uma digestibilidade proteica de 88,98% \pm 0,92. Já o grupo tratado com a dieta contendo suplementação de microminerais inorgânicos, similares ao utilizado em rações comerciais, gerou um coeficiente de digestibilidade aparente de 87,79% \pm 0,97.

A dieta 0% apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) na digestibilidade proteica quando comparada a dieta suplementada com minerais inorgânicos, onde a dieta sem suplementação mineral (0%) apresentou o maior valor de digestibilidade proteica. A digestibilidade proteica não foi significativamente ($p > 0,05$) diferente entre a dieta que continha os minerais orgânicos suplementados via BioPlex-TR-Se PEIXE™ e aquela que não continha suplementação mineral (zero %), também não houve diferença significativa quando a dieta suplementada com BioPlex-TR-Se PEIXE™ foi comparada com a dieta que foi suplementada com minerais inorgânicos.

A capacidade de absorção de nutrientes pode ser prejudicada quando os peixes são alimentados com dietas contendo minerais inorgânicos na sua composição. Pois, não somente a dose suplementada na dieta, mas também a forma

de suplementação mineral afeta a capacidade digestiva da tilápia-do-nylo, considerando que a dieta com 100% de suplementação com minerais orgânicos possuía aproximadamente duas vezes mais cobre, zinco e ferro da dieta que possuía 100% de suplementação de minerais orgânicos e esta não promoveu redução na digestibilidade proteica. Sugere-se que este fato pode estar associado com um aumento das formas insolúveis e não-absorvíveis dos minerais no intestino, causadas pela baixa complexidade dos sais inorgânicos, quando comparada as biomoléculas que compõem os minerais orgânicos.

O tratamento que não recebeu suplementação mineral, continha na formulação da dieta quantidade superior ao exigido pela espécie estudada e apresentou o melhor resultado de digestibilidade, quando comparada a dieta com suplementação inorgânica. O fato de a dieta com suplementação de minerais na forma inorgânica ter apresentado a menor digestibilidade proteica pode ser justificado pelo excesso de minerais presente na dieta, ou pela forma na qual o mineral foi incluído na dieta, a interação entre os fatores também é uma possibilidade de justificativa para o resultado obtido.

Em dietas comerciais os microminerais são incluídos na forma inorgânica, o que aumenta os custos de produção da ração, já que eles são adicionados em quantidades superiores àquelas exigidas pela espécie, devido a sua baixa biodisponibilidade. Além da importância econômica, a adição em excesso de minerais pode causar toxicidade aos animais, sendo que o grau de severidade da toxicidade será correspondente à efetiva concentração do mineral na dieta (WATANABE et al., 1997; FRACALOSSI et al., 2013).

Conforme Lanno e colaboradores (1985), quantidades elevadas de cobre reduziram o crescimento e diminuíram a atratividade dos peixes pela dieta fornecida. Além disso, o excesso de cobre pode causar danos as brânquias, necrose no fígado e rins, em truta arco-íris. Murai e colaboradores (1974) concluíram que altos níveis de cobre na dieta reduziram o crescimento, além de piorar a conversão alimentar em bagre do canal.

Já Watanabe e colaboradores (1997) relataram que as suplementações de manganês em quantidades inadequadas em dietas para bagre do canal normalmente resultam em redução no crescimento. Além disso, altas concentrações de cálcio e fósforo reduzem consideravelmente a absorção de manganês na espécie ornamental

colisa (*Colisa fasciata*) (SRIVASTAVA e AGRAWAL, 1983). Similarmente, elevadas concentrações de cobalto na dieta são tóxicas para truta arco-íris, causando hemorragia no trato digestório, além de alterações nas células brancas sanguíneas (SABALINA, 1968). Estudos também indicam que altas concentrações de selênio na dieta possuem efeitos tóxicos, reduzindo o crescimento dos peixes, aumentando a conversão alimentar e a mortalidade (HILTON et al., 1980; GATLIN e WILSON, 1984). Exemplares de truta arco-íris que receberam mais do que 10 mg Se kg⁻¹ desenvolveram cálculos renais (HILTON e HODSON, 1983).

Os coeficientes de digestibilidade aparente para matéria seca (CDA_{ms}) foram de 99,89%, 99,67% e 99,72%, para as dietas sem suplementação de minerais, com suplementação de minerais orgânicos e suplementação com minerais inorgânicos, respectivamente. Não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Os valores encontrados para a digestibilidade da matéria seca pela tilápia-do-Nilo a 28° C geralmente variam entre 75% e 85% (FERNANDES et al., 2018;), pois este valor representa um panorama geral da digestibilidade da dieta. Acredita-se que os altos valores encontrados para o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDA_{ms}) no presente estudo, podem ser atribuídos a um erro associado ao excesso de água das amostras, sendo este excesso água proveniente dos tanques, não das próprias fezes coletadas. Sugere-se, portanto, uma segunda centrifugação após a retirada de água contida nos tubos falcon, bem como uma secagem prévia ao congelamento das amostras.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que as dietas contendo microminerais na forma inorgânica em concentrações semelhantes ao usado pela indústria reduziu a digestibilidade da proteína, o macronutriente mais caro e mais importante na formulação de dietas comerciais. Por outro lado, o uso de microminerais orgânicos, em doses similares, não interferiu na digestibilidade proteica

REFERÊNCIAS

ABDEL-TAWWAB, M.; ABDEL-TAWWAB, A. M.; ISMAEL, N. E. M. Evaluation of commercial live baker's yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter for fry Nile tilapia *Oreochromis niloticus* challenged in situ with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, v. 280, p. 185-189, 2008.

APINES-AMAR, M. J. S. et al. Amino acid-chelate: a better source of Zn, Mn and Cu for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v. 240, p. 345-358, 2004.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Official Methods of Analysis**. 16^a ed. AOAC. Washington: DC. 1999.

BELAL, I. E. H. A review of some fish nutrition methodologies. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 4, p.395-402, 2005.

BELL, J. G.; COWEY, C. B. Digestibility and bioavailability of dietary selenium from fishmeal, selenite, selenomethionine and selenocystine in atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, v. 81, p. 61–68, 1989.

CHO, C.Y.; SLINGER, S.J. **Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout**. Proceedings of the world symposium on finfish nutrition and fishfeed technology, Berlim, 1979.

CHO, C.Y.; COWEY; C.B. WATANABE, T. **Finfish nutrition on Asia: Methodological approaches to research and development**. Ottawa: International development research center, 1985.

COUSINS, R.J. Metal elements and gene expression. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v.14, p.449-469, 1994.

COZZOLINO, S M F. Biodisponibilidade de minerais. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 10, n. 10, p.87-98, jun. 1997.

FERNANDES, V. A. G. et al. *Aurantiochytrium* sp. meal as DHA source in Nile tilapia diet, part I: Growth performance and body composition. **Aquaculture Research**, v. 50, p.390-399, 2018.

FRACALOSSO, D. M. et al. Técnicas experimentais em nutrição de peixes. In: FRACALOSSO; CYRINO,(Ed.). **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianopolis: Copiart, 2013. Cap. 3. p. 55-58.

GATLIN III, D. M. Principles of fish nutrition. **Southern Regional Aquaculture Center**, v. 5003, p. 1-8, 2010.

GATLIN, III, D.M.; WILSON, R.P..Zinc supplementation of practical channel catfish diets. **Aquaculture**, 41: 31-36,1984.

HARDY, R.W. Understanding and using apparent digestibility coefficients in fish nutrition. **Aquaculture magazine**. V. 516, p. 84-89, 1997.

HILL, D. A. et al. Zinc-Amino Acid Complexes for Swine. **Journal Of Animal Science**, v. 63, n. 1, p.121-130, 1986.

HILTON, J.W. The interaction of vitamins, minerals and diet composition in the diet of fish. **Aquaculture**, 79: 223-244,1989.

HILTON, J.W., HODSON, P.V. AND SLINGER, S.J. The requirement and toxicity of selenium in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **J. Nutr.**, 110: 2527-2535, 1980.

HILTON, J.W.; HODSON, P.V. Effect of increased dietary carbohydrate on selenium metabolism and toxicity in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **J. Nutr.**, 113: 1241-1248, 1983.

IBGE. **Produção da pecuária municipal 2015-2016**. Brasília. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/a5bf983fc879908c3a2adf1bbfe8e243.pdf> Acesso em: 23/11/2017.

KITAGIMA, R.E.; FRACALOSSO, D.M. Validation of a methodology for measuring nutrient digestibility and evaluation of commercial feeds for channel catfish. **Scientia Agricola**, v. 67, p. 611-615, 2010.

LALL, S. P. The minerals. In: **Fish Nutrition**. J.E. Halver and R.W. Hardy (eds.), 3rd edition. London: Academic Press. p. 259-308, 2002.

LANNO, R.P.; SLINGER, S.J.; HILTON, J.W. Maximum tolerable and toxicity levels of dietary copper in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). **Aquaculture**, 49: 257-268, 1985.

LARA-FLORES, M.; OLVEA-NOVOA, M.A.; GUZMAN-MENDEZ, B.E. Use of bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.216, n.1-4, p. 193-201, 2003.

LE, K. T.; FOTEDAR, R. Bioavailability of selenium from different dietary sources in yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*). **Aquaculture**, v. 420-421, p. 57-62, 2014.

LIN, Y. H. Effects of dietary organic and inorganic selenium on the growth, selenium concentration and meat quality of juvenile grouper *Epinephelus malabaricus*. **Aquaculture**, v. 430, p. 114-119, 2014.

MERTZ, W. **Trace elements in human nutrition**. 5 ed. vol.1. Orlando: Academic Press, Orlando, 1986.

MURAI, T; ANDREWS, J.W. Interactions of dietary or-tocopherol oxidized menhaden oil and ethoxyquin on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **J. Nutr.**, 104, 1974.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL [NRC]. **Nutrient requirements of fishes**. Washington: The national academy press, p. 392, 2011.

PARIPATANANONT, T.; LOVELL, R T. Chelated zinc reduces the dietary zinc requirement of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v. 133, p. 73-82, 1995.

PARIPATANANONT, T.; LOVELL, R. T. Comparative net absorption of chelated and inorganic trace minerals in channel catfish *Ictalurus punctatus* Diets. **Journal Of The World Aquaculture Society**, [s.l.], v. 28, n. 1, p.62-67, mar. 1997.

PUCHALA, R; SAHLU, T; DAVIS, J.j. Effects of zinc-methionine on performance of Angora goats. **Small Ruminant Research**, v. 33, n. 1, p.1-8, jun. 1999.

SABALINA, A.A. Dejstvie chloristogo kobal'ta na fiziologičeskie pokazateli raduinoj foreli (*Salmo irideus* Gibbons). **Vopr. Ictiol.**, 8: 931-938, 1968.

SARDAR, P. et al. Effect of dietary microbial phytase supplementation on growth performance, nutrient utilization, body composition and haemato-biochemical profiles of *Cyprinus carpio* (L.) fingerlings fed soyprotein-based diet. **Aquaculture Nutrition**, v. 13, p. 444-456, 2007.

SILVA, S. S. de; ANDERSON, T. **Fish Nutrition in Aquaculture**. Londres: Chapman & Hall, p. 320, 1995.

SILVA, M.R.; SILVA, M.A.A.P. da. ASPECTOS NUTRICIONAIS DE FITATOS E TANINOS. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 1, n. 12, p.21-32, abr. 1999.
Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/44243/1/S1415-52731999000100002.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

SRIVASTAVA, A. K.; AGRAWAL, S. J. Changes induced by manganese in fish testis. **Experientia**, [s.l.], v. 39, n. 11, p.1309-1310, nov. 1983.

TACON, A.G.J.; RODRIGUES, A.M.P. Comparison of chromic oxide, crude fibre, polyethylene and acid-insoluble ash as dietary markers for the estimation of apparent digestibility coefficients in rainbow trout. **Aquaculture**, v. 43, p. 391-399, 1984.

TAN, B., MAI, K., 2001. Zinc methionine and zinc sulfate as sources of dietary zinc for juvenile abalone, *Haliotis discus hannai* Ino. **Aquaculture**, v.192, p. 67–84.

WATANABE, T.; KIRON, V.; SATOH, S. Trace minerals in fish nutrition. **Aquaculture** v. 151, p. 185–207, 1997.

WEDEKIND, K J; BAKER, D H. Zinc bioavailability in feed-grade sources of zinc. **Journal Of Animal Science**, v. 68, n. 3, p.684-689, 1990.

WEDEKIND, K J; HORTIN, A e; BAKER, D H. Methodology for assessing zinc bioavailability: efficacy estimates for zinc-methionine, zinc sulfate, and zinc oxide.. **Journal Of Animal Science**, v. 70, n. 1, p.178-187, 1992.

TRIGUILHO EM DIETAS SUPLEMENTADAS COM FITASE PARA O JUNDIÁ *RHAMDIA QUELEN*

Jhonis Ernzen Pessini¹, Milena Souza dos Santos Sanchez², Mariana Lins Rodrigues², Wilson Rogério Boscolo², Fábio Bittencourt² e Altevir Signor²

RESUMO

A alimentação representa a parte mais onerosa na produção aquícola e pesquisas vem sendo desenvolvidas a fim de obter menor custo de produção. A utilização de subprodutos agrícolas com menor preço e boa qualidade são alternativas viáveis para baratear os custos relativos à alimentação. Entretanto, os ingredientes vegetais possuem fatores antinutricionais, como o fitato, que reduzem a digestibilidade dos nutrientes. A fitase possui capacidade de desfosforilar o fitato, diminuindo a capacidade de quelação deste antinutriente e pode ser uma alternativa quando utilizado ingredientes de origem vegetal. Assim, este estudo avaliou a utilização do trigoilho como um substituto ao milho em dietas (0, 33, 67 e 100 % de substituição), suplementadas ou não com fitase (1500 FTU kg⁻¹), para juvenis de jundiás *Rhamdia quelen* em função da composição centesimal e índices somáticos, histologia intestinal e mineralização óssea. Foram utilizados 288 juvenis (12,78 ± 2,78 g) distribuídos aleatoriamente em 24 unidades experimentais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância fatorial (P<0,05) e quando significativas, as médias foram submetidas ao teste de Tukey. Houve influência do ingrediente no índice de gordura víscero-somática, em que o nível de 100 % de substituição apresentou os menores valores para esta variável. Para a composição centesimal, os peixes alimentados com 100 % de trigoilho, sem fitase, apresentaram os menores valores de extrato etéreo. Na composição mineral óssea, o nível de 100 % de substituição, suplementada com a enzima, apresentou os menores valores de cálcio e manganês. Para a histologia intestinal, diferenças foram observadas nos peixes alimentados com a dieta com 67 % de substituição do milho pelo trigoilho, sem fitase, para altura do vilo e altura total dos vilos. Conclui-se que o trigoilho, independentemente da suplementação enzimática, pode substituir o milho integralmente em dietas para o jundiá sem que ocorram prejuízos sobre os índices somáticos, composição centesimal, composição mineral óssea e morfologia intestinal.

Palavras-chave: Alimento alternativo, aquicultura, enzima, nutrição, substituição.

ABSTRACT

Feeding represents the major costs from aquaculture production and research has been developed in order to obtain lower production costs. The use of agricultural by-products with lower price and good quality is a possible alternative to reduce the feed costs. On the other hand, plant ingredients have antinutritional factors, such as phytate, which reduce nutrient digestibility. Phytase has the ability to dephosphorylate phytate, reducing the chelation ability of this antinutrient and may be an alternative when using plant ingredients. Thus, this study evaluated the use of wheat middling in

¹ Doutorando em Aquicultura e Recursos Pesqueiros pela Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, bolsista CAPES. ² Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil.

replacement of corn (0, 33, 67, and 100%) in diets supplemented or not with phytase (0 or 1,500 FTU kg⁻¹ phytase), to feed *Rhamdia quelen* silver catfish juveniles as a function of proximate composition and somatic indices, gut histology and bone mineralization. A total of 288 juveniles (weight: 12.78 ± 2.78 g) were used and randomly distributed in 24 experimental units. Data were analyzed by factorial variance (P<0.05) and, when significant, means were analyzed with the Tukey's test. Fish were fed four times daily until apparent satiation for 45 days. The results showed that diet composition influenced the fat-somatic index with the 100% substitution level showing the lowest fat-somatic indexes. Fish fed with 100% wheat middling without phytase had the lowest values of etheral extracts in body composition. Fish fed with phytase and 100% wheat middling had the lowest values of calcium and manganese in bone mineral composition. Gut histology analysis showed differences in villus height and villi total height in fish fed with the 67% replacement diet without phytase. We suppose that wheat middling, supplemented or not with phytase, can effectively substitute for corn in silver catfish diets without losses to somatic indices, changes in body chemical composition, bone mineral composition, and gut morphology.

Keywords: Alternative feed, aquaculture, enzyme, nutrition, substitution.

INTRODUÇÃO

O aumento considerável da atividade piscícola nos últimos anos tem atraído a atenção de pesquisas que busquem menor custo de produção e a redução dos impactos ambientais causados pelo setor produtivo (Moutinho et al., 2017). Em criações intensivas, a alimentação dos peixes representa a parte mais onerosa dos gastos, que pode superar 70 % do custo total de produção. Neste sentido, estudos envolvendo a substituição de ingredientes comumente utilizados em dietas por ingredientes alternativos com menor preço e de boa qualidade é de suma importância a fim de baratear custos na produção de organismos aquáticos. Um possível ingrediente alternativo é o trigoilho, subproduto do trigo de menor valor no mercado e de boa qualidade, que vem sendo testado em dietas para peixes a fim de substituir ingredientes como o milho (Signor et al., 2007; Hughes, 1990; Hilton e Slinger, 1983), que é um dos mais utilizados como fonte energética em dietas. Entretanto, a inclusão de ingredientes vegetais em dietas pode ser limitada, uma vez que estes apresentarem fatores antinutricionais em sua composição, tais como o fitato, gossípol e tanino, que reduzem a utilização dos nutrientes do ingrediente (Francis et al., 2001).

O fitato, ou ácido fítico, é um fator antinutricional, conhecido como mio-inositol hexafosfato, que se liga ao fósforo em plantas (Kumar et al., 2012). Além disso, apresenta capacidade de quelação com íons metálicos, proteínas, carboidratos e lipídios (Vohra e Satyanarayan, 2002). Desta forma, este poder de quelação do ácido

fítico reduz a disponibilidade de nutrientes, pois os complexos formados não são absorvidos no trato gastrintestinal de animais monogástricos (Greiner e Konietzny, 2006), já que eles não apresentam capacidade de sintetizar a fitase, que é a enzima responsável pela hidrólise deste antinutriente (Lelis et al., 2010). A fitase possui capacidade de desfosforilar o fitato, produzindo fosfatos inorgânicos livres e moléculas de inositol de cadeia menor, diminuindo a capacidade de quelação do fitato (Kumar et al., 2012).

O jundiá é uma espécie pertencente ao gênero *Rhamdia* que tem despertado interesse em pesquisadores e produtores por apresentar boas características para o cultivo, como rápido crescimento mesmo em baixas temperaturas, adaptação à criação intensiva, fácil reprodução, carne saborosa de boa aceitabilidade pelo mercado consumidor (Baldisserotto and Radünz Neto, 2005; Pedron et al., 2008)

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi determinar os efeitos da utilização do trigoilho em substituição ao milho na dieta, suplementados com fitase, para juvenis de jundiá *Rhamdia quelen* para avaliar seus efeitos sob índices somáticos, composição centesimal, histologia intestinal e mineralização óssea.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais adotados durante esta pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética do Uso de Animais – CEUA da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, sob o protocolo número 51/16.

Animais e delineamento experimental

O experimento foi executado durante o período de 45 dias no Grupo de Estudos em Manejo da Aquicultura – GEMAQ, pertencente a Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Foram utilizados 288 peixes com peso médio de $12,78 \pm 2,78$ gramas, distribuídos em 24 tanques de 500 L com formato cilíndrico e fundo cônico afunilado, dotados de sistema de recirculação e aeração constante por meio de um soprador de ar central.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial 4x2, considerando como fatores 1) os níveis de inclusão de trigoilho em substituição ao milho na dieta (0; 33; 67 e 100 %) (Tabela 1), 2) Níveis de suplementação de fitase (0 e 1500 unidade de fitase por quilograma – FTU kg⁻¹), com

Vitamina C ⁴	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Propionato de cálcio	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
BHT ⁵	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
L-lisina	0,04	0,06	0,09	0,11	0,04	0,06	0,09	0,11
L-Triptofano	0,12	0,08	0,04	0,00	0,12	0,08	0,04	0,00
Sal (NaCl)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Calcário	0,06	0,04	0,02	0,00	0,06	0,04	0,02	0,00
Fitase	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Total	100,00	100,	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes (%)								
Proteína Digestível	29,00	29,0	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00
ED ⁶ kcal kg ⁻¹	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400
Cálcio	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Fósforo disponível	0,63	0,64	0,64	0,65	0,63	0,64	0,64	0,65
Amido	26,95	27,2	27,5	27,77	26,95	27,22	27,5	27,77
Lisina total	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Metionina + cistina	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
Treonina Total	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
Triptofano Total	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Composição Química (Matéria natural) (%)								
Matéria Seca	89,55	88,6	89,55	89,48	89,69	89,06	89,69	90,03
Energia Bruta (kcal kg ⁻¹)	4091	4005	4010	4004	4054	4020	4027	4019
Proteína bruta ⁵	38,98	37,3	36,96	37,92	35,86	36,53	36,92	36,57
Extrato etéreo	3,55	2,94	2,14	1,78	3,98	3,11	2,39	1,55
Matéria Mineral	11,77	12,8	10,29	10,78	12,09	10,62	10,49	10,18

¹Valores de digestibilidade propostos por Signor et al. (2016). ²Valores de digestibilidade propostos por Lewandowski et al. (2017). ³Suplemento mineral e vitamínico: Níveis de garantia por quilograma do produto: vit. A - 500.000 UI; vit. D3 - 250.000 UI; vit. E - 5.000 mg; vit. K3 - 500 mg; vit. B1 - 1.500 mg; vit. B2 - 1.500 mg; vit. B6 - 1.500 mg; vit. B12 - 4.000 mg; ácido fólico - 500 mg; pantotenato de cálcio - 4.000 mg; vit. C - 10.000 mg; biotina - 10 mg; Inositol - 1.000; nicotinamida - 7.000; colina - 10.000 mg; Cobalto - 10 mg; Cobre - 1.000 mg; Ferro - 5.000 mg; Iodo - 200 mg; Manganês - 1500 mg; Selênio - 30 mg; Zinco - 9.000 mg. ⁴Valores sugeridos por Reis et al. (2011). ⁵Butil hidroxi tolueno. ⁶Energia Digestível: Valores de proteína bruta e energia digestível estabelecidos com base no mínimo proposto por Freitas et al. (2011) para o *Rhamdia voulezi*. ⁷Ausente. ⁸Presente.

Análise de composição centesimal da carcaça

Foram realizadas as análises de composição centesimal das dietas e de três peixes por unidade experimental, seguindo metodologia descrita pela *American Organization of Analytical Chemistry* (AOAC, 2000), onde: umidade (secagem a 105°C por oito horas); proteína bruta (método de Kjeldhal); lipídios (Soxhlet tendo éter como solvente); matéria mineral, (incineração das amostras a 550°C por seis horas); e energia das rações, realizada por meio de bomba calorimétrica (IKA Basic, 2000), de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (2000).

Análise de minerais

Para análise de minerais nos ossos, três peixes de cada unidade experimental, previamente eutanasiados foram mantidos em água aquecida (80°C) durante dois minutos, retirando-se as vertebrae com auxílio de pinça, lavados com água destilada e secos em estufa (105°C) durante 12 horas, sendo moídos em micromoinho, conforme metodologia descrita por Furuya et al. (2001).

Para determinação da concentração dos minerais nos ossos, realizou-se a digestão nitro-perclórica para posterior quantificação de cálcio, cobre, fósforo, magnésio, manganês, e zinco determinados por Espectrometria de Absorção em Chama (FAAS), segundo os procedimentos recomendados no manual do equipamento (Cookbook Shimadzy, 2002), realizada no Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências da UNESP, campus Botucatu-SP.

Histologia intestinal

Para a determinação da histomorfometria das vilosidades intestinais, utilizou-se a metodologia proposta por Mello et al. (2013), no qual foram coletadas porções transversais de aproximadamente 5 cm de comprimento do intestino médio. Posteriormente, as amostras foram fixadas em solução Alfac por seis horas. Após este período, foram conservadas em álcool 70% para a retirada do fixador até seu processamento. Os tecidos histológicos foram desidratados em concentrações ascendentes de álcoois, clarificadas em xilol e emblocadas em parafina. Os cortes foram obtidos através de seções seriadas de 5µm de espessura, corados em Hematoxilina-Eosina (HE) (Bancroft e Stevens, 1982) e PAS (ácido periódico de Schiff) + alcian blue (AB) pH 2,5 (Bancroft e Gamble, 2002). Em seguida, foi realizada a captura de imagens através do fotomicroscópio em objetiva de 10X, com o auxílio do software de imagens computadorizado CellSens Standard 1.15®. Foram analisados 15 vilos por animal, sendo mensurado à altura, que corresponde à distância do ápice das vilosidades até o término da serosa, a altura total dos vilos, que corresponde à distância do ápice das vilosidades até o início da camada muscular, e contagem de células caliciformes, perfazendo um total de 135 medidas por tratamento.

Qualidade da água

Os valores dos parâmetros físicos e químicos da água durante o período experimental foram $26,9 \pm 0,10^{\circ}\text{C}$, $6,39 \pm 0,37 \text{ mg L}^{-1}$ e $7,02 \pm 0,03$, para temperatura, oxigênio dissolvido e pH, respectivamente. A temperatura foi mensurada diariamente através de um termômetro digital e os demais parâmetros foram mensurados semanalmente através de um multiparâmetro, modelo YSI 556. Estes valores estão dentro das condições ideais para a criação da espécie (Gomes et al., 2000).

Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de normalidade e homocedasticidade, atendendo a esses pressupostos foram submetidos a análise de variância fatorial, ao nível de significância de 5%, a fim de observar diferenças na interação entre os níveis de substituição do milho pelo trigo e a suplementação de fitase, na substituição do milho pelo trigo e na suplementação da enzima. O teste de médias foi realizado apenas para a interação quando esta foi significativa, excluindo os efeitos isolados. Ao se constatar diferenças) foi realizado o teste de comparação de médias, através do teste de Tukey.

3. RESULTADOS

Composição química da carcaça e índices somáticos

O índice de gordura víscero-somático (IGVS) apresentou diferenças para a substituição de milho por trigo ($P < 0,05$), onde o nível de 100% de substituição apresentou os menores valores de IGVS, diferindo dos peixes alimentados com os tratamentos 0, 33 e 67% (Tabela 2). A umidade não apresentou interações entre os fatores e na suplementação de fitase ($P > 0,05$), porém apresentou diferenças na substituição do milho pelo trigo ($P < 0,05$). Os maiores valores foram evidenciados no nível de 100% de substituição e os menores valores nos níveis 0 e 67% de substituição. A proteína não apresentou interação entre os fatores como também não apresentou diferenças para a substituição do milho pelo trigo e suplementação da enzima fitase. O extrato etéreo apresentou interação entre os fatores e diferenças na substituição do milho pelo trigo em que o nível de 100% de substituição do milho pelo trigo, sem fitase, apresentou os menores valores e os níveis 0% e 33% de substituição de milho por trigo, com e sem fitase, respectivamente, apresentaram os maiores teores de extrato etéreo na carcaça. A variável de matéria mineral e índice

hepatossomático (IHS) não apresentaram diferenças para a interação entre os fatores e efeitos isolados.

Tabela 2. Composição centesimal da carcaça e índices somáticos de juvenis de jundiás *Rhamdia quelen* alimentados com as dietas experimentais.

Variáveis*	Fitase	Níveis de inclusão de trigoilho (%)				Probabilidade		
		0	33	67	100	F ³	AL ⁴	I ⁵
Umidade (%)	A ¹	75,64±0,45 ^B	75,53±0,61 ^{AB}	75,64±0,51 ^B	77,33±0,30 ^A	Ns ⁸	0,01	Ns
	P ²	75,59±0,51 ^B	76,36±0,34 ^{AB}	75,29±0,92 ^B	76,43±0,59 ^A			
Proteína (%)	A	17,15±0,58	16,53±0,33	16,71±0,01	16,84±0,31	Ns	Ns	Ns
	P	16,40±0,12	16,45±0,24	17,78±1,35	15,79±0,61			
Extrato etéreo (%)	A	6,04±0,38 ^{XY}	6,67±0,88 ^X	5,75A±0,24 ^{XY}	4,43±0,22 ^Y	Ns	0,01	0,03
	P	6,29±0,60 ^X	5,20±0,22 ^{XY}	5,28±0,83 ^{XY}	5,27±0,28 ^{XY}			
Matéria mineral (%)	A	3,29±0,25	3,50±0,05	3,22±0,05	3,39±0,24	Ns	Ns	Ns
	P	3,20±0,17	3,09±0,08	3,43±0,10	3,55±0,04			
IHS ⁶ (%)	A	2,16±0,26	1,73±0,07	2,11±0,15	2,11±0,43	Ns	Ns	Ns
	P	1,95±0,21	2,13±0,24	2,01±0,46	2,62±0,52			
IGVS ⁷ (%)	A	0,94±0,07 ^A	1,47±0,53 ^A	1,04±0,35 ^A	0,54±0,16 ^B	Ns	0,01	Ns
	P	1,55±0,26 ^A	1,20±0,45 ^A	1,05±0,10 ^A	0,47±0,13 ^B			

*O teste de Tukey foi realizado apenas para a interação quando esta foi significativa. ¹Ausente; ²Presente; ³Fitase; ⁴Alimento; ⁵Interação; ⁶Índice hepato-somático; ⁷Índice de gordura víscero-somático; ⁸Não significativo. Valores (médias±desvio padrão) seguidos por letras maiúsculas distintas (A e B) na mesma linha significa que houve diferença estatística (P<0,05) entre os níveis de substituição do milho pelo trigoilho. Valores (médias±desvio padrão) seguidos por letras minúsculas distintas (a e b) na mesma coluna significa que houve diferença estatística (P<0,05) entre a suplementação de fitase. Valores (médias±desvio padrão) seguidos por letras distintas (X e Y) significa que houve diferença estatística (P<0,05) na interação entre os fatores.

Mineralização óssea

Para o cálcio (Ca), houve diferenças na interação entre os fatores e diferenças na substituição do milho pelo trigoilho no qual foram evidenciados os maiores valores nos tratamentos 33 e 100%, sem fitase e 0, 33 e 67%, com fitase. O manganês (Mn) apresentou interação entre os fatores e diferenças na substituição de milho pelo trigoilho em que o nível de 33% de substituição, sem fitase, apresentou os maiores valores para este mineral e o nível de 100%, com fitase, os menores valores. O cobre (Cu), magnésio (Mg), fósforo (P) e zinco (Zn) não apresentaram diferenças para interação entre os fatores, pela substituição de milho por trigoilho e para a suplementação da enzima (Tabela 3).

Tabela 3. Composição mineral óssea de juvenis de jundiás *Rhamdia quelen* alimentados com as dietas experimentais.

Variáveis*	Fitase	Níveis de inclusão de trigoilho (%)	Probabilidade (p-valor)
------------	--------	-------------------------------------	-------------------------

		0	33	67	100	F ⁹	AL ¹⁰	I ¹¹
Ca (mg/g) ¹	A ⁷	84,86±8,83 ^{XY}	93,53±4,37 ^X	83,01±3,38 ^{XY}	88,22±1,80 ^X	Ns ¹²	0,009	0,007
	P ⁸	86,63±1,73 ^X	89,18±2,34 ^X	88,04±2,12 ^X	70,98±3,58 ^Y			
Cu (mg/g) ²	A	0,07±0,05	0,07±0,08	0,09±0,01	0,09±0,04	Ns	Ns	Ns
	P	0,09±0,02	0,08±0,02	0,10±0,07	0,09±0,04			
Mg (mg/g) ³	A	0,69±0,22	0,61±0,10	0,84±0,08	0,85±0,14	Ns	Ns	Ns
	P	0,90±0,14	0,83±0,11	0,58±0,14	0,81±0,04			
Mn (mg/g) ⁴	A	0,05±0,03 ^{XY}	0,09±0,01 ^X	0,04±0,02 ^{XY}	0,06±0,01 ^{XY}	Ns	0,04	0,03
	P	0,06±0,01 ^{XY}	0,07±0,01 ^{XY}	0,08±0,02 ^{XY}	0,03±0,01 ^Y			
P (mg/g) ⁵	A	107,05±7,46	106,66±16,18	100,33±14,41	95,85±1,40	Ns	Ns	Ns
	P	98,48±1,32	92,71±3,57	100,04±8,89	90,36±1,46			
Zn (mg/g) ⁶	A	0,04±0,02	0,06±0,01	0,03±0,02	0,04±0,02	Ns	Ns	Ns
	P	0,03±0,01	0,05±0,02	0,04±0,01	0,02±0,01			

¹Cálcio; ²Cobre; ³Magnésio; ⁴Manganês; ⁵Fósforo; ⁶Zinco; ⁷Ausente; ⁸Presente; ⁹Fitase; ¹⁰Alimento; ¹¹Interação; ¹²Não significativo. Valores (médias±desvio padrão) seguidos por letras maiúsculas distintas (A e B) na mesma linha significa que houve diferença estatística (P<0,05) entre os níveis de substituição do milho pelo trigo. Valores (médias±desvio padrão) seguidos por letras minúsculas distintas (a e b) na mesma coluna significa que houve diferença estatística (P<0,05) entre a suplementação de fitase. Valores (médias±desvio padrão) seguidos por letras distintas (X e Y) significa que houve diferença estatística (P<0,05) na interação entre os fatores.

Histologia intestinal

A análise de histomorfometria do intestino de jundiás apresentou interação entre os fatores nas variáveis de altura e altura total dos vilos (P<0,05). Em ambas as variáveis, o nível de 67% de inclusão do trigo na dieta, sem fitase, diferiu daquele do mesmo nível, com a suplementação da enzima. Não houve interação entre os fatores, diferenças na substituição de milho por trigo e na suplementação da enzima sobre o número de células caliciformes nas vilosidades intestinais de jundiás (Tabela 4).

Tabela 4. Histomorfometria do intestino de juvenis de jundiás *Rhamdia quelen* alimentados com as dietas experimentais.

Variáveis*	Fitase	Níveis de inclusão de trigo (%)				Probabilidade e (p-valor)		
		0	33	67	100	F ³	AL ⁴	I ⁵
A. V ⁶ (µm)	A ¹	378,23±56,75 ^{XY}	377,24±68,80 ^{XY}	226,68±36,11 ^Y	362,70±38,53 ^{XY}	Ns ⁹	Ns	0,02
	P ²	379,58±26,87 ^{XY}	342,54±40,90 ^{XY}	391,54±28,69 ^X	343,61±54,13 ^{XY}			
A. T V ⁷ (µm)	A	471,3±69,20 ^{XY}	456,68±76,83 ^{XY}	302,09±28,22 ^Y	449,20±39,59 ^{XY}	Ns	Ns	0,03
	P	479,38±41,65 ^{XY}	432,45±43,24 ^{XY}	496,34±46,70 ^X	438,64±70,66 ^{XY}			
C. C ⁸	A	52,89±11,13	51,5±6,01	35,99±3,74	47,78±11,88	Ns	Ns	Ns

P	41,48±2,38	44,4±0,77	58,59±25,46	48,33±10,14
---	------------	-----------	-------------	-------------

*O teste de Tukey foi realizado apenas para a interação quando esta foi significativa. ¹Ausente; ²Presente; ³Fitase; ⁴Alimento; ⁵Interação; ⁶Altura de vilo; ⁷Altura total de vilo; ⁸Número de células caliciformes presente nos vilos. ⁹Não significativo. Valores (médias±desvio padrão) seguidos por letras maiúsculas distintas (^A e ^B) na mesma linha significa que houve diferença estatística ($P<0,05$) entre os níveis de substituição do milho pelo trigoilho. Valores (médias±desvio padrão) seguidos por letras minúsculas distintas (^a e ^b) na mesma coluna significa que houve diferença estatística ($P<0,05$) entre a suplementação de fitase. Valores (médias±desvio padrão) seguidos por letras distintas (^x e ^y) significa que houve diferença estatística ($P<0,05$) na interação entre os fatores

4. DISCUSSÃO

A maior deposição de gordura visceral e corporal encontrada nos peixes alimentados com as dietas de 0, 33 e 67 % de substituição de milho pelo trigoilho, pode ser explicada pelo fato de que estas dietas necessitaram de uma maior suplementação de óleo de soja para complementar seu conteúdo energético. Erfanullah (1998) afirma que as dietas contendo alto teor de lipídios podem aumentar o conteúdo de gordura visceral e corporal. Moro et al. (2010) verificaram que o aumento da relação carboidrato:lipídio proporciona menor deposição lipídica em jundiás (*Rhamdia quelen*), não interferindo no crescimento e conversão alimentar. Neste mesmo estudo, os peixes alimentados com dietas contendo baixa relação carboidrato:lipídio apresentaram maior deposição de gordura visceral e corporal. Este fato ocorre porque as fontes energéticas lipídicas apresentam melhor absorção e conversão em lipídios (Glencross, 2009). Outro fator que pode ter contribuído para este acontecimento é que o milho apresenta menos fósforo disponível em sua composição do que o trigoilho em dietas suplementadas com fitase para o jundiá (0,20 x 0,39%, respectivamente) (Signor et al., 2016; Lewandowski et al., 2017) e, sabe-se que este mineral atua na β -oxidação de ácidos graxos. Portanto, a utilização do trigoilho em substituição ao milho pode ser realizada, proporcionando diminuição do conteúdo lipídico corporal e visceral de jundiás.

A disponibilidade de nutrientes em dietas com ingredientes vegetais pode ser comprometida pelo poder de quelação do ácido fítico, uma vez que este apresenta capacidade de se ligar com minerais e outros nutrientes (Vohra & Satyanarayan, 2002), tornando indisponível ao animal. Possivelmente, a quelação do ácido fítico com minerais neste estudo foi minimizada, visto que não foram evidenciadas diferenças entre as médias dos tratamentos para a variável de matéria mineral da carcaça e os valores deste experimento são semelhantes aos estudos realizados para o jundiá (Rocha et al., 2007; Goes et al., 2015; Rabelo et al., 2016).

Os peixes alimentados com a dieta contendo a substituição total do milho pelo trigo, suplementada com a enzima, apresentaram os menores valores de cálcio na composição óssea. O fato do fósforo e o cálcio competirem pelo mesmo sítio de absorção, por possuírem propriedades físicas e químicas semelhantes, pode explicar esta menor deposição de cálcio, uma vez que o excesso de fósforo prejudica a absorção e mineralização óssea deste mineral (Buzinaro et al., 2006). Supomos que, o aumento da disponibilidade de fósforo, proporcionado pela ação da enzima sobre o ácido fítico, disponibilizou mais fósforo ao animal, resultando em menor deposição de manganês nos ossos dos peixes alimentados com as dietas contendo a substituição total do milho por trigo, com fitase. Este resultado corrobora com Satoh et al. (1992), os quais afirmam que o aumento da disponibilidade de fósforo na dieta reduz a mineralização óssea de manganês em carpas comum *Cyprinus carpio*.

A suplementação da enzima fitase não influenciou a deposição de fósforo nos ossos de jundiás quando comparado as dietas que não continham a enzima. A maior disponibilidade de fósforo proporcionada pela fitase nas dietas possivelmente foi direcionada ao metabolismo dos lipídios, visto que os peixes alimentados com as dietas com a presença da enzima apresentaram menor deposição lipídica na carcaça, bem como menor índice de gordura nas vísceras. Rocha et al. (2007) verificaram que jundiás alimentados com dietas contendo fitase apresentaram menor deposição de lipídios corporal e visceral. Esta ocorrência pode estar ligada ao fato que o fósforo atua na β -oxidação de ácidos graxos, contribuindo para menor deposição lipídica nos peixes (Eya e Lovell, 1997)

Em relação ao magnésio, pode-se observar que a inserção da fitase nas dietas não influenciou na deposição destes minerais nos ossos de jundiás. Lewandoski et al. (2017), em estudo para a mesma espécie, não evidenciaram que a fitase aumenta a digestibilidade de magnésio. Os resultados deste estudo estão de acordo com Satoh et al. (1992), no qual também não encontradas influência do fósforo sobre os níveis de magnésio nos ossos de carpa comum.

O trigo apresenta mais cobre em sua composição quando comparado ao milho (21,8 x 2,9 mg kg⁻¹, respectivamente) (Rostagno et al., 2011), porém, este mineral apresenta alta capacidade de quelação com o ácido fítico (Vohra et al., 1965). Os peixes alimentados com dietas contendo trigo, suplementadas com fitase, apresentam melhor absorção de cobre quando comparados as dietas sem a

suplementação da enzima (Lewandowski et al., 2017), entretanto, esta maior absorção de cobre por parte dos jundiás não foi destinada à deposição deste mineral nos ossos, visto que no presente estudo não foram observadas diferenças sobre a deposição deste mineral. Possivelmente, o aporte de cobre disponibilizado pela suplementação da enzima nas dietas foi direcionado ao metabolismo de outros nutrientes e constituinte de outras enzimas (NRC, 1993). Ferrari et al. (2004) também não encontraram diferenças para a deposição de cobre nos ossos de tilápias-do-Nilo *Oreochromis niloticus* mesmo em dieta contendo dosagem alta (320 mg kg⁻¹). Os autores afirmam ainda que o fígado é o maior depósito deste mineral e que altas dosagens podem causar alterações hepáticas, como aumento excessivo, manchas e coloração opaca. Todavia, neste estudo, não foram observadas diferenças para o índice hepatossomático.

As vilosidades intestinais apresentam função de absorver nutrientes, contudo, sua atividade pode ser dificultada na presença de fatores antinutricionais. Dentre eles, o ácido fítico é um dos mais estudados na nutrição animal devido aos seus efeitos sobre a disponibilidade de alguns minerais e proteínas no intestino (Selle et al., 2009). No presente estudo, o nível de substituição de 67 % de milho por trigoilho, sem a suplementação da fitase, foi o que apresentou os menores valores de altura e altura total do vilo. No entanto, pode-se supor que estas alterações não foram ocasionadas pelas dietas ofertadas aos animais, visto que o número de células calciformes não apresentou diferenças entre os tratamentos e diferenciação nestas células são um indicativo de alterações histológicas (Schwarz et al., 2010), indicando que o ácido fítico presente no trigoilho não acarretou em alterações histológicas no intestino de jundiás.

As células calciformes têm como função a produção de muco e secreção de glicoproteínas para a proteção do epitélio intestinal contra patógenos intestinais e estas células são mais ativas ou em maior quantidade quando há a presença de patógenos (Schwarz et al., 2010). Os peixes alimentados com as diferentes dietas não apresentaram diferenças para o número de células calciformes sugerindo que durante a fase experimental o ácido fítico presente no milho e no trigoilho não apresentaram capacidade de alteração no número destas células.

5. CONCLUSÃO

Os resultados alcançados indicam que o trigoilho possui potencial para substituição do milho em sua totalidade em dietas para juvenis de jundiá *Rhamdia quelen*. A inclusão de fitase na quantidade de (1.500 FTU kg⁻¹) não promoveu benefícios no uso dos nutrientes pelo jundiá.

6. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18.ed. Gaithersburg, Maryland, 2000.

Baldisserotto, B., Radünz Neto, J. Jundiá (*Rhamdia quelen*). In: Baldisserotto, B., Gomes, L.C. (Eds.), **Espécies Nativas Para Piscicultura No Brasil**. Editora da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, pp. 303–319, 2005.

Bancroft, J. D., Stevens, A. **Theory and practice of histological methods**. 2 ed. New York: Churchill Livingstone, 662p, 1982.

Bancroft, J. D., Gramble, M. **Theory and practice of histological techniques**. New York: Churchill Livingstone, 796p, 2002.

Buzinaro, E. F., Almeida, R. N., & Mazeto, G. M. F. D. S. Biodisponibilidade do cálcio dietético. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**. 50, 852-861, 2006.

Eya, J. C., & Lovell, R. T. Available phosphorus requirements of food-size channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed practical diets in ponds. **Aquaculture**. 154, 283-291, 1997.

Erfanullah, A., K., J. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratio on growth and body composition of walking catfish (*Clarias batrachus*). **Aquaculture**. 161, 159-168, 1998.

Francis, G., Makkar, H.P., Becker, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture** 199, 197–227, 2001.

Ferrari, J. E. C., Barros, M. M., Pezzato, L. E., Gonçalves, G. S., Hisano, H., & Kleemann, G. K. Níveis de cobre em dietas para a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 26, 429-436, 2004.

Freitas, J.M.A., Sary, C., Luchesi, J.D., Feiden, A., Boscolo, W.R. Proteína e energia na dieta de jundiás criados em tanques-rede. **Rev. Bras. Zootec.** 40, 2628–2633, 2011.

Furuya, W. M., Gonçalves, G. S., Furuya, V. R. B., & Hayashi, C. Fitase na alimentação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e digestibilidade. **Rev. Bras. Zootec.** 30, 924-929, 2001.

Glencross, B.D. Exploring the nutritional demand for essential fatty acids by aquaculture species. **Reviews in Aquaculture.** 1, 71–124, 2009.

Goes, E., S., R.; Feiden, A., Neu, D. H., Boscolo, W. R., & Signor, A. Rendimentos do processamento e composição centesimal de filés do jundiá *Rhamdia voulezi*. **Ciência Animal Brasileira.** 16, 481-490, 2015.

Gomes, L.C., Chippari-Gomes, A.R., Lopes, N.P., Araujo-Lima, C.A.R.M. Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenil tambaqui *Colossoma macropolum*. **Journal of the world aquaculture society.** 32, 426-431, 2001.

Gomes, L.C., Golombieski, J.I., Gomes, A.R.C., Baldisserotto, B. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (Teleostei, pimelodidae). **Ciência rural.** 30, 179-185, 2000.
Graf, E., Eaton, J.W. Antioxidant functions of phytic acid. **Free Radical Biol. Med.** 8, 61–69, 1990.

Greiner, R., Konietzny, U. Phytase for food application. **Food Technol. Biotechnol.** 44, 125–140, 2006.

Hilton, J., W.; Slinger, S., J. Effect of wheat bran replacement of wheat middlings in extrusion processed (floating) diets on the growth of juvenile rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Aquaculture.** 35, 201-210, 1983.

Hughes, S., G. Use of triticale as a replacement for wheat middlings in diets for Atlantic salmon. **Aquaculture.** 90, 173-178, 1990.

Kumar, V., Sinha, A.K., Makkar, H.P.S., Boeck, G. de, Becker, K. Phytate and phytase in fish nutrition. **J. Anim. Physiol.** 96, 335–64, 2012.

Lewandowski, V., Feiden, A., Signor, A., Bittencourt, F., Moro, E.B., Pessini, J.E., Boscolo, W.R. Digestibility of vegetal energetic ingredients supplemented with phytase for silver catfish (*Rhamdia voulezi*). **Aquaculture.** 467, 71–75, 2017.

Lelis, G.R., Fernando, L., Albino, T., Rodrigues, C., Rostagno, H.S., Gomes, P.C., Borsatto, C.G. Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec.** 39, 1768–1773, 2010.

Mello, H.M., Julieta, R.E., Niza, I.G., Moraes, F.R., Ozório, R.O.A., Shimada, M., Engracia, F.J.R., Claudiano, G.S. Efeitos benéficos de probióticos no intestino de juvenis de Tilápia-do-Nilo. **Pesquisa Veterinária Brasileira,** 33, 724-730, 2013.

Moro, G.V., Camilo, R.Y., Moraes, G., Fracalossi, D.M. Dietary non-protein energy sources: growth, digestive enzyme activities and nutrient utilization by the catfish jundiá. **Aquaculture Research**. 41. 394-400, 2010.

Moutinho, S., Martínez-Llorens, S., Tomas-Vidal, A., Jover-Cerda, M., Oliva-Teles, A., Peres, H. Meat and bone meal as partial replacement for fish meal in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles: Growth, feed efficiency, amino acid utilization, and economic efficiency. **Aquaculture**. 468, 271–277, 2017.

NRC-National Research Council. **Nutrient Requirements of warmwater fishes and shellfishes**. Washington, D.C.: National Academy Press. 1993.

Pedron, F.A., Neto, J.R., Emanuelli, T., Silva, L.P., Lazzari, R., Corrêia, V., Bergamin, G.T., Veiverberg, C.A. Cultivo de jundiás alimentados com dietas com casca de soja ou de algodão. **Pesquisa agropecuária brasileira**. 43, 93-98, 2008.

Rabelo, P. C., Pessini, J. E., Sanchez, M. S. D. S., Boscolo, W. R., Feiden, A., Bittencourt, F., & Signor, A. Sorghum in diets for silver catfish *Rhamdia quelen*. **Acta Veterinaria Brasilica**. 10 (4), 339-345, 2016.

Rocha, C. B., Pouey, J. L. O. F., Enke, D. B. S., Xavier, E. G., & Almeida, D. B. Suplementação de fitase microbiana na dieta de alevinos de jundiá: efeito sobre o desempenho produtivo e as características de carcaça. **Ciência rural**. 37, 1772-1778, 2007.

Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., de Oliveira, R.F., Lopes, D.C., Ferreira, A.S., Barreto, S.L.T., Euclides, R.F. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais**, 3rd ed. Universidade Federal de Viçosa, 2011.

Satoh, S.; Izume, K.; Takeuchi, T. Effect of supplemental tricalcium phosphate on zinc and manganese availability to common carp. **Nippon Suisan Gakkaishi**. 58, 539- 545, 1992.

Schwarz, K. K., Furuya, W. M., Natali, M. R. M., Michelato, M., & Gualdezi, M. C. Mananoligossacarídeo em dietas para juvenis de tilápias do Nilo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. 32, 197-203, 2010.

Selle, P., H., Ravindran, V., Partridge, G., G. Beneficial effects of xylanase and/or phytase inclusions on ileal amino acid digestibility, energy utilisation, mineral retention and growth performance in wheat-based broiler diets. **Animal Feed Science and Technology**. 153, 303-313, 2009.

Signor, A., A. Boscolo, W., R. Feiden, A. Signor, A. Triguilho na alimentação da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus* L.): digestibilidade e desempenho. **Ciência Rural**, Santa Maria. 37, 1116-1121, 2007.

Signor, A., Lewandowski, V., Silva, R. A. D., Fries, E. M., & Schuller, J. M. Effect of phytase on digestibility of corn, sorghum and wheat bran by silver catfish (*Rhamdia voulezi*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. 38, 355-359, 2016.

Vohra, A., & Satyanarayana, T. Purification and characterisation of a thermostable and acid-stable phytase from *Pichia anomala*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**. 18, 687–691, 2002.

Vohra, P., Gray, A., Kratzer, F. H. Phytic acid-metal complexes. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.** 120, 449, 1965.

UTILIZAÇÃO SINÉRGICA DE LEVEDURA HIDROLISADA, BUTIRATO DE SÓDIO E ZINCO EM DIETAS PARA JUVENIS DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) SOBRE DESEMPENHO PRODUTIVO

Vitória Daitx de Oliveira¹; Jhonis Ernzen Pessini², Douglas Ismael Cadorin³; Débora Machado Fracalossi⁴

RESUMO

A ração é o insumo que representa o maior custo na produção aquícola; portanto, toda melhora na eficiência reflete nos resultados de todo o sistema produtivo. A utilização de aditivos alimentares com propriedades moduladoras na imunologia e morfologia intestinal podem promover melhores resultados de desempenho e recuperação de eventuais danos no sistema digestório, que é a principal linha de defesa no contexto do consumo de água e alimento. Estes aditivos agem na redução da carga patogênica no trato gastrointestinal, promovendo o desenvolvimento de bactérias benéficas, estimulando a função digestória. O VILIGEN™ (Alltech®, EUA) é um aditivo alimentar composto por zinco, levedura hidrolisada e butirato de sódio, com o propósito de melhorar a saúde intestinal dos animais. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a inclusão do aditivo VILIGEN™ sobre o desempenho produtivo e composição corporal de juvenis de tilápia-do-nylo, *Oreochromis niloticus*. As dietas experimentais continham níveis crescentes de VILIGEN™ 0,00; 0,06; 0,12; 0,24 e 0,48%, sendo cada nível testado em seis repetições. Os peixes foram alimentados com as dietas experimentais durante um período de 60 dias. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão polinomial, ao nível de significância de 5%, para determinação do melhor nível de inclusão de VILIGEN™ nas dietas, em função do desempenho produtivo, composição corporal e retenção proteica. A suplementação de VILIGEN™ nas dietas, independentemente do nível de inclusão, obteve melhores resultados para as variáveis de ganho em peso diário (GPD) e taxa de crescimento específico (TCE) quando comparadas aos peixes alimentados sem o aditivo, com efeito quadrático para estas variáveis ($P < 0,05$). Dentre os níveis de inclusão testados do aditivo alimentar, o tratamento com 0,24% de inclusão apresentou os melhores valores de GPD ($0,85 \text{ g} \pm 0,03$) e taxa de crescimento específico ($5,52 \% \pm 0,05$). Portanto, a inclusão do VILIGEN™ pode ter contribuído para uma melhoria na absorção de nutrientes e integridade intestinal pelos peixes e, conseqüentemente, promovendo o crescimento dos animais.

Palavras-chave: Aditivo alimentar; Aquicultura; Saúde intestinal.

¹Mestranda em Aquicultura e Recursos Pesqueiros pela Universidade Federal de Santa Catarina, Bolsista CAPES;

²Doutorando em Aquicultura e Recursos Pesqueiros pela Universidade Federal de Santa Catarina, Bolsista CAPES;

³Mestrando em Aquicultura e Recursos Pesqueiros pela Universidade Federal de Santa Catarina, Bolsista CNPq;

⁴Professora na Universidade Federal de Santa Catarina.

ABSTRACT

Feed represents the major cost in aquaculture; therefore, any improvement in feed efficiency represents significant results throughout the production system. The feed additives utilization with modulating properties in immunology and intestinal morphology can promote highest fish growth and gut integrity, which is the animal's first defense line. These additives act to reduce the pathogenic load on the gastrointestinal tract, promoting the development of beneficial bacteria, which stimulate the digestive function. VILIGEN™ (Alltech®, USA) is a feed additive composed of zinc, hydrolyzed yeast and sodium butyrate designed to improve animal gut integrity. Thus, the aim of this study was to evaluate the inclusion of the additive VILIGEN™ over growth performance and body composition of Nile tilapia juveniles, *Oreochromis niloticus*. Experimental diets containing increasing levels of VILIGEN™ 0.00; 0.06; 0.12; 0.24 and 0.48%, was tested in six replicates. The fish were fed the experimental diets over 60 days to apparent satiation. The data were submitted to polynomial regression analysis, at 5% significance level, to determine the best inclusion level of VILIGEN™ in the diets, as a function of fish growth performance, body composition and protein retention. VILIGEN™ supplementation in diets, regardless of the inclusion level, had better results for daily weight gain (DWG) and specific growth rate (SGR) when compared to fish fed without the additive, showing quadratic effect for these variables ($P < 0.05$). Among the tested levels of inclusion of the feed additive, the inclusion level of 0.24% presented the highest daily weight gain ($0.85 \text{ g} \pm 0.03$) and specific growth rate values ($5.52\% \pm 0.05$). Therefore, the inclusion of VILIGEN™ may have contributed to improve fish nutrient utilization and intestinal integrity and, thus, promoting animal growth.

Key words: Feed additive; Aquaculture; intestinal health

INTRODUÇÃO

Entre o grupo das espécies de peixes de água doce mais criadas mundialmente, a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das principais, superada apenas pelas carpas (FAO, 2018). A espécie apresenta características altamente favoráveis para aquicultura, tais como: rápido crescimento em altas densidades, boa resistência ao estresse ambiental, rusticidade, fácil reprodução e boa aceitação de sua carne pelos consumidores (WATANABE et al., 2002).

Para atender à demanda do mercado em proteína de origem animal, a aquicultura possui um papel fundamental, pois o consumo de peixe representa quase 20% da ingestão média per capita de proteína animal de 3,2 bilhões de pessoas (FAO, 2018). No entanto, a intensificação da atividade para suprir esta demanda também promove a ação de agentes estressores, os quais induzem imunossupressão, aumentam a susceptibilidade a infecções e enfermidades, levando a um decréscimo no desempenho produtivo (ADEOYE et al., 2016). Ademais, as doenças causadas por

infecções bacterianas nos sistemas de produções são a grande preocupação para indústria aquícola.

Na tentativa de controlar e minimizar estes problemas, muitos produtores utilizam produtos antibióticos de forma errônea, colocando em risco toda a cadeia produtiva, visto que o uso de antibióticos pode provocar o aparecimento de cepas resistentes a esses medicamentos, redução da microbiota benéfica no trato gastrointestinal, além de deixar resíduos no pescado (MUNIR et al., 2016). Atualmente, o uso de antibióticos está proibido em alguns países (DENEV et al., 2009) e a busca por novas estratégias para melhorar e proteger os peixes tornou-se um fator essencial à indústria aquícola, já que seu crescimento depende em grande parte da integridade e saúde intestinal (LI et al., 2017).

O intestino é um órgão com grande variedade de funções e enorme complexidade. Sua função clássica é a digestão dos alimentos ingeridos por meio de enzimas e fermentação microbiana, possibilitando a absorção de nutrientes essenciais pelo organismo (CELI et al., 2017). Além disso, o intestino é considerado o maior órgão imunológico (FENG et al., 2015), pois atua como uma barreira física e química, constituindo-se na primeira linha de defesa contra microrganismos patogênicos presentes na água ou alimento (TRAN-NGOC et al., 2016).

Diante disso, o desenvolvimento de aditivos alimentares funcionais e nutracêuticos, visando melhorar a saúde intestinal, são essenciais na indústria da nutrição animal (PLUSKE; TURPIN; KIM, 2018). Estes aditivos agem na redução da carga patogênica no trato gastrointestinal, promovendo o desenvolvimento de bactérias benéficas e estimulando a função digestória.

O VILIGEN™ (Alltech®, EUA) é um aditivo alimentar composto por zinco, levedura hidrolisada e butirato de sódio, desenvolvido com o propósito de melhorar saúde e integridade intestinal e, conseqüentemente, o desempenho dos animais. Zinco é um oligoelemento essencial em dietas para peixes, atuando: como promotor de crescimento, na proliferação celular, no sistema imunológico e na defesa contra danos oxidativos (KUMAR et al., 2018). Já as leveduras são utilizadas na nutrição de diversas espécies animais, pelo alto teor de proteína, energia e micronutrientes, bem como a presença de compostos nutracêuticos (β -glucanos, mananoligossacarídeos e nucleotídeos) que colaboram com crescimento e a saúde do animal (SHURSON, 2018). Além disso, ativam funções imunológicas do sistema inato, como a fagocitose,

a atividade da lisozima e liberação de citocinas (VELAZQUEZ-CARRILES, 2018). Por fim, o butirato de sódio é um importante ácido orgânico de cadeia curta, fornece energia às células epiteliais, promove a absorção de água e mantém o equilíbrio da microbiota intestinal (JIANG et al., 2018). A avaliação do efeito sinérgico da combinação destes três elementos ainda não foi testada em dietas para peixes. Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar a inclusão do aditivo VILIGEN™ sobre o desempenho produtivo e composição corporal de juvenis de tilápia-do-nilo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Dietas experimentais

Cinco dietas experimentais foram formuladas com ingredientes práticos para atender às exigências nutricionais da espécie em estudo (FURUYA, 2010; NRC, 2011). As dietas, isonitrogenadas e isoenergéticas, contiveram níveis de inclusão crescentes de VILIGEN™: 0,00; 0,06; 0,12; 0,24 e 0,48% (Tabela 1). Para manter a composição nutricional similar em todas as dietas, o aditivo alimentar entrou em substituição ao milho.

Tabela 1. Formulação e composição centesimal das dietas experimentais.

Ingredientes ¹	Níveis de inclusão do VILIGEN™, %				
	0,00	0,06	0,12	0,24	0,48
Milho	43,29	43,23	43,17	43,05	42,81
Farelo de soja	36,60	36,60	36,60	36,60	36,60
Farinha vísceras aves	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50
Premix vitamínico-mineral ²	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Hidroxitolueno butilado	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cloreto de colina	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
VILIGEN™	0,00	0,06	0,12	0,24	0,48
Composição centesimal, % na matéria seca					
Proteína bruta	36,52	36,59	36,56	36,89	36,78
Proteína digestível ³	30,30	30,30	30,30	30,30	30,30
Energia bruta (kcal kg ⁻¹)	4.600	4.658	4.521	4.574	4.530
Extrato etéreo	7,51	7,11	7,47	6,97	7,56
Matéria mineral	5,74	5,38	5,68	5,63	5,62

¹Milho fornecido pela Agrotterra (Florianópolis, Santa Catarina, Brasil). Farelo de soja, 48% proteína bruta, fornecido por Nicoluzzi Rações Ltda. (Penha, Santa Catarina, Brasil). Farinha de vísceras de aves, 68% proteína bruta, fornecida por Kabsa S.A. (Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil). VILIGEN™ produzido pela Alltech Inc. (Nicholasville, Kentucky, EUA). ²Cargill (Campinas, São Paulo, Brasil). Níveis de garantia por kg de produto: ácido fólico 420 mg, ácido pantotênico 8333 mg, BHT 25.000 mg, biotina 134 mg, sulfato de cobalto 27 mg, sulfato de cobre 1833 mg, sulfato ferroso 8000 mg, iodato de cálcio 92 mg, sulfato de manganês 3500 mg, niacina 8,333 mg, selenito 100 mg, vitamina (vit.) A 1,666,670 UI, vit. B₁ 2083 mg, vit. B₁₂ 5000 µg, vit. B₂ 4166 mg vit. B₆ 3166 mg, equivalente a ácido ascórbico 66,670 mg, vit. D₃ 666.670 UI, vit. E 16,666 UI, vit. K₃ 833 mg, sulfato de zinco 23,330 mg, inositol 50.000 mg, propionato de cálcio 250.000 mg. ³Estimada com base no proposto por Furuya (2010).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para confecção das rações, os ingredientes foram analisados quanto à composição centesimal e conteúdo energético, posteriormente moídos a 1 mm em um moinho de martelo e peneirados manualmente em peneiras de 0,5 mm. Em seguida, pesados em balança semi-analítica, misturados e homogeneizados, conforme as respectivas formulações. Após este processo, a umidade foi ajustada até atingir 23%, para que a mistura fosse processada em uma extrusora piloto de rosca única (MX40, INBRAMAQ, Ribeirão Preto, Brasil). Após o processo de extrusão, as rações foram secas em estufa de ventilação forçada, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -20 °C.

2.2 Ensaio de dose-resposta

Utilizaram-se juvenis de tilápia-do-nilo da linhagem GIFT, invertidos sexualmente para machos, adquiridos de uma piscicultura comercial (Piscicultura Pomerode, Pomerode, SC). Os tanques de recepção dos peixes e do ensaio de dose-resposta foram conectados a dois diferentes sistemas de recirculação, ambos com controle de temperatura (28 °C), aeração constante, filtragem mecânica e biológica.

Os peixes inicialmente foram estocados em três tanques de 1000 L para aclimação às condições laboratoriais, sendo alimentados com a dieta controle, sem a adição do VILIGEN™, durante o período de sete dias. Posteriormente, os peixes foram transferidos para 30 unidades experimentais (n=6), com capacidade de 200 L, com uma vazão de entrada de água de 40 mL s⁻¹. Cada unidade experimental recebeu 28 peixes, com peso e comprimento inicial de aproximadamente 1,98 g ± 0,03 e 4,83 cm ± 0,03.

As cinco dietas experimentais foram distribuídas aleatoriamente às unidades experimentais, seguindo um delineamento completamente casualizado, com seis repetições para cada dieta. O ensaio experimental teve duração de 60 dias e os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (09h e 16h) até à saciedade aparente. Diariamente foram monitorados e registrados o consumo alimentar e eventuais mortalidades. Além disso, biometrias foram realizadas nos dias 0, 20, 40 e 60. Anteriormente a este manejo, os peixes passaram por um jejum de 24 horas e foram anestesiados com Eugenol®, para posterior pesagem e medição do comprimento, e realização dos cálculos dos índices zootécnicos. Os procedimentos adotados no experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da

Universidade Federal de Santa Catarina (CEUA, UFSC), sob protocolo nº 2200250219.

2.3 Qualidade de água

As variáveis da qualidade da água, como temperatura (28 °C) e oxigênio dissolvido (6,35 mg L⁻¹) foram aferidos diariamente, através de multiparâmetro digital (Hanna Instruments HI-9828). O pH (7,0), amônia total (< 0,1 mg L⁻¹) e nitrito (<0,1 mg L⁻¹) mensurados semanalmente, por meio de kit comercial LabTest (Lagoa santa/Brasil).

2.4 Desempenho zootécnico

A partir da pesagem dos peixes e da quantificação do consumo das dietas, foram calculados os seguintes índices de desempenho:

Ganho em peso (g) - GP = PF - PI

Ganho em peso diário (g) - GPD = (PF - PI) / T

Taxa de crescimento específico (%) - TCE = [(lnPF - lnPI) / T] x 100

Eficiência alimentar – EA = (PF – PI) / C

Sobrevivência (%) - SOB = (NPF / NPI) x 100

Onde:

PF: Peso final (g)

PI: Peso inicial (g)

T: Tempo (dias)

C: Consumo (g)

NPF: Número de peixes final

NPI: Número de peixes inicial

In: Ingestão total de proteína (g)

2.5 Coleta de amostras

Antes do início do ensaio experimental, cinquenta peixes, em triplicata, foram coletados para amostragem da composição corporal inicial. E ao final, foram coletadas amostras de três peixes por unidade experimental para a análise de composição

corporal final. Em ambas as coletas, os peixes foram sacrificados por uma superdose de Eugenol® (200 mg L⁻¹).

2.6 Análises de composição centesimal

As dietas experimentais e as amostras de peixes foram analisadas conforme as normas da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1999). Avaliado umidade, por meio da secagem em estufa a 105°C (método 950.01), extrato etéreo, por Soxhlet, (método 920.39C), proteína bruta, por Kjeldahl (método 945.01), cinzas por incineração em mufla à 550°C (método 942.05).

2.6.1 Retenção proteica

Com base nos dados referentes a composição centesimal inicial e final, e quantificação do consumo de proteína durante o período experimental, foi calculado a taxa de retenção proteica, usando a seguinte fórmula:

$$\text{Retenção proteica (\%)} - \text{RP} = \{[(\text{PF} \times \text{PBf}) - (\text{PI} \times \text{PBi})] / \text{IP}\} \times 100$$

Onde:

PBi: Proteína bruta inicial (g 100 g⁻¹)

PBf: Proteína bruta final (g 100 g⁻¹)

IP: Ingestão total de proteína (g)

2.7 Análises estatísticas

Os dados obtidos relacionados ao desempenho, composição corporal e retenção proteica foram submetidos a análise de regressão polinomial para determinação do melhor nível de inclusão de VILIGEN™ nas dietas, em função das variáveis avaliadas. O nível de significância adotado foi de 5% para todos os testes. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com auxílio do *software* STATISTICA 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, EUA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suplementação de VILIGEN™ nas dietas, independentemente do nível de inclusão, obteve melhores resultados para as variáveis de ganho em peso, ganho em peso diário e taxa de crescimento específico, quando comparadas aos peixes alimentados sem o aditivo, com efeito quadrático para essas variáveis (P<0,05)

(Tabela 2). Não houve influência da utilização do aditivo na dieta para as variáveis eficiência alimentar e sobrevivência ($P > 0,05$). A partir da equação polinomial, foi estimado o melhor nível de inclusão, que proporciona melhores respostas às variáveis de ganho em peso diário e taxa de crescimento específico, sendo 0,28% a suplementação determinada de VILIGEN™ (Figura 1).

Dentre os níveis de inclusão testado do aditivo alimentar, o tratamento com 0,24% apresentou os melhores valores de ganho em peso diário ($0,85 \text{ g} \pm 0,03$) e taxa de crescimento específico ($5,52\% \pm 0,05$), representando um aumento de 7,60%, para ganho em peso diário quando comparado ao tratamento sem inclusão do aditivo.

Tabela 2. Índices de desempenho de juvenis de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de VILIGEN™ (média \pm desvio padrão).

Variáveis	Níveis de inclusão do Viligen (%)					P valor
	0	0,06	0,12	0,24	0,48	
PI ¹ (g)	1,96 \pm 0,03	1,97 \pm 0,04	2,00 \pm 0,03	1,98 \pm 0,02	1,98 \pm 0,04	-
PF ² (g)	48,45 \pm 1,41	50,46 \pm 1,47	50,43 \pm 0,80	52,21 \pm 1,59	50,50 \pm 1,44	0,005*
GP ³ (g)	46,49 \pm 1,42	48,49 \pm 1,46	48,43 \pm 0,79	50,23 \pm 1,43	48,52 \pm 1,43	0,005*
GPD ⁴ (g)	0,79 \pm 0,02	0,82 \pm 0,02	0,82 \pm 0,01	0,85 \pm 0,03	0,82 \pm 0,02	0,005*
EA ⁵	0,90 \pm 0,02	0,93 \pm 0,01	0,87 \pm 0,02	0,91 \pm 0,02	0,89 \pm 0,02	0,710
TCE ⁶ (%)	5,44 \pm 0,06	5,49 \pm 0,05	5,47 \pm 0,02	5,52 \pm 0,05	5,49 \pm 0,06	0,02*
SOB ⁷ (%)	88,57 \pm 8,00	92,86 \pm 2,86	95,14 \pm 3,14	92,26 \pm 6,55	93,45 \pm 4,17	0,460

*Efeito quadrático; ¹Peso inicial; ²Peso final; ³Ganho em peso; ⁴Ganho em peso diário; ⁵Eficiência alimentar; ⁶Taxa de crescimento específico; ⁷Sobrevivência.

Fonte: Elaborado pelos autores.

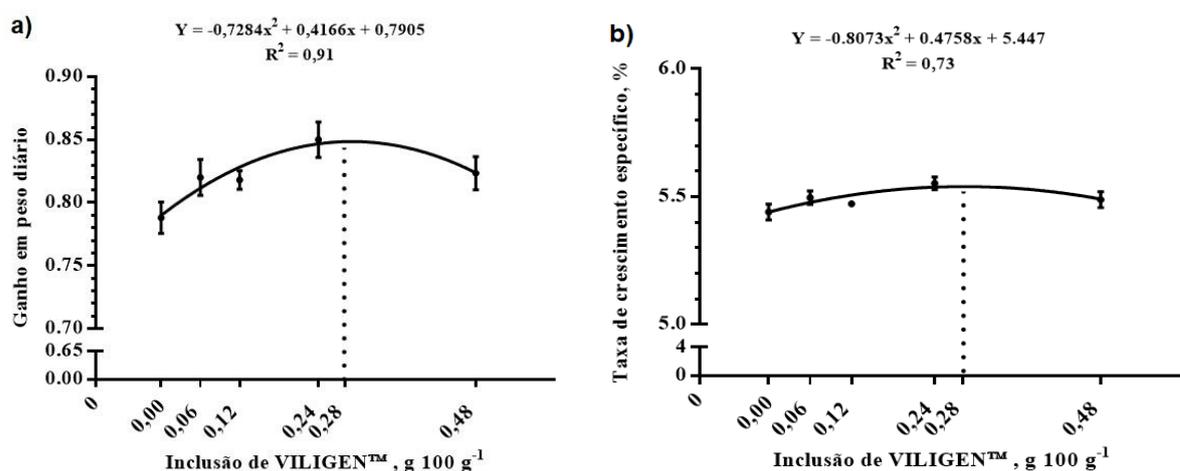


Figura 1. Ganho em peso diário (a) e taxa de crescimento específico (b) de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de VILIGEN™.

Os resultados do presente estudo corroboram com Jesus et al. (2019), que verificaram que larvas de tilápias alimentadas com dietas suplementadas com butirato

de sódio apresentaram melhor desempenho e conversão alimentar. Assim como, para El-naby et al. (2019), com juvenis da mesma espécie, foi observado um aumento nas variáveis de ganho em peso e taxa de crescimento específico, quando suplementado com butirato de sódio.

Em peixes, esse composto tem sido muito estudado por seus efeitos positivos no desempenho e utilização de nutrientes (OMOSOWONE et al., 2015; NG et al., 2015). O butirato de sódio estimula o crescimento da microbiota benéfica (ABU ELALA; RAGAA, 2015) e tem a capacidade de reduzir a carga de bactérias patogênicas intestinais (ABDEL-MOHSEN et al., 2018). Essa regulação do equilíbrio na flora pode estar associado ao aumento da secreção de enzimas digestivas no intestino dos peixes, resultando em maior digestibilidade, absorção e utilização de nutrientes, desse modo proporcionando melhorias no crescimento dos peixes (KHAJEPOUR; HOSSEINI, 2012 ; HOSEINIFAR et al., 2017).

Adicionalmente, o aditivo alimentar é composto por levedura hidrolisada, conhecida por ter propriedades imunomoduladoras, favorece também a predominância de bactérias intestinais benéficas (VAZQUEZ et al., 2006; VOS et al., 2007; RINGO et al., 2010). Assim, sugere-se que a utilização sinérgica de levedura hidrolisada com butirato de sódio favorecem a absorção e utilização dos nutrientes da dieta, refletindo positivamente no crescimento dos peixes.

Os dados referentes à composição centesimal da carcaça e taxa de retenção proteica dos peixes alimentados com as dietas experimentais estão sumarizados na Tabela 3. Não houve influência significativa das dietas sobre a composição centesimal da carcaça dos peixes nas variáveis de umidade, lipídios e cinzas ($P > 0.05$), corroborando com o estudo de El-naby et al. (2019) com juvenis de tilápia-do-nilo. Por outro lado, Abdel-Mohsen et al. (2018) verificaram que a alimentação com dietas suplementadas de butirato de sódio, para robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*) aumentou significativamente o conteúdo de proteínas e proporcionou reduções significativas no teor lipídico dos peixes quando comparado aos peixes alimentados sem a inclusão desse ácido orgânico. Segundo os autores, Smith (1981) e Abdel-Tawwab (2006), as flutuações no conteúdo de proteínas e lipídios no corpo dos peixes estão ligadas a alterações em sua síntese, taxa de deposição no músculo e/ou taxas de crescimento diferentes.

A composição corporal proteica e retenção proteica de juvenis de tilápia-do-nylo foram influenciadas pelos tratamentos ($P < 0.05$) (Figura 2), apresentando comportamento quadrático. Para a proteína corporal, o menor teor proteico foi verificado nos peixes alimentados com as dietas contendo 0,24% do aditivo, e o maior observado no tratamento sem a inclusão do aditivo. Com relação à retenção proteica, o maior valor observado foi nos peixes alimentados sem a inclusão do aditivo, e menor observado nas dietas contendo 0,12% de VILIGEN™.

Verificou-se ligeira diminuição na composição proteica corporal e retenção proteica dos peixes alimentados com VILIGEN™ na dieta. Entretanto, esta diferença entre os tratamentos pode ser considerada baixa, visto que foi menor que 4% entre o maior teor proteico da carcaça, peixes do grupo controle, e o menor teor proteico, observado nos peixes alimentados contendo 0,12% do aditivo alimentar.

Tabela 3. Composição corporal e taxa de retenção proteica de juvenis de tilápias-do-Nilo alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de VILIGEN™ (média \pm desvio padrão).

Variáveis	Níveis de inclusão do Viligen (%)					P valor
	0	0,06	0,12	0,24	0,48	
Umidade	69,06 \pm 0,70	68,81 \pm 0,60	69,47 \pm 0,42	69,95 \pm 0,78	68,86 \pm 0,86	0,18
Proteína	16,17 \pm 0,27	15,75 \pm 0,30	15,52 \pm 0,39	15,33 \pm 0,05	15,86 \pm 0,48	0,01*
Lipídios	11,90 \pm 0,43	12,45 \pm 0,37	12,26 \pm 0,57	11,52 \pm 0,63	12,48 \pm 0,78	0,71
Cinzas	2,85 \pm 0,16	2,93 \pm 0,13	2,81 \pm 0,13	2,72 \pm 0,16	2,83 \pm 0,15	0,75
RP ¹	40,44 \pm 0,82	40,32 \pm 0,92	37,03 \pm 1,56	38,03 \pm 0,76	39,44 \pm 1,57	0,04*

*Efeito quadrático; ¹Retenção proteica.

Fonte: Elaborado pelos autores.

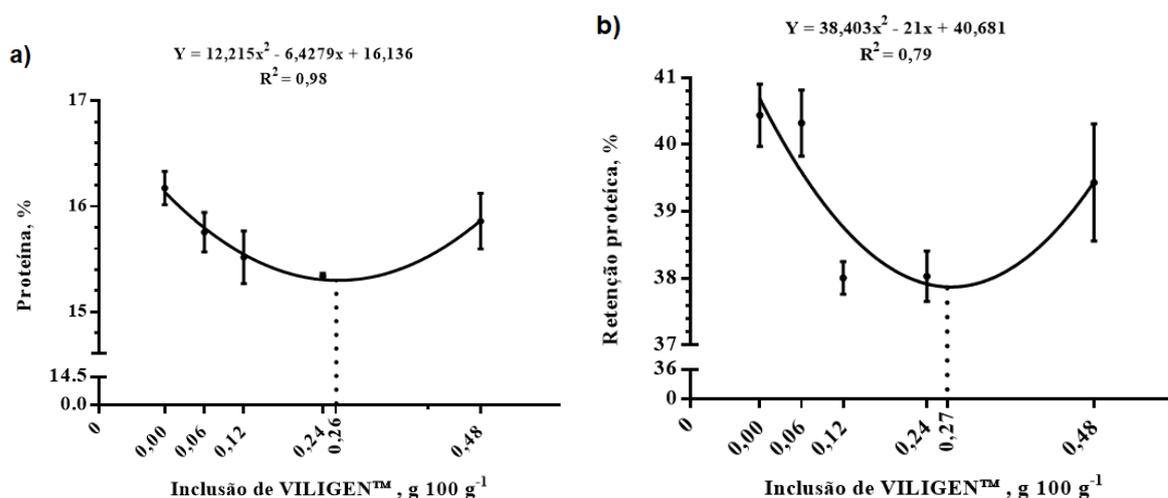


Figura 2. Conteúdo proteico corporal (a) e retenção proteica corporal (b) de tilápias-do-nylo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de VILIGEN™.

4. CONCLUSÃO

O estudo do efeito de aditivos alimentares funcionais e nutracêuticos, visando melhorar a saúde intestinal e o desempenho dos peixes, é importante para aprimorar os pacotes tecnológicos das espécies de interesse aquícola. Esse é o primeiro trabalho avaliando a inclusão do VILIGEN™ para peixes, e o mesmo demonstrou a eficiência de sua suplementação em dietas para tilápia-do-nilo.

Diante disto, podemos concluir que a utilização do VILIGEN™ em dietas para juvenis de tilápia apresentou resultados positivos, sendo a inclusão de 0,24% a recomendada para obtenção de melhores valores de ganho em peso diário e taxa de crescimento específico. A fim de contribuir ainda mais com informações para o setor produtivo, outros estudos podem ser feitos para avaliação desse aditivo sobre a morfologia e microbiota intestinal, permitindo um melhor entendimento do seu mecanismo de ação.

5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ABDEL-MOHSEN, H. H.; WASSEF, E. A.; EL-BERMAWY, N. M.; ABDEL-MEGUID, N. E.; SALEH, N. E.; BARAKAT, K. M.; SHALTOUT, O. E. Advantageous effects of dietary butyrate on growth, immunity response, intestinal microbiota and histomorphology of European Seabass (*Dicentrarchus labrax*) fry. **Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries**, v. 22, n. 4, p. 93-110, 1 set. 2018.

ABDEL-TAWWAB M.; KHATTAB, Y. A.E.; HAMAD, M. H.; SHALABY, A.M.E. Compensatory growth, feed utilization, whole-body composition, and hematological changes in starved juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Journal of Applied Aquaculture**, v. 18, p. 17-36, 2006.

ABU ELALA, N.M.A.; RAGAA, N.M. Eubiotic effect of a dietary acidifier (potassium diformate) on the health status of cultured *Oreochromis niloticus*. **Journal of Advanced Research**, v. 6, p. 621–629, 2015.

ADEOYE, A. A.; YOMLA, R.; JARAMILLO-TORRES, A.; RODILES, A.; MERRIFIELD, D.L.; SIMON, J.D. Combined effects of exogenous enzymes and probiotic on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth, intestinal morphology and microbiome. **Aquaculture**, v. 463, p. 61-70, out. 2016.

A.O.A.C. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, 1999.

CELI, P.; COWIESON, A. J.; FRU-NJI, F.; STEINERT, R. E.; KLUENTER, A. -M; VERLHAC, V. Gastrointestinal functionality in animal nutrition and health: New opportunities for sustainable animal production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 234, p. 88-100, dez. 2017.

DENEV, S., STAYKOV, Y., MOUTAFCHIEVA, R., BEEV, G. Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of probiotics and prebiotics in finfish aquaculture. **International Aquatic Research**, v. 1, p. 1-29, 2009.

EL-NABY, A. S. A.; KHATTABY, A. E. A.; SAMIR, F.; AWAD, S. M. M.; ABDEL-TAWWAB, M. Stimulatory effect of dietary butyrate on growth, immune response, and resistance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* against *Aeromonas hydrophila* infection. **Animal Feed Science and Technology**, v. 254, jul. 2019.

FAO. 2018. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals**. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

FENG, L.; WEN, L.; YANG, L.; WEI-DAN, J.; SHENG-YAO, K.; JUN, J.; LING, T.; PEI, W.; WU-NENG, T.; YONG-AN, Z.; XIAO-QIU, Z. Dietary phenylalanine-improved intestinal barrier health in young grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) is associated with increased immune status and regulated gene expression of cytokines, tight junction proteins, antioxidant enzymes and related signalling molecules. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 45, n. 2, p. 495-509, ago. 2015.

FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100 p.

HOSEINIFAR, S. H.; SUN, Y.; CAIPANG, C. M. Short-chain fatty acids as feed supplements for sustainable aquaculture: an updated view. **Aquaculture Research**, v. 48, n. 4, p.1380-1391, 30 nov. 2016.

JESUS, G. F. A.; PEREIRA, S. A.; OWATARI, M. S.; SYRACUSE, N.; SILVA, B. C.; SILVA, A.; PIERRI, B. S.; LEHMANN, N. B.; FIGUEIREDO, H. C. P.; FRACALOSSO, D. M.; MOURIÑO, J. L. P.; MARTINS, M. L. Protected forms of sodium butyrate improve the growth and health of Nile tilapia fingerlings during sexual reversion. **Aquaculture**, v. 499, p.119-127, jan. 2019.

JIANG, L.; FU, H.; YANG, H. K.; XU, W.; WANG, J.; YANG, S. Butyric acid: Applications and recent advances in its bioproduction. **Biotechnology Advances**, v. 36, n. 8, p. 2101-2117, dez. 2018.

KHAJEPOUR, F.; HOSSEINI, S. A. Citric acid improves growth performance and phosphorus digestibility in Beluga (*Huso huso*) fed diets where soybean meal partly replaced fish meal. **Animal Feed Science and Technology**, v. 171, n. 1, p. 68-73, jan. 2012.

KUMAR, N.; KRISHNANI, K. K.; KUMAR, P.; KUMAR, A. J.; KUMAR, S. G.; SINGH, N.P. Dietary zinc promotes immuno-biochemical plasticity and protects fish against multiple stresses. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 62, p. 184-194, mar. 2017.

LI, S.; JIANG, W.; FENG, L. LIU, Y.; WU, P.; JIANG, J.; KUANG, S.; TANG, L.; TANG, W.; ZHANG, Y.; TANG, X.; SHI, H.; ZHOU, X. Dietary myo -inositol deficiency decreased the growth performances and impaired intestinal physical barrier function partly relating to nrf2, jnk, e2f4 and mlck signaling in young grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Fish & Shellfish Immunology**, v. 67, p. 475-492, ago. 2017.

MUNIR, M. B.; HASHIM, R.; HOK CHAI, Y.; MARSH, T. L.; MOHD NOR, S. A. Dietary prebiotics and probiotics influence growth performance, nutrient digestibility and the expression of immune regulatory genes in snakehead (*Channa striata*) fingerlings. **Aquaculture**, v. 460, p. 59-68, 1 jul. 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2011.

NG, W.; KOH, C.; SUDESH, K.; SITI-ZAHRAH, A. Effects of dietary organic acids on growth, nutrient digestibility and gut microflora of red hybrid tilapia, *Oreochromis sp.*, and subsequent survival during a challenge test with *Streptococcus agalactiae*. **Aquaculture Research**, v. 40, n. 13, p.1490-1500, set. 2009.

OMOSOWONE, O.; DADA, A.; ADEPARUSI, E. Effects of dietary supplementation of fumaric acid on growth performance of African catfish *Clarias gariepinus* and *Aeromonas sobria* challenge. **Croatian Journal of Fisheries**, v. 73, n. 1, p.13-19, 2015.

PLUSKE, J. R.; TURPIN D. L.; KIM J. Gastrointestinal tract (gut) health in the young pig. **Animal Nutrition**, v. 4, n. 2, p. 187-196, jun. 2018.

RINGØ, E.; OLSEN, R. E.; GIFSTAD, T. Ø.; DALMO, R.A.; AMLUND, H.; HEMRE, G.-I.; BAKKE, A.M. Prebiotics in aquaculture: a review. **Aquaculture Nutrition**, v. 16, n. 2, p. 117-136, abr. 2010.

SMITH, M. A. K. Estimation of growth potential by measurement of tissue protein synthetic rates in feeding and fasting rainbow trout, *Salmo gairdnerii* Richardson. **Journal of Fish Biology**, v. 19, n. 2, p. 213-220, ago. 1981.

SHURSON, G. C. Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: Sources, characteristics, animal responses, and quantification methods. **Animal Feed Science and Technology**, v. 235, p. 60-76, jan. 2018.

TRAN-NGOC, T. K.; DINH, T. N., NGUYEN, T. H.; ROEM, A. J.; SCHRAMA, J. W.; VERRETH, J. A. J. Interaction between dissolved oxygen concentration and diet composition on growth, digestibility and intestinal health of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 462, p. 101-108, set. 2016.

VELAZQUEZ-CARRILES, C.; MACIAS-RODRIGUEZ, M. E., CARBAJAL-ARIZAGA, G. G.; SILVA-JARA, J.; ANGULO, C.; REYES-BECERRIL, M. Immobilizing yeast β -glucan on zinc-layered hydroxide nanoparticle improves innate immune response in fish leukocytes. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 82, p. 504-513, nov. 2018.

VAZQUEZ, M.J., ALONSO, J.L., DOMINGUEZ, H., PARAJO, J.C. Enhancing the potential of oligosaccharides from corncob autohydrolysis as prebiotic food ingredients. **Industrial Crops and Products**, v. 24, p. 152–159, 2006.

VOS, A.P., M'RABET, L., STAHL, B., BOEHM, G., GARSSSEN, J. Immune-modulatory effects and potential working mechanisms of orally applied nondigestible carbohydrates. **Critical Reviews™ In Immunology**, v. 27, n. 2, p.97-140, 2007.

WATANABE, W. O.; LOSORDO, T. M.; FITZSIMMONS, K.; HANLEY, F. Tilapia Production Systems in the Americas: Technological Advances, Trends, and Challenges. **Reviews in Fisheries Science**, v. 10, n. 3–4, p. 465–498, 24 jul. 2002.

BIOMASSA DE MICROALGAS EM RAÇÃO PARA PEIXES: AVANÇOS E DESAFIOS

Rafael de Oliveira Jaime Sales

RESUMO

A ração é uma das peças chave no sucesso do desempenho dos organismos cultivados, também contribui com grande parte dos custos nos empreendimentos aquícolas. Por isso, a formulação das rações está continuamente sendo reavaliada e ajustada. Assim são procurados ingredientes alternativos e sustentáveis para substituir farinha e óleo de peixe e aditivos que melhoram a performance zootécnica dos organismos cultivados. Neste contexto, as microalgas são consideradas fontes alternativas de proteínas, lipídios, pigmentos naturais, antioxidantes, vitaminas, entre outros. Neste capítulo serão mostradas algumas das principais microalgas utilizadas e estudadas como ingredientes para ração de peixes (*Schizochytrium* sp., *Spirulina platensis*, *Arthrospira maxima*, *Haematococcus* sp. e *Nannochloropsis* sp.), mostrando exemplos de sucesso, motivos do insucesso do uso da biomassa como alimento e serão indicados os entraves para a utilização das microalgas nas rações e as perspectivas para essa área. Atualmente, poucas espécies de microalgas são comercialmente usadas para a formulação de rações. Com a evolução das técnicas de cultivo, diminuindo o custo de produção da biomassa, e a escassez e o encarecimento dos ingredientes tradicionais, é provável que em alguns anos as microalgas se tornem ingredientes comuns em rações para organismos aquáticos.

Palavras-chave: Ingredientes alternativos; Ração; Sustentabilidade; Óleo de peixe; Farinha de peixe

ABSTRACT

Aquafeeds are one of the key pieces concerning the success of the growth performance of cultivated organisms, also is one of the most significant source of costs in aquaculture farms. Therefore, feed formulation is continually being re-evaluated and adjusted. There is also a constant pursuit for alternative and sustainable ingredients to replace fish meal and oil and as additives that improve the zootechnical performance of the cultivated organisms. In this context, microalgae are considered an alternative source of proteins, lipids, natural pigments, antioxidants, vitamins, among others. This chapter will show cases of some microalgae species that have been used and studied as ingredients for fish feed (*Schizochytrium* sp., *Spirulina platensis*, *Arthrospira maxima*, *Haematococcus* sp. and *Nannochloropsis* sp.). Also, will be addressed the bottlenecks to the use of microalgae in the diets and the perspectives for this area. Currently, few microalgae species are commercially used for feed formulation. The expectation of improvements on cultivation techniques, reduction of biomass production cost and the increase in the price and scarceness of traditional feed ingredients make it likely that, in some years from now, microalgae biomass would become a common ingredient for aquafeeds.

Key-words: Alternative ingredients; Aquafeeds; Sustainability; Fish oil; Fishmeal

INTRODUÇÃO

A produção mundial de pescado aumenta anualmente, sendo que a aquicultura tem se destacado em relação à pesca nas últimas décadas. Dentre os principais produtos da aquicultura estão os peixes e crustáceos (dulcícolas e marinhos), ambos grupos de organismos aquáticos dependem de arraçoamento, uma consequência disso é o aumento da produção de ração. Estima-se que entre os anos de 1995 e 2015, a produção industrial de ração aumentou seis vezes, passando de 8 para 48 toneladas (FAO, 2018).

Dois dos principais ingredientes das rações, tanto pelo seu alto custo quanto pela importância nutricional, são a farinha e o óleo de peixe. Estes ingredientes são obtidos de resíduos da indústria de pescado ou da pesca de pequenos peixes pelágicos, como anchovas. Esta prática não é sustentável, uma vez que os estoques pesqueiros estão sobre-explotados, aumentando consideravelmente o preço desses produtos. Dessa forma, a porcentagem de inclusão de ingredientes de pescado está diminuindo à medida que ingredientes alternativos são introduzidos nas rações (TACON; METIAN, 2008). Segundo dados da FAO (2018), a porcentagem de farinha e óleo de peixe diminuíram de 65 para 24% e de 19 para 11%, respectivamente, entre os anos de 1990 e 2013.

Há décadas atrás, os ingredientes de pescado representavam a maior porcentagem das rações e a tendência para o futuro é que os ingredientes de origem vegetal (fontes de proteínas e lipídios) estejam em maior quantidade. Além disso, novos ingredientes estão sendo pesquisados como fonte alternativa de proteínas e lipídios, mas também aditivos que contribuam para melhoria da performance zootécnica e qualidade da carne produzida. Um desses ingredientes em potencial é a biomassa de microalgas.

As microalgas compreendem um diverso grupo de organismos aquáticos, unicelulares e fotossintetizantes. Esses organismos produzem diversos compostos bioativos de interesse econômico e nutricional, como proteínas, lipídios, carotenoides, ficobilinas, esteróis, polissacarídeos entre outros que podem ser usados para alimentação humana e animal, biocombustíveis e fármacos (BENEMANN, 2013; BOROWITZKA, 2013). Além disso, por serem organismos muito simples, as microalgas apresentam alta produtividade e rendimento de lipídios. Pode-se produzir, por exemplo, cerca de 45 - 60 t (ha-ano)⁻¹ de biomassa seca ou 10.000 - 13.500 L óleo

(ha-ano)⁻¹, aproximadamente duas vezes a produtividade do óleo de palma (BENEMANN, 2013). O cultivo das microalgas pode ser realizado em áreas não aráveis como desertos e regiões de solos salinos e usar água salgada (para espécies marinhas). Ainda, efluentes podem ser usados como fonte de nutrientes para a cultura, diminuindo assim a competição com a agricultura por espaço, água e de certa forma por fertilizantes. Uma vantagem do óleo de microalgas em relação ao de vegetais é a presença de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (LC-PUFAs); estes são considerados essenciais, uma vez que não são sintetizados eficientemente pelos organismos, e por isso devem ser adquiridos através da dieta.

1.1 Potenciais espécies de microalgas como ingredientes alternativos

A composição bioquímica da biomassa de microalgas (proteínas, lipídios, pigmentos, etc.) depende da espécie e pode ser modulada de acordo com a forma de cultivo, ou seja, os nutrientes do meio de cultura, salinidade, temperatura, fotoperíodo e também podem ser alterados de acordo com a fase de cultivo. Quando a cultura encontra-se em crescimento (fase exponencial) apresenta melhor proporção entre os nutrientes, enquanto que na fase de estabilização do crescimento ou senescência, de forma geral, as microalgas acumulam mais lipídios, principalmente ácidos graxos saturados ou monoinsaturados. Sabendo disso, a escolha da espécie de microalga e da forma de cultivo é o passo inicial na avaliação do potencial de inclusão da biomassa em rações.

1.1.1. *Schizochytrium* sp.

O ácido docosaenoico (DHA, 22:6 n-3) é considerado um ácido graxo essencial e está presente no óleo de peixe. A microalga *Schizochytrium* sp. da família Thraustochytriaceae, produz DHA em grande quantidade (>20% g g⁻¹ peso seco (PS)) e por isso tem sido estudada para a substituição do óleo de peixe. Além da alta porcentagem de DHA na biomassa, esse grupo de microalgas é cultivado em sistema heterotrófico, o qual permite atingir alta densidade de cultivo (40 - 60 g L⁻¹), mais de vinte vezes a densidade alcançada em cultivos fotoautotróficos, já que o metabolismo heterotrófico é mais eficiente que o fotossintético e o crescimento das culturas não é limitado pela luz (LEE, 2004).

Atualmente existem produtos comercialmente disponíveis de *Schizochytrium* sp. AlgaMac-3050 (Aquafauna Bio-Marine Incorporated, Hawthorne, California, USA) e ALL-G-RICH™ (Alltech, Nicholasville, KY, USA). Além da alta produtividade do cultivo dessas microalgas, elas são cultivadas em fermentadores, semelhantes aos equipamentos usados para cultivo de leveduras, assim, a disponibilidade de tecnologia para produção em larga escala torna seu cultivo mais rentável. Outra característica interessante dessas microalgas é a alta digestibilidade, podendo ser incluída na ração na forma de biomassa liofilizada, sem a necessidade de processamento (SARKER et al., 2016).

A inclusão da biomassa desse grupo de microalgas, em baixas taxas (1–5% PS), foi estudada e os resultados de desempenho zootécnico dos organismos cultivados foram promissores (BRIGNOL et al., 2019; KISSINGER; GARCÍA-ORTEGA; TRUSHENSKI, 2016; NOBREGA et al., 2019). Da mesma forma, a substituição parcial (40%) do óleo de peixe em dietas para garoupa *Epinephelus lanceolatus* resultou em desempenho zootécnico semelhante à dieta controle (100% óleo de peixe) (GARCIA-ORTEGA; KISSINGER; TRUSHENSKI, 2016).

A impossibilidade de substituir completamente o óleo de peixe pela biomassa dessas microalgas se dá pela limitação do conteúdo de outros ácidos graxos essenciais, como o ácido eicosapentaenoico (EPA, 20:5 n-3), uma vez que sua biomassa contém basicamente DHA.

1.1.2. Spirulina

As microalgas *Spirulina platensis* e *Arthrospira maxima* têm sido estudadas como fonte alternativa de proteínas. Seu conteúdo de proteínas pode chegar a 65% da biomassa seca (HU, 2004) além disso, elas produzem uma série de compostos de alto valor nutricional, como ácidos graxos essenciais, carotenoides, ficobiliproteínas e vitaminas. A ficocianina é um pigmento de coloração azulada produzido por essas microalgas que atua como um potente antioxidante e tem sido estudado para o combate de câncer.

As microalgas do gênero *Arthrospira* são comumente encontradas em rações para peixes ornamentais (marinhos e dulcícolas). Essas microalgas apresentam proteína de alta digestibilidade, por isso os resultados de estudos de substituição parcial de farinha de pescado pela biomassa de *Spirulina* são promissores, mesmo

em altas taxas de substituição (30 – 40%) (OLVERA-NOVOA et al., 1998; SARKER et al., 2016). Outra razão para a inclusão dessas microalgas nas rações, especialmente em rações para peixes ornamentais, é a melhora na coloração da pele pela deposição de pigmentos (KARADAL; GÜROY; TÜRKMEN, 2017).

A Spirulina é cultivada mundialmente principalmente para alimentação humana, é uma microalga rústica e de cultivo simples, não necessita de tecnologias sofisticadas para sua produção e nem colheita, o que torna esse produto economicamente rentável. A dificuldade de utilizá-la em aquicultura é a competição com a indústria farmacêutica e com a alimentação humana.

Mesmo havendo tecnologia de cultivo, a rentabilidade depende do tipo de mercado consumidor, no caso da indústria farmacêutica, a ficocianina é um produto que vale cerca de \$500,00 a 100.000,00 kg⁻¹ (BOROWITZKA, 2013), enquanto os custos de produção da biomassa de Spirulina chegam a \$10.000,00 t⁻¹. Assim, a inclusão dessa biomassa em rações é custosa, por isso seu uso se restringe à rações de alto valor comercial, como as de peixes ornamentais, que, em comparação às de peixes de corte (destinados para alimentação), são normalmente mais caras e requeridas em menor quantidade, sendo viável sua inclusão em pequena quantidade (1 -2% PS) para realçar a cor dos peixes comercializados, uma vez que esse fator influencia diretamente no seu preço de venda.

1.1.3. *Haematococcus* sp.

Os peixes cultivados em cativeiro não apresentam coloração da pele tão vistosa quanto os organismos selvagens que possuem uma dieta mais diversa (FLOS et al., 2002), esse fato impacta na atratividade do produto para o consumidor, sejam eles peixes ornamentais sejam peixes de corte.

O uso de microalgas para melhorar a coloração de peixes ornamentais já foi amplamente estudado, tanto que, atualmente, é encontrado em rótulos de rações, além de Spirulina abordada anteriormente, a microalga *Haematococcus pluvialis* que produz um pigmento de coloração avermelhada chamado astaxantina. Além de contribuir com a melhora da pigmentação da pele, a astaxantina é um potente antioxidante e estimula a produção de vitamina A, tendo potencial para melhorar a capacidade imune dos organismos. Existe comercialmente uma versão sintética da astaxantina natural, no entanto, existem evidências relacionadas ao uso da mesma,

sugerindo que carotenoides sintéticos podem causar carcinogênese, doenças renais e de fígado (GUEDES; AMARO; MALCATA, 2011).

A inclusão de 0,12% de Naturose™ (Cyanotech Corporation, Hawaii, USA) produzido a partir da biomassa de *H. pluvialis* em rações para peixes palhaço *Amphiprion ocellaris* resultou em aumento da pigmentação da pele tanto em relação à dieta sem astaxantina, quanto em comparação à sintética (HOFFMANN, 2016). A inclusão de aproximadamente 0,4% de biomassa de *H. pluvialis* ou de 0,2 e 0,4% do seu extrato em ração para linguado *Paralichthys olivaceus* resultou em aumento da pigmentação da pele e ainda diminuiu o stress oxidativo no músculo (PHAM et al., 2014).

Os salmões selvagens possuem a carne de coloração rosa avermelhada viva pela sua alimentação, e quando cultivados em cativeiro há a necessidade de fornecer os pigmentos que dão essa característica à carne para adequar ao desejo do consumidor. Existem produtos comerciais à base de *Haematococcus* para serem usados em rações para salmões, hoje há um grande debate quanto à real fonte de astaxantina incluída nas rações de salmões, se é natural ou sintética. A realidade é que existem peixes cultivados com os dois tipos de astaxantina. No entanto, a produção de astaxantina sintética é mais barata que a natural, cerca de \$1.000,00 kg⁻¹ e 100.000,00 kg⁻¹, respectivamente, também, a produção da sintética contribui com 95% da disponibilidade total de astaxantina no mercado, conseqüentemente a maior parte dos peixes cultivado são alimentados com o pigmento sintético (LIM et al., 2018). Mas, a verificação da fonte é complexa, especialmente no Brasil, pela dificuldade de rastreabilidade do pescado. Mesmo assim, o aumento da conscientização do consumidor e a busca de produtos mais saudáveis têm menos tem motivado o mercado a buscar alternativas mais saudáveis.

Hoje existem grandes empresas produtoras de astaxantina, Cyanotech Co., Havaí e Algal Technologies, Israel, dessa forma os altos custos de produção e a competição com a indústria farmacêutica limitam o uso dessa microalga para a formulação de rações de peixes (BOROWITZKA, 2013). A porcentagem de inclusão de astaxantina nas rações é de valores inferiores à 100 mg kg⁻¹. Os peixes com potencial para inclusão dessa biomassa são peixes de alto valor comercial, como os ornamentais ou peixes de corte como salmões e trutas.

1.1.4. *Nannochloropsis* sp.

As microalgas marinhas do gênero *Nannochloropsis* são rústicas ao cultivo, tolerando o cultivo massivo em diferentes sistemas de cultivo, são resistentes à ampla variação de temperatura, salinidade, apresentam alta taxa de crescimento e alto teor de lipídios, em especial o ácido graxo essencial EPA (BORGES et al., 2007; ROSELET et al., 2013). Esta espécie é candidata para a produção de biocombustíveis e atualmente é usada em aquicultura para cultivo de zooplâncton e larvicultura de peixes marinhos em água verde. Por estas razões as microalgas do gênero *Nannochloropsis* apresentam potencial como ingrediente alternativo em rações para peixes.

A desvantagem dessa microalga é sua baixa digestibilidade; a composição da sua membrana celular é complexa, composta por uma porção externa com extensões de composição ainda não identificada, uma mais interna de algaenan, um hidrocarboneto de cadeia longa (C30) resistente à hidrólise, em sequência uma espessa camada de celulose e, por fim, a membrana plasmática (SCHOLZ et al., 2014). Dessa forma, diversos estudos apontam para a necessidade de realizar algum pré-tratamento da biomassa, físico e/ou químico, antes da sua utilização para aumentar a bioacessibilidade dos nutrientes (CAVONIUS; ALBERS; UNDELAND, 2016). Em dietas para juvenis de Tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, a substituição parcial de farinha de peixe por biomassa de *N. oculata*, resultou na redução da digestibilidade das rações e na redução no crescimento em porcentagens superiores a 33% (SARKER et al., 2018). Vale ressaltar que as tilápias são organismos onívoros e apresentam capacidade digestiva excepcional. Em dietas para salmão do Atlântico, a substituição de farinha de peixe em valores acima de 10% por biomassa de *N. oceanica* resultou em diminuição do crescimento e pior conversão alimentar (SØRENSEN et al., 2017).

1.2. Ensaio de digestibilidade

A digestibilidade de ingredientes pode ser estimada por dois métodos: ensaios *in vitro* e por ensaios de digestibilidade aparente (*in vivo*). O primeiro tem a vantagem de ser realizado em pequena escala, permitindo testar maior quantidade de produtos em menor tempo. Basicamente, o que é realizado neste ensaio é simular, *in vitro*, a digestão que um organismo iria realizar de um ingrediente específico. Para isso, é

feito um homogeneizado do trato digestório do animal, podendo ser usado o estômago, o intestino, ou todo o trato digestório; a escolha da porção do trato depende da fisiologia digestiva do animal e do tipo de ingrediente (local onde ocorre a digestão deste ingrediente). Ao homogeneizado é adicionado o ingrediente teste, são ajustados os parâmetros físico-químicos ideais para a reação de digestão e, periodicamente, alíquotas são coletadas para estimar a quanto foi digerido do ingrediente.

Os ensaios *in vivo* requerem estrutura física especial, como tanques cônicos para experimentos de digestibilidade, além disso, o teste é feito em maior escala e tem maior duração que o anterior. Nestes ensaios, são preparadas rações com o ingrediente teste e se adiciona um marcador não digerível à mesma. Após a alimentação, os organismos vão defecar e as fezes são coletadas no fundo dos tanques cônicos. Assim, é relacionada a quantidade de alimento não digerido com a quantidade do marcador. A vantagem desse método é que tem maior confiabilidade, pois leva em consideração os parâmetros biológicos.

Pode-se dizer que os ensaios *in vitro* são interessantes para realizar “*screenings*” (triagem) de um maior número de ingredientes, e, aqueles que apresentarem os melhores resultados devem ser validados nos experimentos *in vivo*. Tratando-se da biomassa de microalgas, sabendo que elas apresentam diferente estruturação da parede celular, os ensaios *in vitro* são interessantes para avaliar diversas espécies em pouco tempo. Vizcaíno et al. (2019) avaliaram a digestibilidade de quatro espécies de microalgas (*Tisochrysis lutea*, *Nannochloropsis gaditana*, *Tetraselmis suecica* e *Scenedesmus almeriensis*) para o pargo europeu *Sparus aurata* e para o linguado senegalês *Senegalese sole* e verificaram que as diferentes microalgas apresentam distintas taxas de biodisponibilidade de proteínas para cada uma das espécies de peixe.

1.3. Uso de extratos de microalgas com compostos de interesse

Para as espécies as quais o uso da biomassa integral torna inviável o aproveitamento dos nutrientes pode-se extrair os compostos de interesse e usá-los na ração. Esse é o caso de ácidos graxos e carotenoides de microalgas. Ao contrário dos vegetais (oleaginosas), não é possível extrair os lipídios das microalgas apenas por compressão, sendo necessário o uso de solventes orgânicos para penetrar nas células e carrear os compostos de interesse.

A extração de lipídios pode ser realizada com a biomassa seca ou úmida. O primeiro método resulta nas mais altas taxas de recuperação de lipídios, no entanto, o processo de secagem consome alta quantidade de energia, o que dificulta a sua viabilização (ROUX; LAMOTTE; ACHARD, 2017). Este método se baseia na adição de um mix de solventes polares e não-polares capazes de extrair tanto lipídios polares (lipídios de membrana) quanto não-polares. A extração usando a biomassa úmida resulta em um balanço positivo de energia, uma vez que não requer a secagem. Para permitir a entrada dos solventes na célula é necessário um passo intermediário de quebra das células antes da adição do solvente não-polar que irá extrair os lipídios. O solvente usado não pode ser miscível em água (polar), assim a extração de lipídios polares é mais difícil. Após a extração, os solventes devem ser evaporados para obter-se os extratos.

A escolha do tipo de solvente está vinculada à sua polaridade e à polaridade do composto no qual se pretende extrair; princípio de semelhante dissolve semelhante. Além disso, para compostos destinados ao consumo humano e animal, o solvente deve estar listado como seguro para consumo humano. Atualmente, o solvente mais utilizado para extração de carotenoides é o n-hexano pela sua baixa polaridade e facilidade de evaporação para recuperação do produto. O n-hexano provém de derivados de petróleo, e tem sido discutido e buscado usar “solventes verdes” que são ambientalmente amigáveis, biodegradáveis e não usam derivados de petróleo, como álcool isopropílico, dimetilcarbonato, acetato de etila e ciclopentil metil éter (ROUX; LAMOTTE; ACHARD, 2017).

A extração é um processo caro, que requer equipamentos e pessoal especializado, consome grande quantidade de solventes e de energia elétrica. Por isso deve ser realizado exclusivamente para extração de compostos de alto valor agregado como carotenoides, ácidos graxos e ficobilinas, caso contrário inviabiliza o processo.

Em um estudo de uma parceria realizada entre laboratórios da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e da Universidad de Almería – Espanha, foram produzidos dois extratos de microalgas, um rico em carotenoides e outro rico em ácidos graxos, a partir da biomassa da microalga *Nannochloropsis gaditana*, conhecida por apresentar baixa digestibilidade quando usada sem processamento. Foi avaliada a substituição em 50% do óleo de peixe por extrato de microalga (rico em

EPA, entre outros ácidos graxos) e a inclusão de 2% do extrato de carotenoides (rico em β -caroteno, entre outros carotenoides) em rações para pargo europeu *Sparus aurata*. Ao fim do experimento, os organismos apresentaram crescimento semelhante aos peixes que foram alimentado com a dieta controle (sem extratos de microalgas), os índices somáticos e os parâmetros de conversão alimentar também foram similares entre os tratamentos. Avaliou-se também a composição do músculo, e, os peixes que foram alimentados com as dietas com o extrato de ácidos graxos apresentaram maior concentração de EPA e menor de DHA, devido ao fato de que o extrato não continha DHA. Os organismos alimentados com as dietas com inclusão de carotenoides apresentaram maior concentração desse nutriente no músculo. Além disso, os carotenoides contribuíram para diminuir a oxidação lipídica do músculo e ainda aumentou a pigmentação da pele.

A partir desse resultado positivo com o pargo europeu, decidiu-se seguir adiante com a parceria e avaliar o uso desses extratos de microalgas em dietas para peixes ornamentais marinhos. Esse experimento deverá ser realizado no Laboratório de Peixes e Ornamentais Marinhos – UFSC. As dietas vão ser testadas na alimentação de juvenis de peixes palhaço *Amphiprion ocellaris* e avaliar a melhora na pigmentação da pele.

1.4. Reaproveitamento da biomassa

Como mostrado anteriormente, o processo de extração de compostos de alto valor agregado é caro e seleciona compostos específicos pela polaridade dos solventes usados. Uma forma de tornar o preço dos extratos de microalgas economicamente competitivos é aproveitar ao máximo cada composto contido na biomassa, não somente os de alto valor agregado. Essa abordagem é chamada de biorrefinaria de múltiplos produtos, e, de acordo com este conceito, compostos de menor valor como proteínas e carboidratos são valorados e contribuem, em menor peso, como uma renda extra.

A biomassa residual de *Desmodesmus* sp., após seus lipídios terem sido extraídos, pôde ser usada como substituto parcial (10 – 20%) da farinha de peixe em rações para salmão do Atlântico *Salmo salar* e resultou em crescimento e conversão alimentar semelhante aos peixes alimentados com a dieta controle (com 100% de farinha de peixe) (KIRON et al., 2012). Juvenis de *Seriola rivoliana* alimentados com

ração contendo substituição parcial da farinha de peixe pela biomassa residual de *Haematococcus pluvialis* (25 – 80%), proveniente da extração de ácidos graxos e astaxantina, apresentaram performance zootécnica semelhante aos que foram alimentados com a dieta controle (KISSINGER; GARCÍA-ORTEGA; TRUSHENSKI, 2016).

O reaproveitamento da biomassa, além do apelo sustentável por gerar menos resíduo, tem vantagem econômica, podendo reduzir o custo das rações ao usar subprodutos da indústria farmacêutica, como a proteína de *H. pluvialis*, uma vez que a astaxantina tem maior valor comercial como nutracêutico para uso em humanos do que para fabricação de ração.

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A biomassa de microalgas pode ser usada como ingredientes sustentáveis em substituição à farinha e ao óleo de peixe, que a longo prazo vão se tornar escassos. Estudos apontam que nos próximos 5 – 10 anos o preço do DHA e EPA de microalgas deve alcançar preços competitivos com o DHA e EPA de pescado (CHAUTON et al., 2015). No entanto, para alcançar esse objetivo é necessário investir em tecnologia de produção e colheita da biomassa, aprimorando fotobiorreatores para aproveitar melhor a luz e aumentar a produtividade, além de diminuir os custos de investimento e de produção, usando equipamentos mais baratos e que são energeticamente eficientes.

Apesar da vasta diversidade biológica de microalgas, apenas algumas dezenas têm sido estudadas, então, é importante buscar novas espécies de microalgas que apresentem maior produtividade ou melhor capacidade de sintetizar algum composto de interesse, bem como uso de ferramentas de modificação genética para estimular o crescimento ou a síntese de compostos de interesse.

Não existe uma regra única para o sucesso do uso da biomassa de microalgas em rações, isso vai depender da espécie que vai ser incluída na ração e também do peixe que será alimentado, uma vez que seus hábitos alimentares e sua fisiologia digestiva são determinantes quanto à aceitação do novo ingrediente. Sabendo que não há uma espécie de microalga que poderá ser usada indefinidamente, a metodologia de escolha quanto ao uso da biomassa de microalgas em rações segue uma sequência lógica:

Primeiramente, para decidir qual espécie de microalgas usar, deve-se avaliar a composição da sua biomassa e determinar qual o composto de interesse que a mesma sintetiza. A decisão também deve levar em conta a capacidade de produzir biomassa dessa microalga em larga escala, uma vez que não adianta uma espécie sintetizar um determinado composto de alto valor, mas não produzir biomassa em quantidade suficiente para suprir a demanda.

Após ter sido definida a espécie de microalga, deve ser avaliado se esta é digerível para o organismo consumidor. Caso a microalga apresente suficiente digestibilidade, deve ser determinada a quantidade do composto de interesse que a espécie produz para, assim, calcular a quantidade de biomassa que deve ser incluída na ração. Caso a microalga apresente baixa digestibilidade pode-se optar pelo processamento da biomassa com métodos físicos (quebra da parede celular) ou químicos (extração dos compostos de interesse) que tornam o composto mais bioacessível. O que pesa na decisão pelo processamento da biomassa é o custo agregado ao produto, então, o valor comercial da espécie de peixe a ser alimentada vai determinar a possibilidade ou não do uso desse produto. Espécies de alto valor comercial, como salmão e peixes ornamentais são bons candidatos para o uso comercial de extratos de microalgas.

A formulação de rações com a combinação de microalgas com composições bioquímicas complementares é importante para possibilitar a substituição da farinha e do óleo de peixe sem causar prejuízos para os organismos consumidores. Há casos onde o desempenho dos peixes foi limitado pela falta de algum nutriente na biomassa da microalga utilizada, como o caso da falta de EPA na biomassa de *Schizochytrium* sp. ou de DHA na biomassa de *Nannochloropsis* sp. Atentar à composição da biomassa e ajustar a proporção das espécies de microalgas possivelmente aumentará as taxas de substituição.

REFERÊNCIAS

BENEMANN, J. Microalgae for biofuels and animal feeds. **Energies**, v. 6, p. 5869–5886, 2013.

BORGES, L. et al. Potencial de absorção de carbono por espécies de microalgas usadas na aquicultura: primeiros passos para o desenvolvimento de um “mecanismo de desenvolvimento limpo”. **Atlântica, Rio Grande**, v. 29, p. 35–46, 2007.

BOROWITZKA, M. A. High-value products from microalgae-their development and commercialisation. **Journal of Applied Phycology**, v. 25, p. 743–756, 2013.

BRIGNOL, F. D. et al. *Aurantiochytrium* sp. meal as DHA source in Nile tilapia diet, part II: Body fatty acid retention and muscle fatty acid profile. **Aquaculture Research**, v. 50, p. 707–716, 2019.

CAVONIUS, L. R.; ALBERS, E.; UNDELAND, I. In vitro bioaccessibility of proteins and lipids of pH-shift processed *Nannochloropsis oculata* microalga. **Food Funct.**, v. 7, p. 2016–2024, 2016.

CHAUTON, M. S. et al. A techno-economic analysis of industrial production of marine microalgae as a source of EPA and DHA-rich raw material for aquafeed: Research challenges and possibilities. **Aquaculture**, v. 436, p. 95–103, 2015.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals**. Rome Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

FLOS, R. et al. Influence of marketing and different land-based system on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) quality. **Aquaculture International**, v. 10, p. 189–206, 2002.

GARCIA-ORTEGA, A.; KISSINGER, K. R.; TRUSHENSKI, J. T. Evaluation of fish meal and fish oil replacement by soybean protein and algal meal from *Schizochytrium limacinum* in diets for giant grouper *Epinephelus lanceolatus*. **Aquaculture**, v. 452, p. 1–8, 2016.

GUEDES, A. C.; AMARO, H. M.; MALCATA, F. X. Microalgae as sources of carotenoids. **Marine Drugs**, v. 9, p. 625–644, 2011.

HOFFMANN, H. **Pigmentação e crescimento de *Amphiprion ocellaris* utilizando astaxantina natural e sintética**. 2016. 60 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

HU, Q. **Industrial Production of Microalgal Cell-mass and Secondary Products – Major Industrial Species** In: Richmond Amos (Ed.) **Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology** (264-272). Hoboken, Nova Jersey, Blackwell Publishing.

KARADAL, O.; GÜROY, D.; TÜRKMEN, G. Effects of feeding frequency and *Spirulina* on growth performance, skin coloration and seed production on kenya cichlids (*Maylandia lombardoi*). **Aquaculture International**, v. 25, p. 121–134, 2017.

KIRON, V. et al. Marine microalgae from biorefinery as a potential feed protein source for Atlantic salmon, common carp and whiteleg shrimp. **Aquaculture Nutrition**, v. 18, p. 521–531, 2012.

KISSINGER, K. R.; GARCÍA-ORTEGA, A.; TRUSHENSKI, J. T. Partial fish meal replacement by soy protein concentrate, squid and algal meals in low fish-oil diets

containing *Schizochytrium limacinum* for longfin yellowtail *Seriola rivoliana*. **Aquaculture**, v. 452, p. 37–44, 2016.

Lee, Y.K. (2004). **Algal Nutrition Heterotrophic Carbon Nutrition** In. Richmond Amos (Ed.) **Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology** (117-124). Hoboken, Nova Jersey, Blackwell Publishing.

LIM, K. C. et al. Astaxanthin as feed supplement in aquatic animals. **Reviews in Aquaculture**, v. 10, p. 738–773, 2018.

NOBREGA, R. O. et al. Dietary supplementation of *Aurantiochytrium* sp. meal, a docosahexaenoic-acid source, promotes growth of Nile tilapia at a suboptimal low temperature. **Aquaculture**, v. 507, p. 500–509, 2019.

OLVERA-NOVOA, M. A. et al. Effect of the use of the microalga *Spirulina maxima* as fish meal replacement in diets for tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters), fry. **Aquaculture Research**, v. 29, p. 709–715, 1998.

PHAM, M. A. et al. Effects of dietary carotenoid source and level on growth, skin pigmentation, antioxidant activity and chemical composition of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus*. **Aquaculture**, v. 431, p. 65–72, 2014.

ROSELET, F. et al. Comparison of open-air and semi-enclosed cultivation system for massive microalgae production in sub-tropical and temperate latitudes. **Biomass and Bioenergy**, v. 59, p. 418–424, 2013.

ROUX, J.; LAMOTTE, H.; ACHARD, J. An Overview of Microalgae Lipid Extraction in a Biorefinery Framework. **Energy Procedia**, v. 112, p. 680–688, 2017.

SARKER, P. K. et al. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) show high digestibility of lipid and fatty acids from marine *Schizochytrium* sp. and of protein and essential amino acids from freshwater *Spirulina* sp. feed ingredients. **Aquaculture Nutrition**, v. 22, p. 109–119, 2016.

SARKER, P. K. et al. Towards sustainable aquafeeds: Evaluating substitution of fishmeal with lipid-extracted microalgal co-product (*Nannochloropsis oculata*) in diets of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **PLoS ONE**, v. 13, p. 1–15, 2018.

SCHOLZ, M. J. et al. Ultrastructure and composition of the *Nannochloropsis gaditana* cell wall. **Eukaryotic Cell**, v. 13, p. 1450–1464, 2014.

SØRENSEN, M. et al. *Nannochloropsis oceanica*-derived defatted meal as an alternative to fishmeal in Atlantic salmon feeds. **PLoS ONE**, v. 12, p. 1–20, 2017.

TACON, A. G. J.; METIAN, M. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. **Aquaculture**, v. 285, p. 146–158, 2008.

VIZCAÍNO, A. J. et al. Differential hydrolysis of proteins of four microalgae by the

digestive enzymes of gilthead sea bream and *Senegalese sole*. **Algal Research**, v. 37, p. 145–153, 2019.

QUANTIFICAÇÃO ENZIMÁTICA DA AMILASE E PROTEASES ALCALINA DO SISTEMA DIGESTÓRIO E TAXA DE INGESTÃO DO CAVALO-MARINHO *Hippocampus reidi* (GINSBURG, 1933) NO PRIMEIRO MÊS DE VIDA

Renata Ávila Ozório¹; Ana Paula Lira de Souza; Amanda Massucato; Sarah Pittigliani Ikebata; Cristina Rios; Carlos Silva Perez; Mônica Yumi Tsuzuki

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo das enzimas digestivas (tripsina, quimotripsina e amilase) do cavalo-marinho *Hippocampus reidi*, alimentado com copépode selvagem, ao longo do seu desenvolvimento inicial (primeiros 30 dias de vida). A atividade destas enzimas digestivas indica que *H. reidi* possui um desenvolvimento da função digestiva equilibrada e precoce, onde as enzimas apresentaram um aumento gradual em suas atividades durante o seu desenvolvimento. A atividade específica das proteases nas primeiras horas após o nascimento (dia 0) foi de $10 \pm 0,6$ U mg de proteína⁻¹ para tripsina e de $12 \pm 0,5$ U mg de proteína⁻¹ para quimotripsina, atingindo um pico 30 dias após o nascimento (tripsina: $209 \pm 19,6$ U mg de proteína⁻¹; quimotripsina: $220 \pm 19,5$ U mg de proteína⁻¹). A atividade específica da amilase foi detectada em todas as idades analisadas, inclusive, teve aumento durante a ontogenia das larvas, tendo um pico de atividade também no 30º dia após o nascimento ($215 \pm 19,4$ U mg de proteína⁻¹). Os cavalos-marinhos desde as primeiras horas após nascer já conseguem capturar presas vivas. Entretanto, no dia 0 e 5, a taxa de ingestão foi mais baixa em relação às demais idades. Aos 10 dias de vida, a contribuição enzimática exógena (do copépode) da tripsina e da quimotripsina aumentou significativamente em relação aos primeiros dias. Isto coincide com as maiores taxas de ingestão observadas entre o 10º e 15º dia de vida ($P < 0,05$). Após este período, a contribuição enzimática exógena decresce, provavelmente pelo maior desenvolvimento e funcionalidade do sistema digestório dos peixes. As larvas quadruplicaram em comprimento desde o nascimento até 30 dias, e tiveram um acréscimo em peso de mais de 100 vezes. A sobrevivência após 30 dias de idade foi de 70%. Os dados do presente trabalho são fundamentais para estabelecer protocolos de alimentação mais adequados para a espécie, a fim de potencializar a digestibilidade da espécie em diferentes fases do seu desenvolvimento.

Palavras-chave: cavalo-marinho. enzimas digestivas. fisiologia digestória. Ontogenia. proteinases.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the digestive enzymes (trypsin, chymotrypsin and amylase) of the seahorse *Hippocampus reidi*, fed wild copepod, during its initial development (first 30 days after birth). The activity of these digestive enzymes indicates that *H. reidi* presents a balanced and early developed digestive function, where the enzymes showed a gradual increase in their activities during seahorse development. The specific activity of the proteases in the first hours after birth (day 0) was 10 ± 0.6 U mg protein⁻¹ for trypsin and 12 ± 0.5 U mg protein⁻¹ for chymotrypsin,

¹ Departamento de Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. renata.ozorio@ufsc.br

reaching a peak at 30 days after birth (trypsin: 209 ± 19.6 U mg protein⁻¹; chymotrypsin: 220 ± 19.5 U mg protein⁻¹). The specific activity of the amylase was detected in all ages, including, during the larval ontogeny, a peak activity also occurred at the 30th day after birth (215 ± 19.4 U mg protein⁻¹). Seahorses from the first hours after birth are able to catch live prey, however, on day 0 and 5, the intake rate was lower than the other ages. At the 10th day, the exogenous (from copepod) enzymatic contribution of trypsin and chymotrypsin increased significantly in comparison to the first days. This coincides with the higher intake rates observed between the 10th and 15th day ($P < 0.05$). After this period, the exogenous enzymatic contribution decreases, probably due to the greater development and functionality of the fish digestive system. The larvae quadrupled in length from birth to 30 days and had a weight gain of more than 100 times. Survival after 30 days was 70%. The data of the present work are fundamental to establish more adequate feeding protocols for the species, in order to enhance the digestive capacity of the species at different stages of its development.

Key words: seahorse. digestive enzymes. digestive physiology. Ontogeny. proteinases.

INTRODUÇÃO

Diversos trabalhos com cavalo-marinho têm sido desenvolvidos na área de reprodução e larvicultura, no entanto, os aspectos nutricionais, especialmente na fase inicial de cultivo, ainda constituem um dos principais entraves para a sua produção intensiva. O conhecimento das mudanças do sistema digestivo durante o desenvolvimento larval dos peixes é essencial para entender sua fisiologia digestiva e exigências nutricionais, e desenvolver protocolos apropriados de alimentação para cada estágio de desenvolvimento fisiológico (LAZO; DARIAS; GISBERT, 2011).

Uma das ferramentas mais importante para entender as mudanças do processo digestivo e a digestibilidade dos alimentos, é conhecer a quantidade e especificidade de cada enzima (GLASS *et al.*, 1989). Assim, através do conhecimento das enzimas digestivas e da quantificação de suas atividades e mudanças durante a ontogênese, pode-se obter informações valiosas sobre o estado nutricional da larva (DIVAKARAN; KIM; OSTROWSKI, 1999). Essas informações também podem ser relevantes para estabelecer o momento mais adequado para realizar a transição alimentar, além de auxiliar na adequada escolha de ingredientes e no desenvolvimento de estratégias alimentares apropriadas (ALARCÓN; DIAZ; MOYANO, 1997; ALARCÓN; MARTINEZ DIAS, 1998; GAWLICKA *et al.*, 2000).

É sabido que a intensidade da atividade das enzimas intestinais ao longo do intestino varia com o hábito alimentar (onívoros, herbívoros e carnívoros) e morfologia intestinal dos organismos (KUZ'MINA, 1984; KUZ'MINA; SMIRNOVA, 1992), tipos de

alimentos e as necessidades nutricionais (MARTÍNEZ *et al.*, 1999; MOYANO *et al.*, 1996) ao longo do desenvolvimento dos peixes. Na literatura, pouquíssimos trabalhos são focados na atividade enzimática dos cavalos-marinhos, e a grande parte deles testam diversos tipos de alimentos vivos cultivados como *Artemia* sp., rotíferos *Brachionus* sp. e copépodes na larvicultura destes peixes.

Trabalhos encontrados na literatura indicam que os cavalos-marinhos *Hippocampus guttulatus* (Cuvier, 1829) (BLANCO; PLANAS; MOYANO, 2016), *Hippocampus reidi* (NOVELLI *et al.*, 2016) e *Hippocampus abdominalis* (Lesson, 1827) (QUINTAS; PLANAS; PURSER, 2010; WARDLEY 2006), independentemente do tipo de alimento vivo cultivado que estes peixes ingeriram, possuem uma baixa atividade enzimática ao nascer, porém os valores da atividade enzimática diferem de acordo com o tipo de alimento vivo e com os diferentes enriquecimentos fornecidos ao alimento vivo.

O insucesso no uso dos diferentes tipos de alimentos vivos enriquecidos não pode ser atribuído somente à baixa produção de enzimas digestivas dos cavalos-marinhos, mas também pelo insucesso das dietas em estimular a secreção de enzimas endógenas larvas de peixes (FREITAS, 2015). Sendo o copépode selvagem um dos alimentos mais abundantes e consumidos pelos cavalos-marinhos em seu habitat natural (KENDRICK; HYNDES, 2005), o seu uso na larvicultura dos juvenis de cavalo-marinho irá simular a alimentação dos cavalos marinhos na natureza e mostrar quais, e em que quantidade, as enzimas digestivas estão normalmente presentes nas diferentes fases (pelágica e bentônica) de desenvolvimento do cavalo-marinho *H. reidi*.

Considerando as necessidades de um estudo mais aprofundado sobre a capacidade digestiva do cavalo-marinho *H. reidi*, uma espécie de amplo interesse para o mercado ornamental e classificada como em risco de extinção (BULL, 2002; IUCN, 2017), este trabalho avaliou a atividade das enzimas digestivas durante os primeiros 30 dias de vida do *H. reidi*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. DESENHO EXPERIMENTAL

O estudo foi conduzido no Laboratório de Peixes e Ornamentais Marinhos (LAPOM/UFSC). Para a condução do experimento, foram utilizados 600 juvenis de cavalos-marinhos paridos de um macho reprodutor selvagem, originado do estado do

Espírito Santo (autorização SISBIO/ICMBio nº 46575-5), pertencente ao plantel do (LAPOM). Após o nascimento os juvenis foram divididos em três tanques circulares de fibra-de-vidro de 100L (200 juvenis por tanque – 2 indivíduos L⁻¹) e alimentados exclusivamente com copépodes selvagens do nascimento até o 30º dia de idade.

Os copépodes selvagens (90% *Acartia* sp.) eram coletados três vezes ao dia 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 µm e 100 µm 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.

O alimento vivo foi ofertado aos peixes numa concentração 4 indivíduos mL⁻¹, três vezes ao dia, com a primeira alimentação pela manhã (10:00h) e as outras duas no período da tarde (13:00 e 16:00h).

O experimento foi realizado em um sistema de recirculação de água equipado com skimmer, filtro biológico de mídias de cerâmica e filtro ultravioleta de 55W em tanques circulares de 100 L de cor azul escuro. O fluxo de água de cada tanque era de 50 L h⁻¹. Os parâmetros físico-químicos da água do sistema de recirculação foram aferidos diariamente. A temperatura da água manteve-se em 27,07 ± 0,68°C, e a salinidade em 21,56 ± 0,62 g L⁻¹ sendo aferidos com o medidor multiparâmetro AK88 (Akso®, Brasil) (precisão de duas casas decimais) e refratômetro SHR – 10ATC, respectivamente. A amônia total e o nitrito, mensurados com teste colorimétrico, permaneceram abaixo de 0,5 mg L⁻¹. O pH e o oxigênio foram mensurados com um medidor multiparâmetro AK88 (Akso®, Brasil) e mantiveram-se entre 7,8 ± 0,28 e 5,71 ± 0,83 mg L⁻¹, respectivamente.

O fotoperíodo foi de 10 h de luz e 14 h de escuro, sendo a iluminação proveniente da própria sala do laboratório, que era constituída de 4 lâmpadas fluorescente de 35 W e em cada tanque possuía uma iluminação subaquática (45 W) para evitar que as larvas de cavalo-marinho subissem até a superfície para a busca de alimento, evitando assim a ingestão de bolhas de ar.

Os tanques eram sifonados três vezes ao dia, antes das ofertas de alimento para remover resto de alimento e fezes do fundo. Durante o dia (8:00h às 18:00h), a saída de água, na parte superior dos tanques de cultivo, possuía tela de 100 µm para

impedir a saída do alimento vivo e a retenção dos juvenis, no final do dia (18:00h) trocava-se a tela de 100 μm por uma de 500 μm para permitir a passagem do alimento vivo e retenção dos juvenis.

2.3. AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA E DO CRESCIMENTO DOS CAVALOS-MARINHOS

O crescimento, tanto em altura (cm) quanto em peso (mg), foi estimado através da média de 15 indivíduos amostrados no dia do nascimento (dia zero), e de 15 peixes em cada réplica nos dias 5; 10; 15 e 30. Os peixes foram eutanasiados com óleo de cravo (1,5mL L⁻¹) e preservados em álcool 70% (autorização do Comitê de Ética e Uso de Animais CEUA – UFSC nº 5196080616).

Os indivíduos foram pesados (peso úmido) com uma balança analítica de precisão (0,001 g) e a altura (em mm), definida como a soma da altura da coroa, do comprimento do tronco e do comprimento da cauda (LOURIE; VINCENT; HALL, 1999), estimada com a utilização de um paquímetro analógico (precisão de 0,02 mm).

A mortalidade foi verificada diariamente enquanto os tanques eram sifonados.

A sobrevivência (S) foi calculada como: $100 \times [(\text{número de sobreviventes no dia}) / (\text{número de peixes inicial} - \text{número de peixes retirados para amostragem no dia})]$.

2.4. TESTE DE TAXA DE INGESTÃO

Com o intuito de verificar a quantidade de copépodes consumido pelos juvenis de cavalo-marinho, realizou-se o teste de taxa de ingestão.

O teste foi realizado em potes de vidros de 3 L, utilizando a mesma densidade de cavalos-marinhos (2 ind L⁻¹) e de *Acartia* sp. (4 indivíduos mL⁻¹). A bateria de testes foi realizada com luz proveniente da própria sala do laboratório e os aquários foram cobertos por tecido de cor azul escuro e dentro de cada um dos aquários foram colocados iluminação subaquática visando um ambiente semelhante ao ambiente experimental (item 2.2).

Os testes foram realizados na primeira alimentação, ou seja, após o jejum de 15 horas, tempo suficiente para o total esvaziamento do trato digestório dos peixes (TANU *et al.*, 2012)

Ao final de 2 horas de exposição ao alimento, os filhotes de cavalo-marinho utilizados eram retirados dos potes, e o alimento restante nos aquários de 3L era

filtrado em rede de 65 μm e fixado em formol 4% para quantificação final. Este mesmo procedimento foi realizado em diferentes idades (0°, 5°, 10°, 15° e 30° dia).

A taxa de ingestão (IR) foi calculada através da fórmula:

$$\text{IR} = (\text{C}_{\text{inicial}} - \text{C}_{\text{final}}) \times \text{volume de água (mL)} / \text{número de Juvenil} \times \text{tempo de exposição,}$$

onde: O $\text{C}_{\text{inicial}}$ é a concentração de alimento inicial ofertada e C_{final} é a concentração final de alimento nas unidades experimentais após 2 horas.

2.5. ATIVIDADE ENZIMÁTICA

Para as análises enzimáticas foram coletadas por tratamento, 15 juvenis de 0, 5, 10, 15 e 30 dias de idade. Foram imediatamente congeladas a -80°C até as análises posteriores. Todos os animais foram anestesiados e eutanaziados com óleo de cravo ($1,5\text{mL L}^{-1}$) (eugenol) (autorização do Comitê de Ética e Uso de Animais CEUA – UFSC nº 5196080616).

Foram coletados também aproximadamente 7.500 copépodes selvagens por réplica (22,5 mil no total) para as análises enzimáticas.

2.5.1. Extrato Enzimático

As amostras foram manualmente processadas em homogeneizador Potter-Ekvehjem. Para obtenção do extrato enzimático, acrescentou-se 15 juvenis inteiros de todas idades estudadas em 1 mL de água destilada, da mesma forma foi realizado com as amostras dos copépodes. Durante todo o processo de homogeneização, o material foi mantido em banho de gelo. O homogeneizado foi centrifugado a $15.500 \times g$ por 15 min a 4°C . E o sobrenadante (extrato enzimático) transferido para microtubos.

2.5.2. Atividade de quimotripsina e tripsina

A atividade de tripsina foi determinada utilizando o substrato N-Benzoil-DL-Argininil p-nitroanilida (bz-R-pNA) e a atividade de quimotripsina o N-Succinil-Ala-Ala-Pro-Leu p-nitroanilida (suc-AAPL-4-pNA), ambos dissolvidos em dimetilsulfóxido (DMSO) na concentração de 2 mM e diluída 1:1 (v/v) em tampão fosfato 100 mM, pH 7,5 (concentração final 1 mM). Para análise da atividade enzimática da tripsina e quimotripsina foram misturados 50 μL de extrato enzimático (em triplicata) com 50 μL de substrato tampão (1:1, v/v), e as leituras de absorbância (410 nm) foram realizadas em leitor de microplacas TECAN (Infinite Pro., California, USA) a cada 15 minutos de

incubação a 30 °C por 1 h. As atividades de tripsina e quimotripsina foram calculadas em unidades (U), que equivale a 1 μmol de p-NA formado por minuto, determinadas a partir da curva padrão de p-NA. No controle negativo, o extrato enzimático foi substituído por água bidestilada.

2.5.3. Atividade amilásica

Atividade da amilase foi determinada através da reação do ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) com grupos redutores dos carboidratos. Como substrato foi utilizado uma solução de amido a 2% em solução tampão (100 mM acetato de sódio, pH 6,5). Durante a reação foram misturados 25 μL do extrato enzimático (em triplicata) e 25 μL de substrato, e incubados em banho-maria a 30 °C por 1 h. A reação foi parada a cada 15 min adicionando 100 μL de DNS. Ao final deste período, os tubos foram cobertos com papel alumínio e colocados em banho-maria com água a 100 °C por 5 min. Em seguida, foram adicionados 100 μL de água bidestilada em cada tubo, e após homogeneização foram transferidos 150 μL de cada tubo para uma placa de 96 poços com fundo chato. As leituras de absorbância (550 nm) foram realizadas em leitor de microplacas TECAN (Infinite Pro., California, USA) e a atividade da amilase foi calculada em unidades (U), que equivale a 1 μmol de glicose formado por minuto, determinadas a partir da curva padrão de glicose. Como controle, o extrato enzimático foi substituído por água bidestilada.

2.6. CONTRIBUIÇÃO ENZIMÁTICA

Para determinar a contribuição da atividade enzimática do copépode no trato digestório de juvenis de *H. reidi*, seguiu-se o método descrito por Applebaum e Holt (2003).

Para compor a fórmula de contribuição enzimática foram utilizados os dados oriundos da atividade enzimática do copépode selvagem e da atividade enzimática dos juvenis alimentados com copépode. A atividade enzimática do copépode consumido por um juvenil foi determinada pela multiplicação da atividade específica de um copépode pelo número de copépode consumidos por um juvenil (estimado pela diferença entre o número de presas oferecidas e a de presas não consumidas /residual na água de cultivo, em um período de 2 horas). Por fim, a contribuição enzimática exógena no trato digestório de um peixe foi expressa em porcentagem, calculando-se:

Contribuição da atividade da tripsina, quimotripsina, lipase e amilase do copépode em relação à atividade encontrada no trato digestivo dos peixes (%) = $(a \times 100) \times b^{-1}$

Onde: (a) = atividade específica das enzimas do total de copépodes consumidos por um juvenil; (b) = atividade específica das enzimas um juvenil de cavalo-marinho.

2.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade de distribuição dos dados foi analisada pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade pelo teste de Levene. Posteriormente foi realizada a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. As análises foram realizadas no programa SAS (Statistical Software, Versão 9.0) e os resultados são apresentados no texto em médias \pm desvio padrão.

3. RESULTADOS

3.1. TAXA DE INGESTÃO, SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DOS CAVALOS-MARINHOS

Os cavalos-marinhos desde as primeiras horas após nascer já conseguem capturar presas vivas. As maiores taxas de ingestão ocorreram entre o 10^o e 15^o dia de vida ($P < 0,05$). Foi observado que ao 30^o dia de vida ocorreu uma diminuição na taxa de ingestão se comparado aos juvenis de 10 e 15 dias (Tabela 1). Os juvenis quadruplicaram em comprimento desde o nascimento até 30 dias, e tiveram um acréscimo em peso de mais de 100 vezes (Tabela 1).

Tabela 1. Taxa de ingestão, sobrevivência, altura e peso (média \pm desvio padrão) dos juvenis do *Hippocampus reidi*. *Letras distintas na mesma coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$).

Idade	Sobrevivência (%)	Altura (mm)	Peso (mg)	Ingestão (presa juvenil ⁻¹ h ⁻¹)
0	100,0 \pm 5,20a	8,12 \pm 0,92a	1,14 \pm 0,22a	45,34 \pm 11,88a
5	88,0 \pm 6,50b	11,07 \pm 1,32ab	4,36 \pm 0,48ab	233,45 \pm 55,70b
10	80,0 \pm 4,30bc	13,61 \pm 1,21b	6,75 \pm 0,89b	500,43 \pm 53,70c
15	72,0 \pm 2,50cd	18,76 \pm 5,89c	31,79 \pm 5,87c	526,09 \pm 29,60c
30	70,0 \pm 2,10d	34,76 \pm 4,42d	117,56 \pm 35,00d	420,34 \pm 20,10d

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2. ATIVIDADE ENZIMÁTICA

A atividade específica (U mg de proteína⁻¹) da tripsina, quimotripsina e amilase foram detectadas desde as primeiras horas após o nascimento (Figura 1).

Não foram observadas mudanças significativas na atividade específica da tripsina entre o 5º dia ($33,0 \pm 1,9$ U mg de proteína⁻¹) e 10º dia ($39,0 \pm 2,1$ U mg de proteína⁻¹). Entre 10º e 30º dia, a atividade de tripsina teve um aumento de 5,35 vezes e atingiu um valor de $209 \pm 19,6$ U mg de proteína⁻¹ 30º dia.

A atividade específica de quimotripsina foi detectada no dia 0 ($12,0 \pm 0,5$ U mg de proteína⁻¹), em seguida, aumentou no 5º dia ($38,0 \pm 1,9$) e manteve-se praticamente constante até o 10º dia ($42,0 \pm 2,8$), atingindo um valor máximo no dia 30º dia ($220,0 \pm 19,5$ U mg de proteína⁻¹) (Figura 1). Atividade específica da amilase foi detectada logo no 0 dia após o nascimento ($31,0 \pm 1,89$ U mg de proteína⁻¹) aumentando progressivamente até 30º dia ($215,0 \pm 19,4$) (Fig. 1).

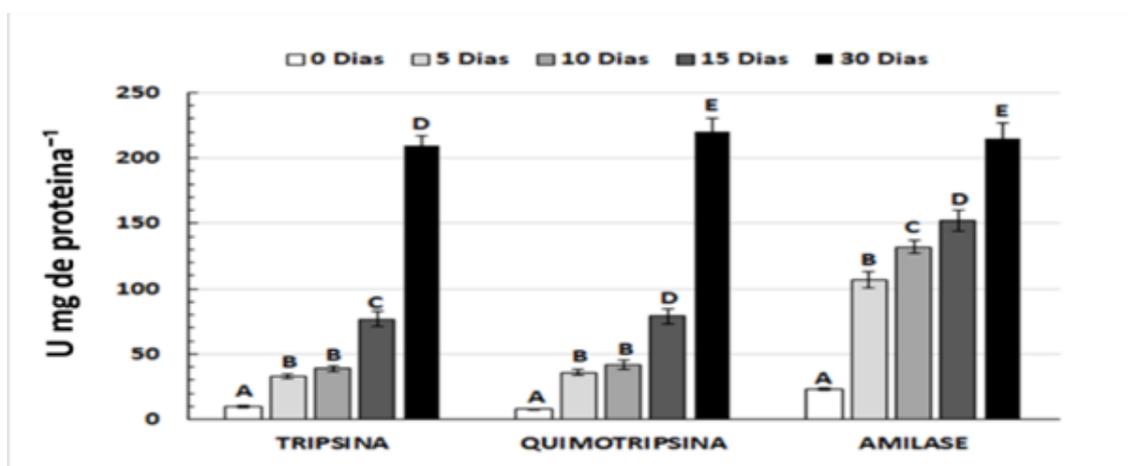


Fig. 1.

Atividade específica (média \pm desvio padrão) da tripsina, quimotripsina e amilase de *Hippocampus reidi* em diferentes idades. Letras distintas nas diferentes idades para a mesma enzima são estatisticamente significativas ($P < 0,05$).

3.3. CONTRIBUIÇÃO ENZIMÁTICA

A contribuição exógena do copépode selvagem na atividade enzimática específica da tripsina, quimotripsina, lipase e amilase de *H. reidi* com 0, 5, 10, 15 e 30 dias encontra-se apresentada na Figura 2.

No dia 0, a contribuição enzimática do alimento vivo na atividade dos cavalos marinhos foi de $34,38 \pm 3,1$, $22,2 \pm 2,3$ e $9,17 \pm 0,89\%$ para tripsina, quimotripsina e amilase, respectivamente (Fig.2). Esta contribuição aumenta com a idade, atingindo um pico aos 10 dias de idade, especialmente para a tripsina ($97,94 \pm 8,1\%$) e para a quimotripsina ($70,47 \pm 5,4$), diminuindo aos 30 dias de idade.

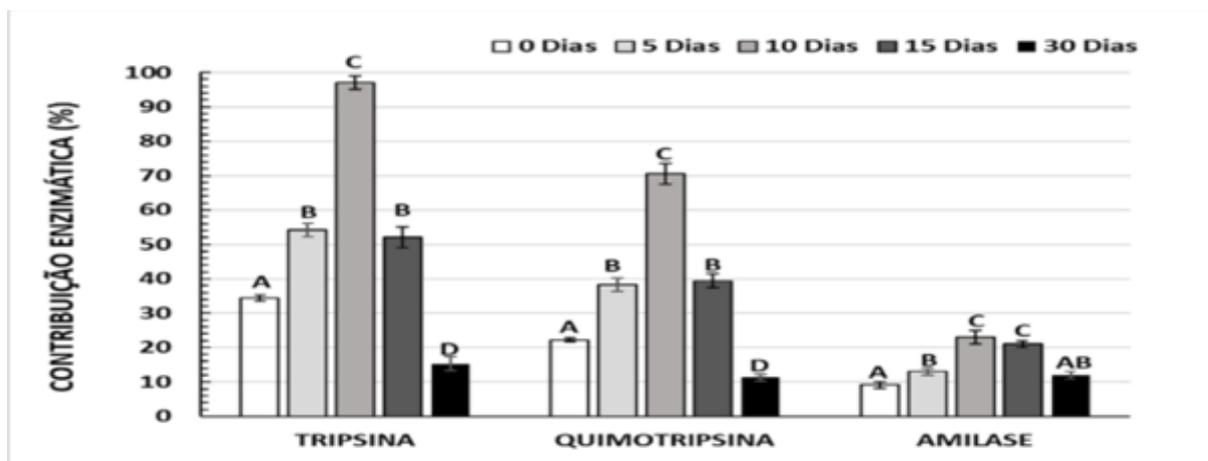


Fig. 2. Contribuição enzimática específica exógena (média \pm desvio padrão) nos juvenis de cavalomarinho *Hippocampus reidi* alimentados com copépode, em diferentes idades. Letras distintas nas diferentes idades para a mesma enzima são estatisticamente significativas ($P < 0,05$).

4. 4. DISCUSSÃO

A vasta oferta de diferentes tipos de alimentos encontrados pelo cavalomarinho na natureza não se repete em ambientes de cultivo. No entanto, o balanço nutricional disponível em condições naturais deveria ser copiado ao máximo durante a preparação das dietas a fim de sanar possíveis deficiências nutricionais do peixe (CASTAGNOLLI, 1992).

Neste estudo, para descrever a atividade das enzimas digestivas do *Hippocampus reidi* ao longo do seu crescimento, desde o nascimento até o 30 ° dia de vida, foi utilizado o copépode selvagem como fonte alimentar para simular a alimentação natural destes peixes em seu habitat.

Sabe-se que, a atividade enzimática é afetada principalmente pelo progressivo aparecimento de órgãos digestórios e sua maturidade, e pela resposta às mudanças de vida e alimentos, o que finalmente resulta nos padrões de atividade enzimática (MARTINEZ *et al.*, 1999; MOYANO *et al.*, 1996).

No presente trabalho, utilizando-se copépode selvagem na alimentação de *H. reidi* observou-se um aumento gradual e significativo tanto no comprimento como no peso dos juvenis. Juvenis passaram de 1,14 mg ao nascer para 117,56 mg de peso aos 30 dias de idade, portanto com um aumento de mais de 100% em peso. Já Blanco *et al.* (2016) relatam que *H. guttulatus*, com peso inicial similar ao *H. reidi*, alimentados inicialmente com copépodes cultivados e posteriormente uma mistura de *Artemia* e copépodes, pesaram 17,73 mg ao final de 30 dias.

No primeiro dia de vida do *H. reidi* já foram detectadas atividades da tripsina, quimotripsina e da amilase. Uma vez que a taxa de ingestão nesta idade foi baixa, comparada com outras idades, sugere-se que as atividades destas enzimas estariam mais ligadas às enzimas do saco vitelínico do que do alimento vivo (KORTNER *et al.*, 2011; SANZ *et al.*, 2011; CHONG *et al.*, 2002).

Com a reabsorção do saco vitelínico, começam a ocorrer mudanças metabólicas, como diferenciação e a maturidade de órgãos especializados para a digestão e a reabsorção dos nutrientes (DABROWSKI, 1989). Novelli *et al.* (2015) relatam que o *H. reidi* absorve por completo o seu vitelo no 2º dia de vida, o que coincide com os resultados aqui encontrados, onde a contribuição enzimática exógena da tripsina e da quimotripsina nos juvenis com 5 dias de vida aumentou significativamente em relação aos animais com 0 de vida.

Após o 10º dia de vida, foi observado uma diminuição da contribuição enzimática exógena do copépode na atividade endógena do *H. reidi* e um aumento da atividade enzimática do cavalo-marinho. Possivelmente isto tenha ocorrido por conta que os peixes quando mais velhos possuem os órgãos mais desenvolvidos e maturo, permitindo assim que os peixes consigam hidrolisar as enzimas dos alimentos (USCANGA-MARTÍNEZ *et al.*, 2011).

Foi observado que as atividades, absoluta e específica, da tripsina e quimotripsina nos juvenis de *H. reidi* aumentavam gradativamente de acordo com a idade dos peixes. No caso da tripsina, este é um padrão esperado, pois esta enzima é o ativador comum de todos os zimogênios pancreáticos e, assim, ela converte outras moléculas de tripsinogênio em tripsina e desencadeia uma cascata de atividade proteolítica (OLIVEIRA; ASSIS; BEZERRA, 2014; KLOMKLAO, 2008; ROTTA, 2003; KOLKOVSKI, 2001). Segundo (HJELMELAND *et al.*, 1984) a tripsina é a única enzima pancreática capaz de indicar a aceitação alimentar das larvas, o que sugere que sua falta ou baixa atividade dentro do organismo, indicam que o alimento não foi bem aceito ou digerido pelo animal. Possivelmente a alta atividade dessa enzima no presente estudo comparado aos demais trabalhos encontrados na literatura *H. guttulatus* (BLANCO *et al.*, 2016) e *H. reidi* (NOVELLI *et al.*, 2015) *Hippocampus abdominalis* (WARDLEY, 2006), deva estar relacionado ao uso exclusivo do copépode selvagem para a alimentação de *H. reidi*.

A atividade de quimotripsina não é relatada nos estudos com cavalo-marinho (BLANCO *et al.*, 2016; NOVELLI *et al.*, 2015; WARDLEY, 2006). No presente estudo,

mostrou-se que o aparecimento desta enzima ocorreu simultaneamente com a da tripsina. Sabemos da importância do estômago na digestão das proteínas, e que na fase larval de algumas espécies, que ainda não possuem um estômago funcional como o cavalo-marinho, a atividade das proteases serínicas (tripsina e quimotripsina, por exemplo) podem compensar as atividades das proteases aspárticas ou ácidas (pepsina, renina e protease microbiana) (ALARCON *et al.*, 1998).

As atividades de quimotripsina do nascimento até o 30º dia de vida apresentada neste trabalho possivelmente está relacionada a não existência da digestão ácida dos cavalos-marinhos, uma vez que não possuem estômago. Pois, a enzima pepsina quando existente, ela é secretada pelo estômago e atua na hidrolização das ligações peptídicas do lado amino dos resíduos de aminoácidos aromáticos: fenilalanina, triptofano e tirosina, já a enzima quimotripsina que é secretada pelo pâncreas, atua nas ligações peptídicas do lado carboxílico dos resíduos dos aminoácidos aromáticos: fenilalanina, triptofano e tirosina (NELSON; COX, 2018). Ou seja, apesar de serem secretadas em órgãos diferentes, essas enzimas (pepsina e quimotripsina) atuam em resíduos de aminoácidos semelhantes, portanto sugere-se que a quimotripsina provavelmente atuaria como um substituinte da enzima pepsina para a digestão de aminoácidos em cavalos-marinhos.

No presente estudo, a atividade da amilase foi detectada desde o nascimento dos juvenis e foi aumentando gradativamente até o final do experimento (30 dias), o que difere dos relatos encontrados na literatura, onde a atividade da amilase na maioria das espécies de peixes marinhos carnívoros diminui progressivamente durante a ontogenia das larvas (ZAMBONINO-INFANTE *et al.*, 2009; ZAMBONINO-INFANTE; CAHU, 2001; KUZ'MINA, 1996). O aumento da atividade da amilase durante o desenvolvimento ontogenético de *H. reidi* pode estar relacionado ao conteúdo de carboidratos do alimento vivo, de forma que o alto nível de glicogênio dietético nas presas vivas pode estimular a síntese e secreção de amilase (MA *et al.*, 2005).

No entanto a justificativa do aumento progressivo da atividade da amilase nos juvenis de *H. reidi*, não pode ser relacionada ao conteúdo de carboidratos do copépode, pois foi observado no presente estudo uma baixa contribuição enzimática exógena do copépode na atividade da amilase endógena dos cavalos-marinhos. A possível explicação para o aumento gradativo da atividade da amilase no *H. reidi*, talvez esteja na programação genética dessa espécie, onde o aumento da atividade

amilásica pode ser resultado de um alto nível de mRNA de amilase, no qual controla a produção desta enzima (PÉRES; ZAMBONINO-INFANTE; CAHU, 1998). Obviamente sugerimos uma análise genética, para elucidar essas altas atividades da amilase nos juvenis de *H. reidi*.

Vários estudos sobre a atividade de enzimas digestivas em peixes sugerem que a atividade enzimática é influenciada pela dieta ingerida ou pelos hábitos alimentares (CHAN *et al.*, 2004; DREWE *et al.*, 2004; FERNÁNDEZ; MOYANO; MARTÍNEZ, 2001). Lundstedt; Melo; Moraes (2004) relatam que a atividade enzimática em larvas de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) (Spix; Agassiz, 1829) não foi influenciada pelo uso de diferentes dietas.

No presente estudo, nos juvenis de *H. reidi* com 15 dias de vida, a atividade específica da tripsina, por exemplo, foi de 77 U mg proteína⁻¹, enquanto Novelli *et al.* (2015), trabalhando com a mesma espécie, alimentada com *Artemia* suplementada com DHA Protein Selco, relatam uma atividade específica da tripsina de 6 U mg proteína⁻¹. Blanco *et al.* (2016), relatam que as atividades de tripsina nos juvenis de *H. guttulatus* no 15º dia de vida foi de 55 U mg proteína⁻¹ em peixes alimentados com *Artemia*, e de 100 U mg proteína⁻¹ quando esses animais foram alimentados com mix de copépode (*Acartia tonsa* e *Tisbe* sp.).

Os resultados deste estudo comparados com outros trabalhos envolvendo cavalo-marinho e suas atividades enzimáticas apoiam a hipótese de que a quantificação da atividade enzimática digestiva é determinada pela composição centesimal dos alimentos. De uma forma geral, as enzimas digestivas parecem ser afetadas, principalmente, pelo progressivo desenvolvimento e maturidade dos órgãos digestórios, pela genética dos peixes e pela resposta à mudança na quantidade e composição do alimento disponível.

No entanto, mesmo com os ótimos resultados da atividade das enzimas nos juvenis de *H. reidi* alimentado com copépode selvagem, deve-se considerar algumas limitações quanto a utilização de zooplâncton selvagem ou copépodes selvagem: os locais de coleta que são normalmente estuários ou regiões costeiras que podem estar contaminados. Além disso, a abundância, a diversidade e a qualidade do zooplâncton podem ser influenciadas pela sazonalidade e intempéries climáticas.

Diante dos obstáculos do uso do copépode selvagem no cultivo comercial de cavalo-marinho, sugere-se estudos futuros com complementação da dieta com enzimas digestivas exógenas, que poderiam auxiliar na determinação da composição

e suplementação alimentares, permitindo um direcionamento na escolha dos ingredientes, e a proporção dos nutrientes energéticos e estruturais para elaboração de uma dieta adequada a cada estágio de desenvolvimento dos animais.

5. CONCLUSÃO

A avaliação da atividade das enzimas digestivas (quimotripsina, tripsina e amilase) no sistema digestório dos juvenis do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* alimentados com copépodes selvagens desde o nascimento até o 30º dia de vida, mostra que este cavalo-marinho já possui enzimas digestivas endógenas (amilase, quimotripsina e tripsina) ao nascer, e que entre o 5º e o 10º de vida, esta espécie necessita do aporte enzimático exógeno oriundo dos alimentos até que o seu sistema digestório esteja mais desenvolvido.

6. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento do presente estudo e bolsa de doutorado para a primeira autora através do Programa Ciências do Mar 2 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por bolsa a M.Y. Tsuzuki (CNPq 306078/2017-1).

REFERÊNCIAS

- ALARCÓN, F. J.; DIAZ, M.; MOYANO, F. J. Studies on digestive enzymes in fish: Characterization and practical applications. **Cahiers Options Méditerranéennes**, v.22, p.113-121, 1997. <http://om.ciheam.org/om/pdf/c22/97605917.pdf>.
- ALARCÓN, F.J.; MARTINEZ DIAZ, M.I. Fisiología de la Digestión en Larvas de Peces Marinos y sus Aplicaciones al Cultivo Larvario en Masa. **Revista AquaTIC**, (5), 1998. <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?c=53>.
- APPLEBAUM, S.L.; HOLT, G.J. The digestive protease, chymotrypsin, as an indicator of nutritional condition in larval red drum (*Sciaenops ocellatus*). **Marine Biology**, v.142, p.1159–1167, 2003. <http://dx.doi.org/10.1007/s00227-003-1041-8>.
- BLANCO, A.; PLANAS, M.; MOYANO, F.J. Ontogeny of digestive enzymatic capacities in juvenile seahorses *Hippocampus guttulatus* fed on different live diets. **Aquaculture Research**, p.1–12, 2016. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/are.12806/pdf>.
- BULL, C. Seahorse husbandry in public aquaria: Manual, with chapters contributed by members of the Syngnathid Discussion Group. Chicago, **John G. Shedd Aquarium**, 56p, 2002.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. FUNEP, Jaboticabal, 189 pp, 1992.

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**, v.65, n.3, p.848-858, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2004.00495.x>.

CHONG, A.S.C.; HASHIM, R.; CHOW-YANG, L.; ALI, A.B. Partial characterization and activities of proteases from the digestive tract of discus fish (*Symphysodon aequifasciata*). **Aquaculture**, v.203, p.321-333, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00630-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00630-5).

DABROWSKI, K. Ontogenetic changes in the fish larval gut. In: Harvey B, Carolsfeld J (eds) Encontro de Larvicultura. **Canadian International Development Agency (ICSU)**, Pirassununga, SP, p. 167, 1989.

DIVAKARAN, S.; KIM, B.G.; OSTROWSKI, A.C. Digestive enzymes present in Pacific threadfin *Polydactylus sexfilis* (Bloch and Schneider 1801) and bluefin trevally *Caranx melampygus* (Cuvier 1833). **Aquaculture Research**, v.30, p.781-787, 1999. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1999.00407.x>.

DREWE, K. E.; HORN, M. H.; DICKSON, K. A.; GAWLICKA, A. Insectivore to frugivore: ontogenetic changes in gut morphology and digestive enzyme activity in the characid fish *Brycon guatemalensis* from Costa Rican rain forest streams. **Journal of Fish Biology**, v.64, n.4, p. 890-902, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2004.0357.x>.

FERNÁNDEZ, I.; MOYANO, F. J.; MARTÍNEZ, M. D. Characterization of α -amylase activity in five species of Mediterranean sparid fishes (Sparidae, Teleostei). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 262, p.1-12, 2001. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-0981\(01\)00228-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-0981(01)00228-3).

FREITAS, T.M.D. Capacidade digestiva durante a ontogenia de larvas de pacu *Piaractus mesopotamicus*. 150 f. **Tese (doutorado)** - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Centro de Aquicultura de Jaboticabal, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/134053>.

GAWLICKA, A.; PARENT, B.; HORN, M.; ROSS, N.; OPSTAD I., TORRISSEN, O. J. Activity of digestive enzymes in yolk-sac larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus*): indication of readiness for first feeding. **Aquaculture**, v.184, p. 303-314, 2000. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00322-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00322-1).

GLASS, H. J.; MACDONALD, N. L.; MORAN, R. M.; STARK, J. R. Digestion of protein in different marine species. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry**, v.94, n.3, p. 607-611, 1989. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(89\)90203-4](https://doi.org/10.1016/0305-0491(89)90203-4).

HJELMELAND, K.; HUSE, I.; JORGENSEN, T.; MOLVIK G.; RAA J. Trypsin and trypsinogen as indices of growth and survival potential of cod (*Gadus morhua* L.)

larvae. In: **The propagation of cod *Gadus morhua* L.: an international symposium, Arendal**. p.189–202, 1984. <http://hdl.handle.net/11250/115106>.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2. [WWWDocument]. URL. <http://www.redlist.org> (accessed 10.2.17), 2017.

KENDRICK, A.J.; HYNDES, G.A. Variations in the dietary compositions of morphologically diverse syngnathid fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v.72, p.415–427, 2005. <http://dx.doi.org/10.1007/s10641-004-2597-y>.

KLOMKLAO, S. Digestive proteinases from marine organisms and their applications. **Songklanakarinn Journal of Science and Technology**, v.30, p.37–48, 2008.

KOLKOVSKI, S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles-implications and applications to formulated diets. **Aquaculture**, v.200, p.181–201, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00700-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00700-1).

KORTNER, T.M.; OVERREIN, I.; OIE, G.; KJORSVIK, E.; BARDAL, T.; WOLD, P.; ARUKWE A. Molecular ontogenesis of digestive capability and associated endocrine control in Atlantic cod (*Gadus morhua*) larvae. **Comparative Biochemistry and Physiology a Molecular & Integrative Physiology**, v.160A, p.190–199, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpa.2011.05.033>.

KUZ'MINA, V.V. Relative enzyme activity of the intestinal lumen and mucosa. **Journal of Ichthyology**, v.24, p.140-144, 1984.

KUZ'MINA, V.V. Influence of age on digestive enzyme activity in some freshwater teleosts. **Aquaculture**, v.148, p.25-37, 1996. [http://dx.doi:10.1016/S0044-8486\(96\)01370-1](http://dx.doi:10.1016/S0044-8486(96)01370-1).

KUZ'MINA, V.V.; SMIRNOVA, Y.G. Distribution of alkaline phosphatase activity along the length of the intestine of freshwater teleosts. **Journal of Ichthyology C/C of Voprosy Ikhtiologii**, v.32, p. 1-1, 1992.

LAZO, J.P.; DARIAS, M.J.; GISBERT, E. Ontogeny of the digestive tract. In: Holt, J.G. (Ed.). **Larval Fish Nutrition**, Willey-Blackwell, West Sussex, p.5- 46, 2011. <https://doi.org/10.1002/9780470959862.ch1>.

LOURIE, S.A.; VINCENT, A.C.J.; HALL, H.J. Seahorses: An Identification Guide to the World's Species and their Conservation. Project Seahorse, London, 1999.

LUNDSTEDT, L. M.; MELO, J. F. B.; MORAES, G. Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma corruscans* (Teleostei: Siluriformes) in response to diet composition. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v.137, n. 3, p.331-339, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2003.12.003>.

MA, H.; CAHU, C.; ZAMBONINO-INFANTE, J.; YU, H.; DUAN, Q.; LE, GALL M-M.; MAI, K. Activities of selected digestive enzymes during larval development of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). **Aquaculture**, v.245, p.239–248, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.11.032>.

MARTÍNEZ, I.; MOYANO, F. J.; FERNÁNDEZ-DÍAZ, C.; YÚFERA, M. Digestive enzyme activity during larval development of the Senegal sole (*Solea senegalensis*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v.21, n.4, p.317-323, 1999. <https://doi.org/10.1023/A:1007802708459>.

MOYANO, F. J.; DIAZ, M.; ALARCON, F. J.; SARASQUETE, M. C. Characterization of digestive enzyme activity during larval development of gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v.15, n.2, p.121-130, 1996. <https://doi.org/10.1007/BF01875591>.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger-7**. Artmed Editora, 2018.

NOVELLI, B.; OTERO-FERRER, F.; DIAZ, M.; SOCORRO, J.A.; CABALLERO, M.J.; MOLINA DOMÍNGUEZ, L.; MOYANO, F.J. Digestive biochemistry as indicator of the nutritional status during early development of the long snouted seahorse (*Hippocampus reidi*). **Aquaculture** v.464, p.196-204, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.037>.

NOVELLI, B.; SOCORRO, J.A.; CABALLERO, M.J.; OTERO-FERRER, F.; SEGADÉ-BOTELLA, A.; DOMÍNGUEZ, L.M. Development of seahorse (*Hippocampus reidi*, Ginsburg 1933): **histological and histochemical study**. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.41, p.1233–1251, 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s10695-015-0082-5>.

OLIVEIRA, V.M.; ASSIS, C.R.D.; BEZERRA, R.S. Hidrolases digestivas de peixes: aspectos bioquímicos, fisiológicos e biotecnológicos. **Revista Eletrônica de Biologia**, v.7, n.3, p. 330–341, 2014.

PÉRES, A.; ZAMBONINO-INFANTE, J.L.; CAHU, C.L. Dietary regulation of activities and mRNA levels of trypsin and amylase in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.19, p.145, 1998. <https://doi.org/10.1023/A:1007775501340>.

QUINTAS, P.; PLANAS, M.; PURSER G.J. Biochemical composition and enzymatic activities in juveniles of the seahorse *Hippocampus abdominalis* and the effect of *Artemia* enrichment, **Aquaculture Europe**, Porto, Portugal, pp. 1053–1054, 2010.

ROTTA, M.A. **Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo de teleósteos relacionados à piscicultura**. Corumbá, Embrapa pantanal, 48pp, 2003.

SANZ, A.; LLORENTE, J.I.; FURNE´, M.; OSTOS-GARRIDO, M.V.; CARMONA, R.; DOMEZAIN, A.; HIDALGO, M.C. Digestive enzymes during ontogeny of the sturgeon *Acipenser naccarii*: intestine and pancreas development. **Journal of Applied Ichthyology** v.27, p.1139–1146, 2011. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0426...x/abstract>.

TANU.; DEOBAGKAR, D.D.; KHANDEPARKER, R.; SREEPADA, R.A.; SANAYE, V.S.; PAWAR, H.B. (2012). A study on bacteria associated with the intestinal tract of

farmed yellow seahorse, *Hippocampus kuda* (Bleeker, 1852): characterization and extracellular enzymes. **Aquaculture Research** v.43, p.386–394, 2012.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02841.x>.

USCANGA-MARTÍNEZ, A.; PERALES-GARCÍA, N.; ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, C.A.; MOYANO, F.J.; TOVAR-RAMÍREZ, D.; GISBERT, E.; MÁRQUEZ-COUTURIER, G.; CONTRERAS-SÁNCHEZ, W.M.; ARIAS-RODRÍGUEZ, L; INDY, J.R. Changes in digestive enzyme activity during initial ontogeny of bay snook *Petenia splendida*. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.37, p.667-680, 2011.
<https://doi.org/10.1007/s10695-011-9467-2>.

WARDLEY, R.T. A Study on the Feeding of the Pot-Bellied Seahorse (*Hippocampus abdominalis*): Reducing the Reliance on Brine Shrimp (*Artemia*). **Tese de doutorado**, University of Tasmania, Australia, 2016.

ZAMBONINO INFANTE, J.L. ; CAHU, C. Ontogeny of the gastrointestinal tract of marine fish larvae. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v.130, p.477–487, 2001.
[http://dx.doi.org/10.1016/S1532-0456\(01\)00274-5](http://dx.doi.org/10.1016/S1532-0456(01)00274-5).

ZAMBONINO-INFANTE, J.; GISBERT, E.; SARASQUETE, C.; NAVARRO, I.; GUTIÉRREZ, J.; CAHU, C.L. Ontogeny and physiology of the digestive system of marine fish larvae. In: Cyrino, J.E.O., Bureau, D., Kapoor, B.G. (Eds.), **Feeding and Digestive Functions of Fish**. Science Publishers Inc., p.281–348, 2009.
<http://dx.doi.org/10.1201/b10749-8>.

PRODUÇÃO DE *Betta splendens*

João Vitor de Azevedo Manhães¹, Douglas da Cruz Mattos, Raoani Cruz Mendonça, Rômulo Alves Strassburger, Manuel Vazequez Vidal Júnior

RESUMO

O *Betta splendens* é um peixe muito popular entre os aquaristas, principalmente os iniciantes no hobby, representando uma fatia significativa da produção total de peixes ornamentais no Brasil. É um anabantoide da família Osphoremidae nativo da Tailândia e sudeste asiático, onde além de fins ornamentais são usados em lutas de aposta. Sua tolerância a baixos níveis de oxigênio e habilidade de respirar o ar atmosférico o torna um peixe muito resistente e de fácil manutenção em cativeiro. Possui um peculiar comportamento reprodutivo e diversificado manejo produtivo. O presente trabalho tem como objetivo discorrer sobre aspectos de um manejo mais eficiente utilizado atualmente na produção comercial do Betta, descrevendo seu comportamento, e adaptações produtivas feitas por criadores comerciais que aperfeiçoam este manejo, da seleção dos reprodutores até a venda.

Palavras-chave: Peixes Ornamentais; Criação; Produção.

ABSTRACT

Betta splendens is a very popular fish among hobbyists, especially beginners, representing a significant share of the total production of ornamental fish in Brazil. It's an anabantoid of the Osphoremidae family native to Thailand and Southeast Asia, where in addition to ornamental ends are used in betting fights. It's tolerance to low oxygen levels and respiratory or atmospheric ability make it a very resistant fish that is easy to keep in captivity. It has a reproductive behavior and diversified productive management. This paper aims to discuss aspects of a more efficient management currently used in commercial production of Betta, describing their behavior and productive adaptations made by commercial breeders that improve this management, from breeding selection to sale.

Key words: Ornamental fish; Farming; Production.

INTRODUÇÃO

O peixe Betta ou peixe de briga como também é chamado no Brasil, está entre as espécies de peixes ornamentais mais populares no aquarismo mundial. Por ser um peixe que geralmente é criado em pequenos aquários simples sem a necessidade de todos os equipamentos utilizados para outras espécies de peixe como bombas, compressores de ar, aquecedores e etc, é frequentemente porta de entrada para iniciantes no hobby. Com o constante aumento da população nas cidades e moradias

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da UFSC, membro do Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR). E_mail: joao.v.m26@gmail.com. Currículo lattes:<http://lattes.cnpq.br/1513481470483856>. Bolsista CAPES.

cada vez menores, a possibilidade de ter um pet que não faz barulho, não demanda de tanta atenção e pode ocupar o mesmo espaço de uma garrafa de café o torna cada vez mais atrativo.

O Betta é nativo da Tailândia e Sudeste Asiático (Monvises et al., 2009). Sua beleza e disposição em combater outros peixes da mesma espécie lhe inspiraram o nome científico de *Betta splendens*. *Betta* em homenagem a uma tribo guerreira nativa do Sião, os "Ikan Bettah", e o *splendens* do latim *splendore*. Os machos defendem seu território e ao se depararem com um intruso, intensificam a cor do corpo, abrem as nadadeiras e os opérculos ao máximo, para que pareçam maiores, e fazem movimentos vigorosos com a cauda. Caso os avisos sejam ignorados, passa a perseguir e morder o rival, podendo até mata-lo (Miller & Miller, 1970).

Naturalmente habita áreas rasas como pântanos e se adaptou bem aos arrozais. Nestes locais a profundidade varia de 2 a 9 cm, e a distribuição populacional destes peixes fica em média de 1,7 peixe/m² quadrado (Jaroensutasinee e Jaroensutassinee 2001). Estes ambientes são geralmente pobres em oxigênio, então para lidar com a hipóxia, a evolução favoreceu o desenvolvimento de uma estrutura respiratória modificada, que é o labirinto (Johansen, 1970). Este órgão fica localizado próximo à base de inserção das brânquias do peixe e fazem a troca gasosa com o ar atmosférico através de goladas periódicas com o deslocamento até a superfície. Para o Betta adulto estes goles de ar são obrigatórios, pois sem eles o peixe morreria afogado, pois sua troca gasosa pelas brânquias é limitada.

A domesticação deste peixe e a criação seletiva já acontecem a centenas de anos, justamente pela sua agressividade, dando origem as lutas entre os peixes que são populares até hoje, principalmente, entre os tailandeses. Os peixes criados para estas lutas de aposta são selecionados para ter um corpo grande e forte, com escamas duras, mas nadadeiras menores, como proteção contra as mordidas do oponente (Monvises et al., 2009). Nesta linha de seleção as cores e os padrões são de importância secundária, porém as habilidades para resistir e vencer as lutas são cruciais. As linhagens que são criadas para esta atividade, em particular, são conhecidas por seus altos níveis de agressividade (Verbeek *et al.*, 2008).

Após a chegada do Betta na Alemanha em 1896 e nos Estados Unidos em 1910 a finalidade principal deste peixe se tornou a ornamentação, priorizando diferentes características desejáveis na seleção, dando origem a novas linhagens. Estas linhagens criadas para fins ornamentais têm pouca semelhança com seus

parentes selvagens, possuindo grandes variações no tamanho e formato das nadadeiras, estrutura e cor do corpo (Tlusty, 2002 ; Sriwattanarothai *et al.* , 2010). Só então o mercado para esta espécie se tornou promissor a nível mundial alcançando a popularidade que tem nos dias de hoje.

Desde a segunda guerra mundial já havia criadores de bettas no Brasil, entretanto esta espécie só se tornou uma das principais espécies cultivadas após 1990, quando surgiram os primeiros bettas super delta e crowtail no país. Posteriormente com a mutação halfmoon, onde a nadadeira caudal perfaz um ângulo de 180º graus, o betta ganhou novo impulso e atualmente é uma das dez espécies mais produzidas no Brasil.

O cultivo de bettas ocorre em todos os Estados do país, em ambiente rural e urbano. No ambiente rural geralmente encontramos uma produção em larga escala com peixes predominantemente de cauda longa halfmoon. No ambiente urbano predominam os cultivos em pequena escala e geralmente de plakats. Peixes de cauda curta, mas com excelente padrão. Apesar de não existirem dados confiáveis sobre a produção nacional de bettas, é interessante citar que na região de Muriaé-MG são produzidos e comercializados aproximadamente 200 mil bettas ao mês.

O objetivo deste trabalho é discorrer sobre a metodologia atualmente mais eficiente para produção de *Betta splendens* no Brasil.

2. SELEÇÃO DE MATRIZES

Importante iniciar este tópico esclarecendo uma confusão comum na piscicultura ornamental até mesmo entre os criadores já experientes, que é a diferença entre espécie, variedade e linhagem.

Espécie é uma classificação taxonômica que pode ser simplificado como um conjunto de indivíduos muito semelhantes, capazes de cruzar entre si e gerar filhotes férteis. Neste caso "*Betta*" é o gênero e "*splendens*" sim é a espécie. Em nível de curiosidade, segundo Monvises et al., (2009) além do *Betta splendens* existem mais de 54 espécies de *Betta* pelo mundo.

Variedade na verdade é um termo que veio da botânica, porém na piscicultura ornamental é usado para um grupo em que os peixes da mesma variedade apresentam características em comum que os diferenciam de outras variedades dentro da mesma espécie. São geralmente obtidas por seleção de cruzamentos direcionados pelo criador, e quando cruzados indivíduos dentro dessa variedade dão

origem a proles com uma alta porcentagem de herança das características dessa mesma variedade. Exemplos de variedades de Betta podem ser quanto à cor azul royal e azul aço, sendo estas duas variedades distintas. Outra característica das variedades é que estas são batizadas pelo criador que primeiro as fixou.

Já linhagem é um grupo de peixes da mesma espécie e não necessariamente da mesma variedade que são criados isolados de outros grupos por um tempo suficiente para que sejam diferentes geneticamente de outras linhagens. Por exemplo, se o criador resolver cruzar um Betta azul royal com um azul aço, provavelmente ele vai obter peixes fora dos padrões das variedades de origem, porém se continuar mantendo este grupo em cruzamentos terá uma linhagem a parte. Da mesma forma que criadores diferentes que mantêm apenas Bettas azul royal em criações expostas a condições diferentes de água, temperatura ou presença de patógenos terá uma pressão de seleção diferente em seus planteis de criação e mesmo que dentro da mesma variedade, com as gerações surgem linhagens diferentes.

Para a seleção dos reprodutores é necessário que o criador observe atentamente as características tanto masculinas quanto femininas desejáveis da variedade a ser criada, como cor; formato das nadadeiras e do corpo. Para as variedades de nadadeiras longas é preciso observar os raios destas nadadeiras, pois quanto mais robustos e ramificados os raios, maior será a sustentação destas nadadeiras. Para as cores, observar se não existem infiltrações de outras cores indesejadas a fim de manter a pureza da variedade. O corpo deve ser proporcional para sustentar as nadadeiras, principalmente, não utilizar peixes com o pedúnculo caudal afinado, pois para manter a abertura caudal a musculatura deve ser forte e descartar peixes que apresentem deformidades e assimetrias.

Selecionar machos saudáveis, ativos e maiores que as fêmeas, pois para que o acasalamento ocorra, o macho deve conseguir envolver a fêmea com seu corpo. Já a fêmea deve ter o abdome abaulado pela presença dos ovócitos maduros e apresentar o ovopositor exposto, que é um ponto branco protuberante junto ao orifício anal.

O Betta é um peixe precoce, estando apto a reprodução com cerca de três meses e meio (James e Sampath 2004), no entanto o número de ovos por fêmea aumenta em relação a idade e o peso. Nos machos também é necessário que o macho tenha tamanho para melhorar a eficiência na reprodução. Portanto é mais interessante utilizar peixes com pelo menos cinco meses de idade como reprodutores.

O processo de seleção de matrizes visando o melhoramento do plantel gera descendentes melhores que a média da população de onde vieram as matrizes e por isso possibilitará selecionar novas matrizes ainda melhores. Por este motivo a taxa de renovação do plantel de matrizes é muito elevada, geralmente, são totalmente renovadas após duas a dez desovas. O mesmo aspecto obriga o produtor a observar todos os peixes a serem comercializados e separar dentre estes, aqueles que possam vir a ser boas matrizes.

3. REPRODUÇÃO

Na natureza os machos constroem um ninho no centro de seu território (Picciolo, 1964), a presença do ninho atrai a fêmea para este território (Braddock & Braddock, 1959). O macho então tenta levar a fêmea ao ninho através de exhibições laterais em relação à fêmea e depois retorna ao ninho em zigue-zague (Miller & Jearld, 1983) alternando entre se exhibir e construir ninho (Bronstein, 1982). Inicialmente, a fêmea foge e se esconde, exibindo barras verticais, que indicam sua submissão, então após cerca de 24 h, a mesma fêmea retorna para a desova com este macho (Rainwater & Miller, 1968 ; Bronstein, 1982). Baseados nas observações do comportamento reprodutivo natural do Betta foram desenvolvidas diversas técnicas para a sua reprodução em cativeiro.

Após a seleção dos reprodutores, o criador deve usar um pequeno recipiente para fazer o acasalamento que não deve ultrapassar os 15cm de profundidade. Em produções comerciais geralmente são usadas pequenas bacias plásticas com volume útil de pelo menos 1,5 litros (Figura 1) que são alocadas em um banho maria ou em sala climatizada para que a temperatura fique em torno de 28 °C. Especialmente nas criações da Zona da Mata Mineira foi desenvolvida uma técnica de utilização de garrafas pet de 2 litros para o acasalamento (Figura 2). Esta garrafa sofre uma abertura retangular na lateral que a deixa com um aspecto de aquário e já são alocadas dentro do tanque em que a larvicultura e alevinagem serão feitas (Figura 3).



Figura 1: Local para reprodução dos Bettas.



Figura 2: Garrafa para a reprodução do Bettas.

Antes de colocar os reprodutores no recipiente de acasalamento o criador deve ter alguns cuidados. É recomendado que o macho seja colocado um dia antes que a fêmea para que já possa estar confeccionando o ninho de bolhas no momento do contato com a fêmea. O ninho de bolhas é feito pelo macho ao tragar o ar da superfície e o misturar com o muco encontrado na cavidade bucal, exalando bolhas carregadas de muco entre a vegetação da superfície para criar um ninho de bolhas flutuante (Kang & Lee, 2010). Para que seja mantida a coesão do ninho de bolhas é importante que um pedaço de material flutuante seja colocado dentro do recipiente, que pode ser uma folha de macrófita (detalhe na Figura 4) ou um pedaço de isopor por exemplo.



Figura 3: Garrafas para desova nos flutuadores.



Figura 4: Betta macho com larvas.

Ao inserir a fêmea no recipiente junto ao macho, o criador deve observar o padrão de cores que esta apresenta, pois independente da cor original desta fêmea, ela apresentará listras em seu corpo na presença do macho. Estas listras demonstram a disponibilidade desta fêmea para a reprodução com este macho, se apresentar listras horizontais (sentido cabeça cauda) significa que a fêmea está estressada e não vai aceitar reproduzir com este macho, caso a presença da fêmea continue no recipiente o macho irá mata-la nos próximos dias. Já no caso da fêmea apresentar listras verticais (sentido dorso ventre) significa que está pronta para a reprodução e é bem provável que a desova ocorra no dia seguinte a união do casal.

A desova ocorre num evento conhecido como abraço anabantoide, comum aos peixes deste grupo (Rainwater & Miller, 1968), especificamente para Bettas, entre os criadores é chamado de abraço nupcial. Neste evento o macho envolve a fêmea com o corpo, fazendo uma pressão no abdome da fêmea que expelle os óvulos que são prontamente fertilizados pelo esperma do macho, sendo esta uma fecundação externa. Após expelir alguns ovos a fêmea cai numa espécie de transe por alguns poucos segundo, tempo este utilizado pelo macho para recolher os ovos que se vão ao fundo do recipiente e coloca-los cuidadosamente no ninho. O macho deve ser rápido neste processo, pois logo que a fêmea desperta, devora os remanescentes sem nenhuma cerimônia. Este processo se repete diversas vezes até que se finde a desova.

Quando a desova acaba o macho se volta a proteção do ninho e afugenta a fêmea, neste momento, a fêmea deve ser retirada do recipiente para que não seja morta pelo macho. Este macho vai então se encarregar da manutenção das bolhas do ninho e de recolocar ovos e larvas que venhas a se desprender dele. Dependendo da temperatura, entre 24 e 48h as larvas eclodem dos ovos e permanecem dependentes do ninho e dos cuidados do pai até que seja absorvido todo o vitelo (reserva de nutrientes que as larvas já possuem ao nascer), até cerca de três dias de vida, quando iniciam a natação independente e horizontal. Neste momento o macho é retirado e as larvas são levadas para o setor de larvicultura.

4. LARVICULTURA

Os pequenos Betta não nascem com o labirinto funcional (Mendez - Sanchez & Burggren, 2014), fazendo troca gasosa cutânea e posteriormente branquial até que seja iniciada a respiração aérea, por isso, nestas primeiras cinco semanas de vida a água de cultivo deve ter uma boa concentração de oxigênio.

No terceiro dia de vida a pós-larva de betta deve receber alimento, pois seu vitelo já estará próximo do fim. A dificuldade nesta fase é prover um item alimentar pequeno o bastante para passar pelo esôfago, que seja nutritivo, desperte a atenção da pós-larva e que não comprometa a qualidade da água. Nos cultivos em ambientes reduzidos sugerimos que sejam feitas culturas de paramécio ou de rotífero para prover com estes organismos alimento nos primeiros cinco dias de alimentação da pós-larva. Do quinto ao décimo quinto dia já é possível alimentar os peixes com nauplios de

artêmia e ir introduzindo a ração extrusada reduzida a pó. Esta ração deve ter elevada digestibilidade e teor de proteína bruta acima de 40%.

O uso de gema de ovo em pó é relatado por diversos autores, mas deteriora rapidamente a qualidade da água. O próprio uso de paramécio e rotífero só são viáveis se estes organismos forem coados para separá-los da água de sua cultura.

Neste ambiente (urbano) a larvicultura e alevinagem geralmente são realizadas em aquários de 60 a 200 litros de volume total e dotados de filtro de espuma. Também é aconselhável sifonar diariamente fezes, peixes mortos e restos de alimentos.

No caso das criações em ambiente rural, a larvicultura é feita em tanques pequenos (Figura 5), geralmente de 2 a 5 metros quadrados e altura da lâmina de água entre 40 e 60 cm. Os tanques são previamente adubados visando o surgimento de rotíferos. Esta adubação pode ser com adubos químicos (superfosfato triplo e sulfato de amônio), orgânicos (esterco curtido de aves) ou a mistura de ambos. É preciso utilizar uma fonte de cálcio para tamponar a água e manter o pH próximo a 7,2. Muitos produtores adicionam, com sucesso, folhas secas de gramíneas que ajudam na floração do zooplâncton. Sete a dez dias após este preparo, o tanque já pode receber as pós-larvas (que estarão no terceiro dia de vida). No mesmo dia é introduzida uma porção de daphnias.



Figura 5: Tanques utilizados na larvicultura do Betta.

Nos primeiros dias os peixes se alimentarão dos rotíferos e protozoários e a partir do décimo dia de vida já conseguem comer daphnias recém nascidas. Nesta fase inicia a oferta de ração em pó, com características similares a anteriormente

descrita. É aconselhável manter aeração nos tanques de larvicultura e alevinagem como forma de incorporar oxigênio na água.

5. CRESNIMENTO

Após 30 a 45 dias no tanque de alevinagem, a água não apresenta características adequadas ao cultivo e é feita a transferência dos juvenis para outro tanque (adubado e com abundância de daphnias) na proporção de um peixe para 5 litros. Nesse novo ambiente os peixes permanecem por mais 45 dias e a alimentação é basicamente ração. As daphnias presentes no peixamento inicial geralmente são extintas em uma semana.

Para os criadores em ambiente urbano, é uma fase similar, apenas realizada em aquários. Os peixes também recebem ração, geralmente microextrusada, e complementam a alimentação com enchitréia. Ao final deste período as características sexuais secundárias estarão bem evidentes e os machos já terão iniciado as brigas por território. É o momento em que se faz a individualização dos machos.

No ambiente urbano os jovens machos são colocados em beteiras de vidro ou de plástico. Estas devem ser limpas a cada dois dias. No ambiente rural é mais utilizado o bloco de beteiras flutuantes, que consiste em um conjunto de garrafas de plástico perfuradas para permitir a renovação da água e a eliminação das fezes e restos de ração (Figuras 6 e 7).

Em cada beteira ou célula do bloco será alojado um macho. As fêmeas podem continuar em tanques ou aquários coletivos. É comum colocar as fêmeas no mesmo tanque dos blocos de machos, para aproveitar a ração que cai na água fora dos blocos durante a alimentação.

Comumente nos blocos se desenvolvem algas filamentosas que colmatam os orifícios de troca de água. É importante limpar periodicamente, pois podem provocar acúmulo de amônia no recipiente e reduzir a velocidade de crescimento e até levar o Betta a óbito.

Esta fase de finalização da engorda dura de 30 a 60 dias, dependendo do tamanho que o mercado deseja o Betta e da própria velocidade de crescimento do animal. Nos cultivos em estufa o Betta é comercializado com 120 a 150 dias de vida.



Figura 6: Beteiras flutuantes.



Figura 7: Beteiras nos tanques de crescimento.

6. MERCADO E COMERCIALIZAÇÃO

Para o mercado, o Betta macho é mais popular, pois são maiores e tem cores mais vivas (Thongprajukaew et al. 2014). Quando falamos do Betta sem variedade definida, os machos são de três a cinco vezes mais caros que as fêmeas. No caso das variedades definidas a situação até pode se inverter. Uma boa fêmea fancy, koy ou galaxy pode ser mais cara que os machos das mesmas linhagens.

Para Bettas de variedades puras, a venda pela internet tem sido o principal meio de comercialização. No caso dos Bettas de padrão intermediário ou sem pureza (apesar de muito belos) são vendidos nas lojas de aquarofilia, nos pet shops e floriculturas e representam a maior fatia deste mercado.

Independente do canal de comercialização, os machos serão embalados individualmente e as fêmeas coletivamente. A embalagem padrão de bettas machos é um saco plástico com 75 ml de água e 200 ml de ar atmosférico (Figuras 8 e 9). O uso de oxigênio não é aconselhável. Nesta embalagem o peixe pode permanecer com segurança por quatro dias. Atualmente existem substâncias para otimizar o transporte. Desde o início do século já se usa o eugenol como tranquilizante para peixes, porém ele apresenta alguns inconveniente, mais recentemente a melaneuca vem sendo utilizada com sucesso.



Figura 8: Bettas embalados e prontos para venda / Figura 9: Betta macho embalado em seladora.

REFERÊNCIAS

- Braddock, J. C. & Braddock, Z. I. (1959). The development of nesting behaviour in the Siamese fighting fish *Betta splendens*. *Animal Behaviour* 7, 222–232.
- Bronstein, P. M. (1982). Breeding, paternal behaviour and their interruption in *Betta splendens*. *Animal Learning & Behavior* 10, 145–151.
- James R, Sampath K. Effect of different feeds on growth and fecundity in ornamental fish, *Betta splendens* (Regan). *Indian J Fish*, v.49, p.279-285, 2002.
- Jaroensutasinee M, Jaroensutasinee J (2001) Bubble nest habitat characteristics of wild Siamese fighting fish. *J Fish Biol* 58: 1311–1319
- Johansen, K. (1970). Air breathing in fishes. In *Fish Physiology*, Vol. 4 (Hoar, W. S. & Randall, D., eds), pp. 361–411. New York, NY: Academic Press.
- Kang, C. K. & Lee, T. H. (2010). The pharyngeal organ in the buccal cavity of the male Siamese fighting fish, *Betta splendens*, supplies mucus for building bubble nests. *Zoological Science* 27, 861–866.
- Miller, R. J. & Miller, H. C. (1970). Studies on agonistic behaviour of anabantoid fishes. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science* 49, 60–85.
- Miller, R. J. & Jearld, A. (1983). Behavior and phylogeny of fishes of the genus *Colisa* and the family *Belontiidae*. *Behaviour* 83, 155–185.
- Monvises, A., Nuangsaeng, B., Sriwattanarothai, N., & Panijpan, B. (2009). The Siamese fighting fish: well-known generally but little-known scientifically. *ScienceAsia*, 35(1), 8-16.
- Picciolo, A. R. (1964). Sexual and nest discrimination in anabantid fishes of the genera *Colisa* and *Trichogaster*. *Ecological Monographs* 34, 53–77.
- Rainwater, F. L. & Miller, R. J. (1968). Courtship and reproductive behaviour of Siamese fighting fish, *Betta splendens* Regan (Pisces, *Belontiidae*). *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science* 47, 98–114.

Randall, D. (1981). In *Fish Physiology*, Vol. 4 (Hoar, W. S. & Randall, D., eds), pp. 361–411. New York, NY: Academic Press.

Sriwattanarojai, N., Steinke, D., Ruenwongsa, P., Hanner, R. & Panijpan, B. (2010). Molecular and morphological evidences support the species status of the Mahachai fighter *Betta* sp. Mahachai and reveals new species of *Betta* from Thailand. *Journal of Fish Biology* 77, 414–424.

Thlusty, M. (2002). The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. *Aquaculture* 205, 203–219.

Thongprajukaew K, Kovitvadhi S, Kovitvadhi U, Rungruangsak-Torrissen K (2014) Pigment deposition and in vitro screening of natural pigment sources for enhancing pigmentation in male Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910). *Aquac Res* 45:709–719.

Verbeek, P., Iwamoto, T. & Murakami, N. (2008). Variable stress-responsiveness in wild type and domesticated fighting fish. *Physiology & Behavior* 93, 83–88.

CRIAÇÃO DE PEIXES ORNAMENTAIS MARINHOS NO BRASIL: SITUAÇÃO ATUAL DA PESQUISA E DESAFIOS FUTUROS

Sérgio Leandro Araújo-Silva¹, Ksenia Skorupa Ribeiro Dos Santos², Giovanni Martins Busanello³, Jonathas Rodrigo Dos Santos Pinto², Danillo Dos Santos Santana², Raoani Cruz Mendonça⁴, Renata Ávila Ozório⁵, Mônica Yumi Tsuzuki⁶

RESUMO

Devido à insustentabilidade da captura de espécies do ambiente natural para fins de ornamentação, a produção de peixes recifais está se tornando essencial para reduzir a pressão sobre as populações selvagens. O Brasil figura em 4º lugar com relação às pesquisas sobre aquicultura de peixes ornamentais marinhos, desenvolvidas em diferentes instituições, dentre elas a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O Laboratório de Peixes e Ornamentais Marinhos (LAPOM-UFSC) desenvolve estudos com intuito de aprimorar os protocolos de produção de espécies como o cavalo-marinho brasileiro *Hippocampus reidi*, o neon gobi *Elacatinus figaro* e espécies de peixe-palhaço (Pomacentridae). Também pesquisa metodologias para obtenção de desovas, incubação e larvicultura de espécies endêmicas e de ocorrência no Brasil como o *Gramma brasiliensis* e o peixe-anjo-anão *Centropyge aurantonotus*. Recentemente, o LAPOM adquiriu outras espécies de peixes, como o *Opistognathus aurifrons*, nativo e de coleta proibida, além de peixes-anjos como o *Pomacanthus paru* e *Holacanthus tricolor*, buscando avaliar a viabilidade da criação e manutenção em cativeiro. Além disso, iniciou trabalhos com a introdução de ingredientes alternativos na ração, como a farinha de insetos. É necessário o desenvolvimento de pacotes tecnológicos para as espécies de interesse, bem como a realização de parcerias entre iniciativa privada e universidades, sendo necessários incentivos fiscais e financiamentos para a realização das pesquisas.

Palavras-chave: Aquicultura; Reprodução cativa; Nutrição de Peixes; Larvicultura.

ABSTRACT

Due to the unsustainability of capturing specimens from the natural environment for ornamentation purposes, reef fish production is becoming essential to reduce pressure on wild populations. Brazil ranks 4th in relation to research on aquaculture of marine ornamental fish, developed in different institutions, among them the Federal University of Santa Catarina (UFSC). The Marine Fish and Ornamentals Laboratory (LAPOM-UFSC) develops studies to improve the production protocols of species such as the Brazilian seahorse *Hippocampus reidi*, the neon goby *Elacatinus figaro* and clownfish species (Pomacentridae). It also researches methodologies for obtaining spawning, incubation and larviculture of endemic species that occur in Brazil, such as *Gramma brasiliensis* and the dwarf-angelfish *Centropyge aurantonotus*. Recently, LAPOM has acquired other species of fish such as *Opistognathus aurifrons*, native and prohibited collection, and the angelfishes *Pomacanthus paru* and *Holacanthus tricolor*, aiming to

¹ Doutorando em Aquicultura - Universidade Federal de Santa Catarina. sergiol.bio@gmail.com

² Mestrando em Aquicultura - Universidade Federal de Santa Catarina.

³ Graduando em Eng^a de Aquicultura - Universidade Federal de Santa Catarina.

⁴ Professor Dr. – Instituto Federal do Pará.

⁵ Dr^a. em Aquicultura - Universidade Federal de Santa Catarina

⁶ Professora Dr^a - Universidade Federal de Santa Catarina.

assess the viability of captive breeding and maintenance. In addition, it began working with the introduction of alternative ingredients in the feed such as insect flour. It is necessary to develop technological packages for the species of interest, as well as to establish partnerships between private initiative and universities, being necessary tax incentives and funding for the research.

Key-words: Aquaculture; Captive breeding; Fish Nutrition; Larviculture.

INTRODUÇÃO

A pressão de extração sobre peixes recifais tem aumentado com a expansão do comércio ornamental, e os impactos sobre as espécies-alvo são pouco conhecidos. A realidade altamente seletiva, juntamente com a inexistência de um controle efetivo de captura e comércio, levam a um alto risco de sobre-exploração dos recursos, demonstrando a insustentabilidade desta atividade (WOOD, 2001; MONTEIRO-NETO et al., 2003; GASPARINI et al., 2005; GURJÃO e LOTUFO, 2018).

O desenvolvimento de protocolos confiáveis e sustentáveis para a criação de peixes recifais na aquicultura é essencial para auxiliar na redução da pressão de pesca sobre as populações selvagens. A piscicultura ornamental marinha além de produzir espécimes mais resistentes e com melhor adaptação ao cativeiro (WITTENRICH, 2007), contribui para o estudo minucioso da biologia das espécies, acarretando melhorias nos métodos de produção, o que pode ser transferido para outras espécies (DHERT et al., 1997; TLUSTY 2002).

Segundo Pouil et al. (2019), de 2012 a 2017 foram registradas 338 espécies de peixes ornamentais marinhos cultivadas, pertencentes a 37 famílias, sendo 134 espécies disponíveis comercialmente e apenas 18% delas disponíveis regularmente no mercado. Com relação às pesquisas acadêmicas, 117 espécies de 23 famílias foram estudadas no mundo, e as duas famílias mais representadas foram Pomacentridae (59 espécies criadas e 30 espécies estudadas) e Syngnathidae (44 espécies criadas e 17 espécies estudadas) (POUIL et al., 2019). O Brasil figura em 4º lugar com relação às pesquisas sobre aquicultura de peixes ornamentais marinhos, expressa pelos números totais de estudos e espécies publicados em língua inglesa da década de 1960 até 2017 (POUIL et al., 2019).

Algumas espécies possuem requisitos específicos, demandam tempo e/ou altos custos de produção, que são inconsistentes com os objetivos de lucratividade de empresas privadas. Nesse contexto, o desenvolvimento de pacotes tecnológicos para criação de certas espécies se faz necessário (OLIVOTTO et al., 2017) e a pesquisa

acadêmica pode levar a avanços significativos (POUIL et. al., 2019). Espécies de Acanthuridae e Chaetodontidae (*Paracanthurus hepatus*, *Zebrasoma flavescens*, *Chaetodon sedentarius*) por exemplo, exigiram muitos anos de pesquisa para a produção dos primeiros juvenis por equipes acadêmicas (DIMAGGIO et al. 2017; CALLAN et al. 2018; OHS et al. 2018).

A publicação de artigos científicos e documentos de extensão tornam as informações acessíveis às empresas, mas existem outras formas de interações entre a academia e o setor privado, como financiamentos ou participação de estudantes de pós-graduação em empresas privadas (POUIL et. al., 2019). Além disso, a infraestrutura de alguns setores privados, como aquários, pode ser interessante para a manutenção e reprodução de espécies específicas, como os peixes-anjo (Pomacanthidae) que demandam espaços maiores.

Dentre os principais gargalos da produção de peixes ornamentais marinhos, estão a larvicultura, devido à sensibilidade das larvas, principalmente no que se refere à primeira alimentação (DIMAGGIO et al. 2017; OLIVOTTO et al. 2017; RHYNE et al. 2017; CALLAN et al. 2018) e a nutrição de larvas e juvenis, devido a falta de conhecimento acerca das exigências nutricionais (NRC, 2011; VARGAS-ABÚNDEZ et al., 2019).

Na fase de larvicultura, algumas larvas recém-eclodidas possuem tamanho de boca reduzido e precisam de alimentos alternativos, já que os tradicionais (rotíferos e *Artemia* sp.) podem ser inadequados tanto devido ao tamanho, quanto em termos nutricionais. Náuplios de copépodes podem ser uma boa alternativa (OLIVOTTO et al. 2017; RHYNE et al. 2017), no entanto, a produção intensiva de espécies adequadas de copépodes ainda constitui um desafio (DHONT et al. 2013).

O Brasil tem desenvolvido pesquisas com aquicultura de peixes ornamentais marinhos em diferentes instituições (Tabela 1). Grande parte dos trabalhos publicados foram realizados no Laboratório de Peixes e Ornamentais Marinhos (LAPOM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que desenvolve estudos desde 2008, com ênfase em espécies nativas e em alto risco de extinção. Pretende-se aprimorar os protocolos de criação de espécies como o cavalo-marinho brasileiro *Hippocampus reidi*, o neon gobi *Elacatinus figaro* e espécies de peixes-palhaço (Pomacentridae); avançar em metodologias para a incubação e a larvicultura de outros peixes com interesse pelo mercado da aquarofilia, como o grama brasileiro *Gramma brasiliensis* e o peixe-anjo- anão *Centropyge aurantonotus*.

Esse trabalho sumariza as produções científicas do Brasil (Tabela 1), com os avanços e as dificuldades da produção dos espécimes *Elacatinus figaro*, *C. aurantonotus*, *H. reidi* e *G. brasiliensis*.

Tabela 1: Artigos publicados com pesquisas realizadas no Brasil relacionados à aquicultura de peixes ornamentais marinhos.

Título	Espécie/Família	Laboratórios	Referência
Closing the reproductive cycle: Growth of the seahorse <i>Hippocampus reidi</i> (Teleostei, Syngnathidae) from birth to adulthood under experimental conditions	<i>Hippocampus reidi</i> - Syngnathidae	1a	HORA & JOYEUX (2009)
Reproduction, early development and larviculture of the barber goby, <i>Elacatinus figaro</i> (Sazima, Moura & Rosa 1997)	<i>Elacatinus figaro</i> - Gobiidae	2a	MEIRELLES, TSUZUKI, RIBEIRO, MEDEIROS & SILVA (2009)
Efeito do tamanho do rotífero na sobrevivência e no crescimento de neon gobi <i>Elacatinus figaro</i> durante as fases iniciais de larvicultura	<i>Elacatinus figaro</i> - Gobiidae	2a	CORTÊS & TSUZUKI (2010)
Production of juvenile barber goby <i>Elacatinus figaro</i> in captivity: developing technology to reduce fishing pressure on an endangered species	<i>Elacatinus figaro</i> - Gobiidae	4a	SHEI, MIRANDA-FILHO, RODRIGUES & SAMPAIO (2010)
Effect of different live food on survival and growth of first feeding barber goby, <i>Elacatinus figaro</i> (Sazima, Moura & Rosa 1997) larvae	<i>Elacatinus figaro</i> - Gobiidae	2a	CORTÊS & TSUZUKI (2011)
Viabilidade econômica do cultivo do peixe palhaço, <i>Amphiprion ocellaris</i> , em sistema de recirculação	<i>Amphiprion ocellaris</i> - Pomacentridae	2a	KODAMA, ANNUNCIÇÃO, SANCHES, GOMES & TSUZUKI (2011)
Can barber goby <i>Elacatinus figaro</i> control <i>Neobenedia melleni</i> infections on dusky grouper <i>Epinephelus marginatus</i> ?	<i>Elacatinus figaro</i> - Gobiidae	2 a,c / 3	SOUZA, ANNUNCIÇÃO, LINS, SANCHES, MARTINS & TSUZUKI (2014)
Anticipation of <i>Artemia</i> sp. supply in the larviculture of the barber goby <i>Elacatinus figaro</i> (Gobiidae: Teleostei) influenced growth, metamorphosis and alkaline protease activity	<i>Elacatinus figaro</i> - Gobiidae	2 a,b	SILVA-SOUZA, SUGAI & TSUZUKI (2015)

Effect of live food transition time on survival, growth and metamorphosis of yellowtail clownfish, <i>Amphiprion clarkii</i> , larvae	<i>Amphiprion clarkii</i> - Pomacentridae	2a	NASS, GONÇALVES & TSUZUKI (2016)
Tolerance and growth of the longsnout seahorse <i>Hippocampus reidi</i> at different salinities	<i>Hippocampus reidi</i> - Syngnathidae	1b,c / 2a / 4a / 5 / 6	HORA, JOYEUX, RODRIGUES, SOUSA-SANTOS, GOMES & TSUZUKI (2016)
The effect of triiodothyronine on survival, growth and metamorphosis of yellowtail clownfish <i>Amphiprion clarkii</i> (Bennett, 1830) larvae	<i>Amphiprion clarkii</i> - Pomacentridae	2a / 7	CONTRERA, EUGÊNIO, DAMASCENO, BOMBARDELLI & TSUZUKI (2016)
Effect of photoperiod and tank colour on growth and survival of pelagic-phase seahorse <i>Hippocampus reidi</i>	<i>Hippocampus reidi</i> - Syngnathidae	1b / 2a	HORA, JOYEUX, GUABIROBA & TSUZUKI (2017)
Stocking density for the seahorse <i>Hippocampus reidi</i> in the pelagic phase and insights on the benthic phase in culture conditions	<i>Hippocampus reidi</i> - Syngnathidae	1b / 2a	HORA, JOYEUX & TSUZUKI (2018)
Effect of triiodothyronine (T3) in the larval development of the barber goby <i>Elacatinus figaro</i>	<i>Elacatinus figaro</i> - Gobiidae	2a / 4a,b	EUGÊNIO, RODRIGUES, ROMANO & TSUZUKI (2018)
Basil, tea tree and clove essential oils as analgesics and anaesthetics in <i>Amphiprion clarkii</i> (Bennett, 1830)	<i>Amphiprion clarkii</i> - Pomacentridae	2a	CORREIA, PEDRAZZANI, MENDONÇA, MASSUCATTO, OZÓRIO & TSUZUKI (2018)
Thermal influence on the embryonic development and hatching rate of the flameback pygmy angelfish <i>Centropyge aurantonotus</i> eggs	<i>Centropyge aurantonotus</i> , Pomacanthidae	2a	MENDONÇA, IKEBATA, ARAÚJO-SILVA, MANHÃES & TSUZUKI (2019)

Fonte: Elaborado pelos autores.

1. Universidade Federal do Espírito Santo a- Departamento de Oceanografia e Ecologia / b- Laboratório de Ictiologia e Maricultura Ornamental (LabIMO) / c- Laboratório de Ictiologia
2. Universidade Federal de Santa Catarina a- Laboratório de Peixes e Ornamentais Marinhos (LAPOM) / – b Laboratório de Enzimologia Aplicada, Universidade Federal de Santa Catarina / c- Laboratório AQUOS, Sanidade de Organismos Aquáticos
3. Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Norte, Instituto de Pesca, SP
4. Universidade Federal do Rio Grande - a- Laboratório de Piscicultura Estuarina e Marinha / b- Laboratório de Imunologia e Patologia de organismos aquáticos
5. Universidade Federal de Pernambuco - Laboratório de Cultivo e Ecotoxicologia
6. Universidade Vila Velha - Laboratório de Ictiologia Aplicada
7. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Centro de Aquicultura

2. ESPÉCIES NATIVAS ESTUDADAS NO LAPOM

Neon gobi (*Elacatinus figaro*)

O neon gobi amarelo *Elacatinus figaro*, um peixe recifal endêmico do Brasil, é de interesse comercial na aquariofilia devido ao seu tamanho reduzido, coloração, comportamento ativo e rusticidade (SAZIMA et al., 2000). Atua como peixe limpador nos recifes (SAZIMA, MOURA & ROSA, 1997), removendo ectoparasitas de outros peixes, essa interação é considerada de fundamental importância ecológica (SAZIMA, MOURA & SAZIMA, 1999; SAZIMA et al., 2000).

Devido a uma coleta intensiva para o comércio de aquários (GASPARINI et al., 2005), *E. figaro* foi incluído na lista de espécies ameaçadas de extinção, e sua captura e comércio são proibidos pelo Ministério do Meio Ambiente (Instrução Normativa nº 5, de 21 de maio de 2004). A produção desse peixe em cativeiro é uma das medidas para aliviar os estoques naturais da pressão de extração, que ainda ocorre ilegalmente (MEIRELLES et al., 2009).

A viabilidade na criação do neon gobi em cativeiro foi demonstrada por Meirelles et al. (2009). Foi verificado que vinte dias após a aclimação ao cativeiro, os primeiros casais começaram a se formar. As primeiras desovas começaram 12 dias após a formação do primeiro par, com uma fêmea de cada par gerando de 140 a 700 ovos. O período médio de incubação dos ovos foi de 6,8 dias a 25° C. A melhor taxa de eclosão foi de 99,5%. A larvicultura utilizou água verde (introdução de *Nannochloropsis oculata*) com rotíferos (*Brachionus rotundiformis*) como primeiro alimento (dia 0 - 25); náuplio e meta-náuplio de *Artemia* sp. foram fornecidos desde o dia 18 até a metamorfose larval (início com 30 dias) com desmame subsequente usando dietas marinhas comerciais. A melhor taxa de sobrevivência larval até a metamorfose completa foi de 30,6%, e após esse período a mortalidade foi insignificante. Shei et al. (2010) encontraram resultados similares: a primeira desova ocorreu 24 dias após a formação dos pares e posteriormente a cada 8 a 10 dias a 26°C; a fecundidade variou de 430 a 1020 ovos, com taxa de eclosão média de $69 \pm 16\%$; náuplio de *Artemia* sp. foi adicionada aos 15 dias após eclosão (DAE) e as larvas assentaram de 28 a 35 DAE.

Em estudo que avaliou as dimensões mais adequadas do rotífero *Brachionus* sp. para melhores sobrevivência e crescimento de larvas de neon gobi, Côrtes & Tsuzuki (2010) demonstraram que estas devem estar dentro da faixa de $102,2 \pm 14,9$ a $146,0 \pm 40,9$ µm para comprimento de lóricas e $59,4 \pm 8,4$ a $92,7 \pm 29,8$ µm para largura. Côrtes & Tsuzuki (2011) também testaram diferentes dietas na primeira alimentação de *E. figaro*: rotíferos *Brachionus* sp. (10 ind. mL^{-1}) + ciliado *Euplotes* sp.

(10 ind. mL⁻¹), enriquecidos com ácidos graxos; rotíferos enriquecidos (10 ind. mL⁻¹) + náuplio de copépode selvagem *Euterpina acutifrons* (10 ind. mL⁻¹); e rotíferos enriquecidos (20 ind. mL⁻¹). Os tratamentos foram realizados em água verde (*N. oculata*) e com luminosidade 24 h. Nenhuma diferença significativa foi detectada na taxa de sobrevivência entre os grupos, no entanto, verificou-se que a alimentação com náuplios de copépodas aumentou o crescimento das larvas.

Souza et al. (2014) verificaram que o comportamento de limpeza do neon gobi pode ser observado em indivíduos criados em cativeiro, que nunca estiveram em contato com outras espécies de peixes e de ectoparasitas. Em trabalho com garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*, verificou-se quase 90% de remoção de parasitas (*Neobenedenia melleni*) utilizando a proporção de 1:3 (garoupa-neon). Os autores sugerem estudos futuros que avaliem o uso deste peixe no controle de ectoparasitas e possivelmente na redução do estresse de outros peixes marinhos comercialmente importantes, como o beijupurá *Rachycentron canadum* e os robalos *Centropomus* sp.

Segundo Silva-Souza et al. (2015) é importante que a introdução de alimentos maiores durante o desenvolvimento do peixe seja fornecida no momento certo, porque a energia gasta pelas larvas para capturar alimentos não é compensada pela energia contida neles. Estes autores anteciparam em 6 dias o início do fornecimento de náuplios de *Artemia* sp., dos protocolos utilizados por Meirelles et al. (2009) e Côrtes & Tsuzuki (2011) que iniciavam aos 18 dias após eclosão, o que acarretou maior crescimento larval e a antecipação da metamorfose para 24 e 34 dias após eclosão (início e fim, respectivamente).

Para Meirelles et al. (2009) é importante que trabalhos futuros sobre o *E. figaro* tentem antecipar a metamorfose, possibilitando um menor tempo de cultivo e menores custos com a produção de alimentos vivos. Nesse sentido, Eugênio et al. (2018) realizaram um estudo que avaliou o efeito do hormônio triiodotironina (T3) na sobrevivência, crescimento e metamorfose do neon gobi, utilizando a imersão de larvas de 14 dias de idade em diferentes concentrações de T3. As concentrações mais elevadas de T3 promoveram a metamorfose precoce das larvas de *E. figaro*, reduzindo o período de larvicultura.

Peixe-anjo-anão (*Centropyge aurantonotus*)

Os peixes-anjo (Família Pomacanthidae) estão entre os peixes recifais mais comercializados no mercado ornamental (SAMPAIO E OSTRENSKY, 2013; GURJÃO

E LOTUFO, 2018), retirados essencialmente da natureza. O cultivo desses peixes ainda é incipiente e apresenta períodos críticos, especialmente durante a fase de larvicultura (HOLT, 2003; CALLAN, 2007; CALADO et al., 2017).

Alguns trabalhos sobre a reprodução e a produção de peixes-anjo-anões, do gênero *Centropyge* têm sido desenvolvidos (HIOKI E SUZUKI, 1987; HIOKI, SUZUKI E TANAKA, 1990; BAENSCH, 2002; OLIVOTTO et al., 2006; CALLAN, 2007; BAENSCH E TAMARU, 2009; MENDONÇA, 2018; MENDONÇA, 2019). O gênero alberga espécies hermafroditas protogínicas, com hierarquia social, onde o macho é maior e dominante. Possuem desova pelágica diária com ovos que eclodem em até 18 horas após a fertilização quando incubados à 26 °C. As larvas recém eclodidas são pequenas, pouco desenvolvidas e possuem uma grande reserva de vitelo nos primeiros dias de vida (CALLAN, 2007; MENDONÇA, 2018).

O LAPOM tem desenvolvido pesquisas com o *Centropyge aurantonotus* (Burgess, 1974), única espécie desse gênero com ocorrência no Brasil, distribuindo-se do sul do Caribe até o estado de São Paulo (FISHBASE, 2019), com alguns registros no estado de Santa Catarina (LINDNER, 2014; ANDERSON et al., 2015). *C. aurantonotus* está entre as espécies brasileiras de peixes mais capturadas para o aquarismo (GURJÃO E LOTUFO, 2018). De acordo com a Portaria MMA nº 445, em 17 de dezembro de 2014, que avalia as espécies ameaçadas de extinção no Brasil, os estoques naturais do *C. aurantonotus* são pouco conhecidos. Mesmo assim, possui pesca permitida em uma cota de 1.500 indivíduos por ano por empresa coletora (IBAMA 2004a; IBAMA, 2008; SAMPAIO E OSTRENSKY, 2013), o que torna incerto o impacto da sua extração do ambiente natural (GURJÃO E LOTUFO, 2018).

Mendonça (2018) foi pioneiro na avaliação da reprodução, desenvolvimento embrionário e de larvas vitelínicas de *C. aurantonotus* na aquicultura. O peixe apresentou facilidade em adaptação ao cultivo, na aceitação de rações convencionais e exibe desova constante. O desenvolvimento embrionário é similar ao de outras espécies do gênero (MENDONÇA et al, 2019) e possui uma baixa sobrevivência no estágio larval (MENDONÇA, 2018), que pode ser relacionada ao baixo desenvolvimento morfológico e fisiológico das larvas.

Para o sucesso da manutenção, reprodução e ocorrência de desovas, o LAPOM fornece três alimentações por dia aos reprodutores, alternando uma mistura de alimentos frescos (lula, mexilhão, salmão, ovas de peixe, ostra, camarão e algas) e ração comercial para peixes marinhos (em torno de 59% proteína bruta e 16%

lipídios). Utiliza-se fotoperíodo de 14 horas de luz, sistema de recirculação fechado com alto controle da qualidade de água, temperatura entre 26 e 28°C e salinidade de 33. Os reprodutores são mantidos em casais e haréns de até quatro peixes, em tanques de pelo menos 50 cm de profundidade e mínimo de 1.000 litros de água cada.

Para o desenvolvimento do cultivo da espécie devem ser intensificados estudos para o desenvolvimento de metodologias para incubação dos ovos e sobre os primeiros estágios após a eclosão da larva. Dessa forma, o LAPOM tem desenvolvido metodologias para incubação, que auxiliem no desenvolvimento do embrião e na sobrevivência de larvas com reserva de vitelo. Mendonça et al. (2019), por exemplo, encontrou melhor taxa de eclosão em ovos incubados entre 24 e 28°C. Também relatou divisões celulares irregulares dos embriões incubados à 22°C, e baixas taxas de eclosão em temperaturas abaixo de 22°C e a cima de 30°C. Além da temperatura, outros parâmetros abióticos serão testados na incubação e larvicultura, como salinidade e fotoperíodo.

Uma vez que as larvas recém-nascidas deste peixe são bastante sensíveis e apresentam sistema digestório não funcional, diferentes tipos de alimento vivo (copépodes e/ou protozoários) para primeira alimentação serão objeto de estudo para futuros trabalhos do Laboratório, assim como utilizado na criação de outras espécies do gênero (BAENSCH, 2017).

Complementarmente, diferentes concentrações de hormônios da tireoide, mais especificamente a triiodotironina (T3), serão testadas na incubação, já que atuam como mediadores de crescimento, na diferenciação de tecidos e na fisiologia dos órgãos de larvas de peixe (POWER et al., 2001).

Cavalo-marinho (*Hippocampus reidi*)

A alimentação de cavalos-marinhos consiste principalmente de pequenos crustáceos, como anfípodes, copépodes e misidáceos (OLIVER, BURHANS e SIMÕES, 2017). Na aquicultura, não aceitam alimentos inertes, o que dificulta sua manutenção. Nas fases jovens ocorrem altas taxas de mortalidade, associadas à qualidade nutricional inadequada dos alimentos (NOVELLI et al., 2016). Além disso, o trato digestório pouco desenvolvido dificulta a digestão, principalmente nos primeiros dias de vida (PAYNE e RIPPINGALE, 2000; NOVELLI et al., 2015).

Os alimentos vivos mais utilizados para larvas e juvenis de cavalos-marinhos são rotíferos, copépodes, *Artemia* sp. e zooplâncton selvagem (HORA e JOYEUX,

2009; FERREIRA, 2017; LIRA, 2018). Recém-nascidos de algumas espécies (*Hippocampus abdominalis*, *H. hippocampus*, *H. witheii*, *H. guttulatus*) podem ser alimentados apenas com *Artemia* sp. (WOODS, 2003; WONG e BENZIE, 2003; MARTINEZ-CARDENAS e PURSER, 2007; PLANAS et al., 2008), enquanto outros (*H. subelongatus*, *H. kuda* e *H. reidi*) apresentam maior crescimento e sobrevivência quando alimentados com copépodes (PAYNE & RIPPINDALE, 2000; OLIVOTTO et al., 2008; CELINO et al., 2012).

Além da alimentação, a ocorrência de doenças é outra problemática na criação e manutenção de cavalos-marinhos. Dentre elas, podemos citar a ingestão de bolhas de ar e infecções por micobactérias (KOLDEWEY, 2005), enterites causadas por bactérias (LIN et al., 2016), dentre outras. Em caso de doenças e/ou incapacidade de captura do alimento fornecido, o LAPOM tem utilizado alimentação forçada a fim de reverter e/ou evitar quadros de desnutrição e deficiência imune. Para tanto, é fornecida uma pasta de alimentos frescos por meio de seringa. Além disso, probióticos podem ser utilizados com o objetivo de melhora na saúde e resistência a doenças (FERREIRA, 2017). Como forma de prevenir estes problemas, deve-se evitar alimentos nutricionalmente deficientes, altas densidades de estocagem, má qualidade de água ou sistemas de criação inadequados (OLIVER, BURHANS & SIMÕES, 2017), além de aplicar quarentena em matrizes obtidas de ambiente natural, pois comumente apresentam ectoparasitas e endoparasitas. Alguns tipos de tratamentos de quarentena utilizados podem ser verificados em Oliver, Burhans e Simões (2017, p. 311).

Para aumentar a sobrevivência na criação de larvas e juvenis, o tipo de sistema de criação também deve ser considerado. Para a criação de juvenis, o sistema de recirculação é a técnica mais adotada (ZUANON, SALARO e FURUYA, 2011; KODAMA et al. 2011). Entretanto, Lehmann et al. (2015) realizaram larvicultura de *H. reidi* em sistema do tipo submerso (aquário tampado com rede de zooplâncton para as larvas não atingirem a superfície), tipo Kreisel e com as larvas junto dos reprodutores. Sistema do tipo submerso e larvas com as matrizes dificultaram o manejo e alimentação das larvas, diferente do Kreisel, que resultou em melhor sobrevivência (50%).

O LAPOM vem desenvolvendo estudos com o intuito de aprimorar tecnologias para a produção de *H. reidi*. Tem sido avaliado o efeito de parâmetros abióticos e bióticos, como a salinidade, fotoperíodo, cor do tanque, densidade de estocagem, na

sobrevivência e no desempenho zootécnico das larvas (HORA, 2015; HORA et al., 2016; HORA et al., 2017; HORA, JOEUX e TSUZUKI, 2018; MASSUCATTO, 2016; LIRA, 2018). Foi relatada uma maior sobrevivência de larvas em salinidade entre 10 e 25 psu (HORA et al., 2016) e maior sobrevivência e crescimento de juvenis criados em fotoperíodo de pelo menos 10 horas de luz (HORA et al., 2017). Na fase pelágica as larvas apresentam alto crescimento e sobrevivência em densidades de estocagem de até 15 indivíduos por litro (HORA et al., 2018). Quanto a alimentação das larvas, foi observada maior sobrevivência e crescimento utilizando zooplâncton selvagem e dietas mistas (rotífero + zooplâncton selvagem, rotífero + copépode *Paracalanus quasimodo*) como primeiros alimentos vivos, quando comparados a utilização somente de rotífero (HORA, 2015). Massucato (2016) também relatou um melhor desempenho das larvas com a utilização de dietas suplementadas com copépodes e probióticos comerciais. Futuramente, será adotada a utilização da triiodotironina (T3) diluída na água da larvicultura, assim como foi utilizado para o neon gobi *E. figaro* (EUGÊNIO et al., 2018), a fim de reduzir o tempo de larvicultura, auxiliando nas taxas de sobrevivência, crescimento e acelerando a metamorfose.

Grana brasileiro (*Gramma brasiliensis*)

O *Gramma brasiliensis* é a única espécie da família Grammatidae que ocorre no Brasil, sendo endêmica da costa brasileira (SAZIMA, GASPARINI & MOURA, 1998; LEITE, 2013). Publicações de trabalhos científicos sobre comportamento e reprodução do *Gramma brasiliensis* em cativeiro são escassos. Por tratar-se de uma espécie endêmica, que já esteve presente na lista de espécies ameaçadas de extinção (IBAMA, 2004b), a formulação de um protocolo de criação para a espécie é de interesse para a indústria da aquarofilia e poderá contribuir no âmbito socioambiental, de modo a reduzir o extrativismo, além de ser uma alternativa de renda para pequenos produtores.

Segundo LEITE (2013) e LEITE et al. (2016) os grammas brasileiros apresentam hermafroditismo protogínico diândrico e não exibem dimorfismo sexual, porém, machos ativos (com gônadas maduras) tendem a ser maiores que fêmeas ativas. Reproduzem-se em casais ou pequenos haréns, com um macho dominante, outro(s) macho(s) e as fêmeas. Além disso, eles podem apresentar intensa agressividade intraespecífica em cativeiro.

O comportamento de nidificação com macroalgas pelos peixes *Gramma loreto* e *G. brasiliensis* em ambiente natural foi reportado, verificando-se participação exclusiva de machos. A coleta ocorre na coluna d'água e tem por finalidade a proteção de tocas e a construção de ninhos para acomodar os ovos, que são demersais. O macho dominante constrói o ninho em fendas e depressões no recife onde a fêmea, que apresenta desova parcelada, libera uma massa de ovos aderidos entre si, sendo imediatamente fecundados pelo macho (LEITE et al., 2018; ASOH & YOSHIKAWA, 1996). LEITE et al. (2018) observou que *G. brasiliensis* não capturava algas aderidas a substratos, e que as algas presentes nos ninhos não eram as mesmas das regiões próximas, sugerindo seleção ativa. Entretanto, estes trabalhos não avaliaram as preferências e/ou aceitações de diferentes macroalgas e/ou materiais sintéticos em condições de cativeiro.

Alguns trabalhos estudaram aspectos da reprodução do *G. loreto* e do *G. brasiliensis* (ASOH, 1996; ASOH & SHAPIRO 1997; GUTIÉRREZ & BÁEZ-HIDALGO, 2002; LEITE, 2013; LEITE et. al., 2016), porém há apenas um trabalho (LEITE, 2013) com informações sobre o comportamento reprodutivo de corte do *G. brasiliensis*.

Atualmente, o LAPOM está pesquisando aspectos reprodutivos e comportamentais dessa espécie em cativeiro, a fim de viabilizar e otimizar sua produção. Até o momento, aquários de 60 cm de comprimento (110L) foram adequados para a formação de casais e não obtivemos sucesso na formação de haréns de 3 ou 4 peixes, independentemente do tipo e tamanho dos tanques. Também verificou-se a aceitação destes peixes por macroalgas *Chaetomorpha* sp. e materiais sintéticos, tais como linhas de nylon e manta acrílica ou perlon, para a construção de ninhos. Com relação ao comportamento de corte, ocorre um padrão semelhante ao verificado para o *G. loreto* no ambiente natural (ASOH, 1996), onde o macho executou apenas o movimento “U-turn com o corpo tremendo”.

A espécie tem sido desafiadora para a obtenção de desovas, mesmo que casais demonstrem comportamento ativo de corte e fêmeas apresentem ventre abaulado, indicando estágio final de maturação sexual. Em pré-testes de experimentos de larvicultura realizados no LAPOM, em parceria com a piscicultura Tanganyika (Aquiraz – CE), cinco indivíduos sobreviveram após a fase larval e hoje estão com 7 meses. Mais informações sobre as questões acima apontadas, tais como formação de casais, comportamento de nidificação, desovas e larvicultura desta espécie serão futuramente submetidas a publicações.

3. PERSPECTIVAS FUTURAS

Alguns autores sugerem que técnicas para a criação de peixes marinhos de corte podem ser aplicáveis para a aquicultura de peixes ornamentais, no entanto, faltam esforços conjuntos de pesquisa científica (OSTROWSKI & LAIDLEY, 2001). Tanques de grandes dimensões, normalmente utilizados para manter peixes de corte, podem ser uma boa alternativa para a manutenção de peixes-anjo (Família Pomacanthidae) que possuem maiores exigências por espaço para reprodução e desova como *Holacanthus tricolor*, *H. ciliaris* e *Pomacanthus paru*. Estas espécies são altamente valorizadas e exploradas para o mercado ornamental (GASPARINI et al. 2005, FEITOSA et al. 2015, GURJÃO E LOTUFO, 2018) e não há trabalhos com sua produção em cativeiro.

Parcerias com institutos privados ou de pesquisa e aquários públicos ou privados são opções a serem consideradas para a obtenção de desovas destas espécies. Além da família Pomacanthidae, os peixes-cirurgiões (Acanthuridae) e os peixes-borboleta (Chaetodontidae) também foram pouco estudados (POUIL et al., 2019). Há, portanto, diversas possibilidades para novos projetos e estudos com peixes ornamentais brasileiros, desde aspectos do comportamento reprodutivo e desovas, primeira alimentação exógena das larvas, até fatores que podem afetar a coloração destes animais em cativeiro (pigmentos, genética, entre outros).

Recentemente o LAPOM obteve exemplares de *Opistognathus aurifrons*, peixe nativo e de coleta proibida no Brasil. Trabalhos futuros irão avaliar a viabilidade da manutenção e reprodução desta espécie em cativeiro.

Com relação à nutrição, o LAPOM começou a desenvolver pesquisas com ingredientes alternativos em rações, já que a farinha de peixe tem se tornado um ingrediente cada vez mais caro e insustentável (NRC, 2011; VAN HUIS, 2013; NOGALÉS-MERIDA et al., 2017; VARGAS-ABÚNDEZ et al., 2019). A inclusão da farinha de barata cinérea (*Nauphoeta cinerea*) é uma opção interessante, devido ao seu alto valor proteico (aprox. 65%) e disponibilidade em escala comercial (FINKE, 2015; VAN HUIS, 2016). Esse tipo de farinha será introduzido em dietas para juvenis de peixe-palhaço *Amphiprion ocellaris*. Trabalhos com essa temática visam contribuir com as estratégias de produção de peixes ornamentais marinhos, utilizando dietas ricas de ingredientes alternativos e altamente sustentáveis, além de reduzir custos de produção.

No geral, para a piscicultura ornamental marinha se tornar uma atividade rentável, é preciso desenvolver pacotes tecnológicos para espécies de interesse e repassá-los aos produtores, bem como a realização de parcerias entre iniciativa privada e universidades, sendo necessários incentivos fiscais e financiamentos para a realização das pesquisas.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, A.B.; CARVALHO-FILHO, A.; MORAIS, R.A.; NUNES, L.T.; QUIMBAYO, J.P.; FLOETER, S.R. Brazilian tropical fishes in their southern limit of distribution: checklist of Santa Catarina's rocky reef ichthyofauna, remarks and new records. **Check List**, v. 11(4): p. 1688, 2015.
- ASOH, K. Reproductive behavior and mating system of the fairy basslet, *Gramma loreto*. **Copeia**, v. 4: p. 1037-1043, 1996.
- ASOH, K. & SHAPIRO, D. Y. Bisexual juvenile gonad and gonochorism in the fairy basslet, *Gramma loreto*. **Copeia**, v. 1: p. 22–31, 1997.
- ASOH, K. & YOSHIKAWA, T. Nesting behavior, male parental care, and embryonic development in the fairy basslet, *Gramma loreto*. **Copeia**, v. 1: p.1-8, 1996.
- BAENSCH, F. Dwarf Angelfish. In: CALADO, R.; OLIVOTTO, I.; OLIVER, M.P.; HOLT, G. **Marine Ornamental Species Aquaculture**. Chichester, UK. John Wiley & Sons Ltd, 1 ed., 2017. p. 279-298.
- BAENSCH, F. The culture and larval development of three pygmy angelfish species: *Centropyge fisheri*, *Centropyge loriculus* and *Centropyge flavissimus*. **Freshwater and Marine Aquarium**, v.25: p. 4-12, 2002.
- BAENSCH, F. & TAMARU, C.S. Spawning and development of larvae and juveniles of the rare blue Mauritius angelfish, *Centropyge debelius* (1988), in the hatchery. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.40: p. 425–439, 2009a.
- CALADO, R.; OLIVOTTO, I.; PLANAS, M.; HOLT, G.J. **Marine Ornamental Species Aquaculture**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2017.
- CALLAN, C.K. **Assessment of the flameangel fish (*Centropyge loriculus*) as a model species in studies on egg and larval quality in marine fishes**. 2007. 217 f. Tese (Filosofia em Biologia Marinha) - The University of Maine, 2007.
- CALLAN, C.K.; BURGESS, A.I.; ROTHE, C.R.; TOUSE, R. Development of improved feeding methods in the culture of yellow tang, *Zebrasoma flavescens*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 49: p. 493–503, 2018
- CELINO, F.T.; HILOMEN-GARCIA, G.V.; DEL-NORTE-CAMPOS, A.G.C. Feeding selectivity of the seahorse, *Hippocampus kuda* (Bleeker), juveniles under laboratory conditions. **Aquaculture Research**, v. 43: p. 1804-1815, 2012.

CONTRERA, Y.M.B.; EUGÊNIO, R.M.C.; DAMASCENO, D.Z.; BOMBARDELLI, R.A.; TSUZUKI, M.Y. The effect of triiodothyronine on survival, growth and metamorphosis of yellowtail clownfish *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830) larvae. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 32(5), p.960-962, 2016.

CORREIA, A.M.; PEDRAZZANI, A.S.; MENDONÇA, R.C.; MASSUCATTO, A.; OZÓRIO, R.A.; TSUZUKI, M.Y. Basil, tea tree and clove essential oils as analgesics and anaesthetics in *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830). **Brazilian Journal of Biology**, v. 78(3), p. 436-442, 2018.

CÔRTEZ, G.F. & TSUZUKI, M.Y. Efeito do tamanho do rotífero na sobrevivência e no crescimento de neon gobi *Elacatinus figaro* durante as fases iniciais de larvicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36(3): p. 205-212, 2010.

CÔRTEZ, G.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**, v. 43(6): p. 831-834, 2011.

DHERT, P.; LIM, L.C.; CANDREVA, P.; VAN DUFFEL, H.; SORGELOOS, P. Possible applications of modern fish larviculture technology to ornamental fish production. **Aquarium Science and Conservation**, v. 1, p. 119–128, 1997.

DHONT, J.; DIERCKENS, K.; STØTTRUP, J.; VAN-STAPPEN, G.; WILLE, M.; SORGELOOS, P. Rotifers, Artemia and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture. In: ALLAN, G.; BURNELL, G. (eds) **Advances in Aquaculture Hatchery Technology**, Woodhead Publishing, Cambridge, UK. p. 157–202, 2013.

DIMAGGIO, M.A.; CASSIANO, E.J.; BARDEN, K.P.; RAMEE, S.W.; OHS, L.C.; WATSON, C.A. First record of captive larval culture and metamorphosis of the Pacific blue tang, *Paracanthurus hepatus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 48: p. 393–401, 2017.

EUGÊNIO, R.M.D.C.; RODRIGUES, R.V.; ROMANO, L.A.; TSUZUKI, M.Y. Effect of triiodothyronine (T3) in the larval development of the barber goby *Elacatinus figaro*. **Aquaculture research**, v. 50(2), p. 581-587, 2018.

FEITOSA, C.V.; MARQUES, S.; DE ARAÚJO, M.E.; FERREIRA, B.P. Reproduction of French angelfish *Pomacanthus paru* (Teleostei: Pomacanthidae) and implications for management of the ornamental fish trade in Brazil. **Marine and Freshwater Research**, 67(5), 586-593, 2016.

FERREIRA, D.R. **Efeito do uso de probiótico e diferentes enriquecedores na *Artemia* sp. no cultivo de juvenis de cavalo-marinho *Hippocampus reidi***. 2017, 68 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

FINKE, M.D. Complete nutrient content of four species of commercially available feeder insects fed enhanced diets during growth. **Zoo Biology**, v.34: p.554–564, 2015.

FISHBASE. *Centropyge aurantonotus* Burgess, 1974. Disponível em: <<http://www.fishbase.org/summary/Centropyge-aurantonotus.html>> Acesso em: 5 de novembro de 2019.

GASPARINI, J.L.; FLOETER, S.R.; FERREIRA, C.E.L.; SAZIMA, I. Marine ornamental trade in Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 14: p. 2883–2899, 2005.

GURJÃO, L.M. & LOTUFO, T.M.C. Native species exploited by marine aquarium trade in Brazil. **Biota Neotropica**, v. 18(3), 2018.

GUTIÉRREZ, L.P. & BAÉZ-HIDALGO, M. Reproducción y alimentación del loreto *Gramma loreto* Poey, 1868 (Pisces, Grammidae), en la costa norte de la Habana, Cuba. **Revista de Investigaciones Marinas**, v. 23(3), p. 195-201, 2002.

HIOKI S.; SUZUKI K.; TANAKA, Y. Development of eggs and larvae in the angelfish, *Centropyge ferrugatus*. **Japanese Journal of Ichthyology**, v.37: p. 34-38, 1990.

HIOKI, S. & SUZUKI, K. Reproduction and early development of the angelfish, *Centropyge interruptus*, in an aquarium. **Journal of the Faculty of Marine Science and Technology**, Tokai University, v.24: p. 133-140, 1987.

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

HORA, M.S.C. & JOYEUX, J.C. Closing the reproductive cycle: Growth of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei, Syngnathidae) from birth to adulthood under experimental conditions. **Aquaculture**, v. 292(1-2): p. 37-42, 2009.

HORA, M.S.C.; JOYEUX, J.C.; RODRIGUES, R.V.; SOUSA-SANTOS, L.P.; GOMES, L.C.; TSUZUKI, M.Y. Tolerance and growth of the longsnout seahorse *Hippocampus reidi* at different salinities. **Aquaculture**. v. 463: p. 1– 6, 2016.

HORA, M.S.C.; JOYEUX, J.; GUABIROBA, H.C.; TSUZUKI, M.Y. Effect of Photoperiod and Tank Colour on Growth and Survival of Pelagic-Phase Seahorse *Hippocampus reidi*. **Aquaculture Research**, v. 48(8): p. 1–8, 2017

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

HORA, M.S.C.; JOYEUX, J.C.; TSUZUKI, M.Y. Stocking density for the seahorse *Hippocampus reidi* in the pelagic phase and insights on the benthic phase in culture conditions. **Aquaculture**. v. 484: p. 268– 271, 2018.

IBAMA. Instrução Normativa nº 14. Diário Oficial da União, 2004a.

IBAMA. Instrução Normativa nº 05. Diário Oficial da União, 2004b.

IBAMA. Instrução Normativa nº 202. Diário Oficial da União, 2008.

KODAMA, G.; ANNUNCIACÃO, W.F.; SANCHES, E.G.; GOMES, C.H.A.M.; TSUZUKI, M.Y. Viabilidade econômica do cultivo do peixe palhaço, *Amphiprion ocellaris*, em sistema de recirculação. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 37(1): 61 – 72, 2011.

KOLDEWEY, H. **Seahorse Husbandry in Public Aquariums**. Manual with Chapters Contributed by Members of the Syngnathid Discussion Group. ZSL, London, UK. 137 pp. 2005.

LEITE, J.R. **Biologia reprodutiva e etologia de *Gramma brasiliensis* Sazima, Gasparini & Moura, 1998**. Tese (Doutorado em Oceanografia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

LEITE, J.R.; FREITAS, M.O.; SANCHES, E.G.; GOMES, M.L.M.; HOSTIM-SILVA, M.; COLE, K.S. Rediscovering hermaphroditism in Grammatidae with the description of the testicular gland in Brazilian Basslet *Gramma brasiliensis*. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76: p. 743–749, 2016.

LEITE, J.R.; PEREIRA, P.H.; SANCHES, E.G.; MOURA, R.L.; HOSTIM-SILVA, M. Bird-like complex nesting behaviour by the Brazilian-endemic reef fish *Gramma brasiliensis*. **Marine and Freshwater Research**, v. 69(6): p. 982-986, 2018.

LEHMANN, N.B.; SAPIA, A.C.R.; TEIXEIRA, B.; SCHLEDER, D.D. Avaliação da reprodução e alevinagem do cavalo marinho, *Hippocampus reidi* (Ginsburg, 1933) em sistema de circulação fechada. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 9(3): p. 7 – 14, 2015.

LIN, Q., ZHANG, D., LIN, J. Effects of light intensity, stocking density, feeding frequency and salinity on the growth of sub-adult seahorses *Hippocampus erectus* Perry, 1810. **Aquaculture**, v. 292, p. 111-116, 2009.

LIN, T.; ZHANG, D.; LIU, X.; XIAO, D. Variations of immune parameters in the lined seahorse *Hippocampus erectus* after infection with enteritis pathogen of *Vibrio parahaemolyticus*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 50: p. 247-254, 2016.

LINDNER, A. **Vida Marinha de Santa Catarina**. UFSC, ed. 1., Editora da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2014.

LIRA, A.P.S. **Caracterização do trato digestório e avaliação da sobrevivência e do crescimento na larvicultura do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* alimentado com copépode selvagem e Artemia suplementada com pancreatina suína**. 2018, 121 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

MARTINEZ-CARDENAS, L.; PURSER, G.J. Effect of tank colour on *Artemia* ingestion, growth and survival in cultured early juvenile pot-bellied seahorses (*Hippocampus abdominalis*). **Aquaculture**, v. 264: p. 92–100, 2007.

MASSUCATTO, A. **Influência do copépodo *Acartia* sp. e uso de probiótico nos estágios iniciais de cultivo do cavalo-marinho *Hippocampus reidi***. 2016, 60 f. Dissertação (Mestrado em aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MEIRELLES M.E.; TSUZUKI M.Y.; RIBEIRO F.F.; MEDEIROS R.C.; SILVA I.D. Reproduction, early development and larviculture of the barber goby, *Elacatinus figaro* (Sazima, Moura & Rosa 1997). **Aquaculture Research**, v. 41, p. 11-18, 2009.

MENDONÇA, R.C. **Aspectos da biologia reprodutiva e do desenvolvimento das fases iniciais de vida dos “peixes-anjo anão” *Centropyge aurantonotus*, *Centropyge bicolor* e *Centropyge bispinosa***. 2018, 97 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MENDONÇA, R.C.; IKEBATA, S.P.; ARAÚJO-SILVA, S.L.; MANHÃES, J.V.A.; TSUZUKI, M.Y. Thermal influence on the embryonic development and hatching rate of the flameback pygmy angelfish *Centropyge aurantonotus* eggs. **Zygote**, p.1-3, 2019.

MONTEIRO-NETO, C.; CUNHA, F.E.A.; NOTTINGHAM, M.C.; ARAÚJO, M.E.; ROSA, I.L.; LEITE, G.M.B. Analysis of the marine ornamental fish trade at Ceará State, Northeast Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v.12: p. 1287-1295, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of fish and shrimp. Washington, DC: **National Academic Press**, 376 p, 2011.

NASS, D. H.; GONÇALVES, E. L. T.; TSUZUKI, M. Y. Effect of live food transition time on survival, growth and metamorphosis of yellowtail clownfish, *Amphiprion clarkii*, larvae. **Aquaculture international**, v. 24(5): p. 1255-1261, 2016.

NOGALÉS-MÉRIDA, S.; GOBBI, P.; JÓZEFIAK, D.; MAZURKIEWICZ, J.; DUDEK, K.; RAWSKI, M.; JÓZEFIAK, A. Insect meals in fish nutrition. **Reviews in Aquaculture**. p. 1-24, 2018.

NOVELLI, B.; SOCORRO, J.A.; CABALLERO, M.J.; OTERO-FERRER, F.; SEGADÉ-BOTELLA, A.; DOMÍNGUEZ, L.M. Development of seahorse (*Hippocampus reidi*, Ginsburg 1933): histological and histochemical study. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 41: p. 1233–1251, 2015.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of fish and shrimp. Washington, **DC: National Academic Press**, 2011. 376 p.

OHS, C.L.; BROACH, J.S.; LEE, I.S.; PALAU, A.T. Successful Captive Spawning and Culture of Reef Butterflyfish *Chaetodon sedentarius*. World Aquaculture Society: Aquaculture America, Las Vegas, NV, 2018.

OLIVER, M.P.; BURHANS, R.; SIMÕES, N. Seahorses and Pipefish. In: CALADO, R.; OLIVOTTO, I.; OLIVER, M.P.; HOLT, G. **Marine Ornamental Species Aquaculture**. Chichester, UK. John Wiley & Sons Ltd, 1 ed., p. 299-326, 2017.

OLIVOTTO, I.; HOLT, S.A.; CARNEVALI, O.; HOLT, G.J. Spawning, early development, and first feeding in the lemonpeel angelfish *Centropyge flavissimus*. **Aquaculture**, v. 253(1-4): p. 270-278, 2006.

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

OLIVOTTO, I.; CHEMELLO, G.; VARGAS, A.; RANDAZZO, B.; PICCINETTI, C.C.; CARNEVALI, O. Marine ornamental species culture: from the past to "Finding Dory". **General and Comparative Endocrinology**, v. 245: p. 116–121, 2017.

OSTROWSKI, A.C. & LAIDLEY, C.W. Application of marine foodfish techniques in marine ornamental aquaculture: Reproduction and larval first feeding. **Aquarium Sciences and Conservation**, v. 3(1-3), p.191-204, 2001.

PAYNE, M.F. & RIPPINGALE, R.J. Rearing West Australian Seahorse, *Hippocampus subelongatus*, juveniles on copepod nauplii and enriched *Artemia*. **Aquaculture**, v. 188, p. 353-361, 2000.

PLANAS, M.; CHAMORRO, A.; QUINTAS, P.; VILAR, A. Establishment and maintenance of threatened long-snouted seahorse, *Hippocampus guttulatus*, broodstock in captivity. **Aquaculture**, v. 283: p. 19–28, 2008.

POUIL, S.; TLUSTY, M.F.; RHYNE, A.L.; METIAN, M. Aquaculture of marine ornamental fish: overview of the production trends and the role of academia in research progress. **Reviews in Aquaculture**: p. 1-14, 2019.

POWER, D.M.; LLEWELLYN, L.; FAUSTINO, M.; NOWELL, M.A.; BJORNSSON, B.Th.; EINARSDOTTIR, I.E.; CANARIO, A.V.M; SWEENEY, G.E. Thyroid hormones in growth and development of fish. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C**, p. 447–459, 2001.

RHYNE, A.L.; TLUSTY, M.F.; SZCZEBAK, J.T.; HOLMBERG, R.J. Expanding our understanding of the trade in marine aquarium animals. **PeerJ**, v. 5: p. 2949, 2017.

SAMPAIO, F.D.F. & OSTRENSKY, A. Brazilian environmental legislation as tool to conserve marine ornamental fish. **Marine Policy**, v. 42: p. 280-285, 2013.

SAZIMA, I.; MOURA, R.L.; ROSA, R.S. *Elacatinus figaro* sp. n. (Perciformes: Gobiidae), a new cleaner goby from the coast of Brazil. **International Journal of Ichthyology**, v. 2(3): p. 33-38, 1997.

SAZIMA, I.; GASPARINI, J.L.; MOURA, R.L. *Gramma brasiliensis*, a new basslet from western South Atlantic (Perciformes: Grammatidae). **International Journal of Ichthyology**, v. 3: p. 39-43, 1998.

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**, v. 56: p. 399–407, 1999

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**, v. 59: p. 69-77, 2000.

SHEI, M.R.P.; MIRANDA-FILHO, K.C.; RODRIGUES, R.V.; SAMPAIO, L.A. Production of juvenile barber goby *Elacatinus figaro* in captivity: developing technology to reduce fishing pressure on an endangered species. **Marine Biodiversity Records**, v. 3, 2010.

SHENG, J.; LIN, Q.; CHEN, Q.; GAO, Y.; SHEN, L.; LU, J. Effects of food, temperature and light intensity on the feeding behavior of three-spot juvenile seahorses, *Hippocampus trimaculatus* Leach. **Aquaculture**, v. 256: p. 596–607, 2006.

SILVA-SOUZA, M.F.; SUGAI, J.K.; TSUZUKI, M.Y. Anticipation of Artemia sp. supply in the larviculture of the barber goby *Elacatinus figaro* (Gobiidae: Teleostei) influenced growth, metamorphosis and alkaline protease activity. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 43(4): p. 792-797, 2015.

SOUZA, R.A.; 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**, v. 45(4), p. 619-628, 2014.

TLUSTY, M.F. The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. **Aquaculture**, v. 205: p. 203–219, 2002.

VAN HUIS, A.; VAN ITTERBEECK, J.; KLUNDER, H.; MERTENS, E.; HALLORAN, A.; MUIR, G.; VANTOMME, P. **Edible insects: future prospects for food and feed security**. Food and agriculture organization of the United nations (FAO), n. 171, 2013.

VAN HUIS, A. Edible insects are the future? **The Proceedings of the Nutrition Society**: p. 1–12, 2016.

VARGAS-ABÚNDEZ, A.J.; RANDAZZO, B.; FODDAI, M.; SANCHINI, L.; TRUZZI, C.; GIORGINI, E.; OLIVOTTO, I. Insect meal based diets for clownfish: Biometric,

histological, spectroscopic, biochemical and molecular implications. **Aquaculture**, v. 498: p. 1-11, 2019.

WITTENRICH, M.L. **The Complete Illustrated Breeder's Guide to Marine Aquarium Fishes**, 85p. Plaza, Neptune City, New Jersey, USA, 2007.

WONG, J.M. & BENZIE, J.A.H. The effects of temperature, *Artemia* enrichment, stocking density and light on the growth of juvenile seahorses, *Hippocampus whitei* (Bleeker, 1855), from Australia. **Aquaculture**, v. 228(1-4): p.107-121, 2003.

WOOD, E. **Collection of coral reef fish for aquaria: global trade, conservation issues and management strategies**. 80 pp. Marine Conservation Society, Ross-on-Wye, UK, 2001.

WOODS, C.M.C. Effects of varying *Artemia* enrichment on growth and survival of juvenile seahorses, *Hippocampus abdominalis*. **Aquaculture**, v. 220(1-4): p. 537-548, 2003.

ZUANON, J.A.S.; SALARO, A.L.; FURUYA, W. M. Produção e nutrição de peixes ornamentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40: p.165-174, 2011.

SISTEMAS HETEROTRÓFICO, QUIMIOAUTOTRÓFICO E MADURO NA CRIAÇÃO DE CAMARÃO-BRANCO-DO-PACÍFICO EM BIOFLOCOS

Daniele dos Santos; Felipe do Nascimento Vieira; Gabriela Soltes Ferreira

RESUMO

Este projeto teve como intuito avaliar três maneiras diferentes de cultivo em bioflocos: heterotrófico, quimioautotrófico e maduro com camarão da espécie *Litopenaeus vannamei* na fase de engorda. O experimento foi realizado no Laboratório de Camarões Marinhos em Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, visando analisar as diferentes estratégias de fertilização da água do cultivo em bioflocos. Os tratamentos foram divididos em: sistema heterotrófico com utilização de melaço como fonte de carbono orgânico, sistema quimioautotrófico através da adição de sais de cloreto de amônia e nitrito de sódio fertilizado previamente em um biorreator e sistema maduro que foi abastecido com a água de outro ciclo de cultivo, cerca de 30%, onde a nitrificação já estava estabelecida. Para cada tratamento foi empregado quatro tanques, totalizando 12 tanques. O experimento teve duração de cinco semanas (35 dias). Foram avaliados neste período os parâmetros zootécnicos do camarão, parâmetros físico-químicos de qualidade de água, microbiologia da água e volume de sólidos gerados. Não foi obtida diferença significativa na biomassa final, produtividade, sobrevivência e fator de conversão alimentar dos camarões entre os tratamentos avaliados. Os parâmetros de qualidade de água, oxigênio dissolvido, temperatura, salinidade, alcalinidade, amônia, nitrito e nitrato se mantiveram em concentrações aceitáveis para o cultivo de *L. vannamei* em sistema superintensivo. O volume de sólidos gerados, a quantidade de bactérias heterotróficas totais e *Vibrio* spp. não apresentaram diferença estatísticas entre os três tratamentos, onde foi possível concluir que a utilização de melaço de cana-de-açúcar no tratamento heterotrófico não causou impactos significativos. Com o presente trabalho foi possível contribuir para o desenvolvimento do sistema superintensivo de bioflocos sem renovação de água em diferentes sistemas, controlando os parâmetros físico-químicos de qualidade de água, principalmente amônia e nitrito e melhorando os índices zootécnicos do *L. vannamei* na fase de engorda do cultivo.

Palavras-chave: *Litopenaeus vannamei*, amônia, nitrito, bioflocos.

ABSTRACT

This project aimed to evaluate three different ways of cultivation in bioflocs: heterotrophic, chemoautotrophic and mature with *Litopenaeus vannamei* shrimp in the fattening phase. The experiment was carried out at the Marine Shrimps Laboratory in Florianópolis, Santa Catarina, Brazil, aiming to analyze the different strategies of bioflocal water fertilization. The treatments were divided into: heterotrophic system, using molasses as a source of organic carbon; Chemoautotrophic system by the addition of previously fertilized ammonium chloride and sodium nitrite salts in a bioreactor and mature system was supplied with water from another cultivation cycle, about 30%, where nitrification was already established. For each treatment, four tank were used, totaling 12 tanks. The experiment lasted five weeks (35 days). During this period, the shrimp zootechnical parameters, physicochemical parameters of water quality, water microbiology and volume of solids generated were evaluated. No significant difference was found in the final biomass, yield, survival and feed

conversion factor of the shrimp among the evaluated treatments. The parameters of water quality, dissolved oxygen, temperature, salinity, alkalinity, ammonia, nitrite and nitrate remained in acceptable concentrations for *L. vannamei* cultivation in super-intensive system. The volume of solids generated, the amount of total heterotrophic bacteria and *Vibrio* spp. showed no statistical difference between the three treatments, where it was concluded that the use of sugarcane molasses in the heterotrophic treatment did not cause significant impacts. With the present work it was possible to contribute to the development of the super-intensive biofloc system without water renewal in different systems, controlling the physicochemical parameters of water quality, mainly ammonia and nitrite and improving the *L. vannamei* zootechnical indices in fattening of cultivation.

Keywords: *Litopenaeus vannamei*, ammonia, nitrite, biofloc.

INTRODUÇÃO

O Estado Mundial da Pesca e Aquicultura 2016 (SOFIA) estima que o Brasil deva registrar um crescimento de mais de 100% na produção da pesca e aquicultura em 2025. O crescimento no país se deve aos investimentos feitos no setor nos últimos anos (FAO, 2016).

Este aumento na produção deve muito às pesquisas que vem 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). Muitos pesquisadores afirmam que é um sistema mais biosseguro, pois são sistemas fechados com pouca ou nenhuma renovação de água o que diminui a introdução de patógenos e doenças no cultivo (SAMOCHA et al., 1998, 2007; KRUMMENAUER et al., 2011; PEREZ-FUENTES et al., 2013).

A amônia é o principal produto do catabolismo das proteínas (TIMMONS et al., 2002), sendo o resultado da excreção dos animais cultivados e da mineralização de detritos orgânicos como ração não consumida e fezes. O nitrito é um produto intermediário do processo de nitrificação, no qual a amônia é oxidada a nitrito e o nitrito em nitrato. O aumento da concentração de nitrito e de amônia pode afetar a qualidade de água e desempenho zootécnico, o que resultará no aumento do consumo de oxigênio, excreção de amônia, mortalidade e prejudicar o transporte de oxigênio na hemolinfa dos camarões (LIN; CHEN, 2003).

No sistema de bioflocos o processo de remoção dos compostos nitrogenados pode variar. O processo de decomposição depende da relação 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 de carbono e nitrogênio (>12:1), sendo assim é necessário adicionar nesse sistema carbono orgânico como, por exemplo, melão, açúcar, 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). A população bacteriana se expande continuamente assimilando a amônia, gerando o acúmulo de sólidos na coluna da água (RAY & LOTZ, 2014), sendo necessária sua retirada através de decantadores ou sedimentadores em algum momento do cultivo. As bactérias quimioautotróficas absorvem compostos inorgânicos (CaCO_3 ou 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, conseqüentemente, reduz o impacto no meio ambiente (AUDELO-NARANJO et al., 2010).

Outra técnica que pode ser utilizada para o controle nos níveis de amônia e nitrito no sistema de bioflocos é a reutilização da água de outros ciclos, denominado sistema maduro. O sistema maduro é o estabelecimento dos compostos nitrogenados pela via de nitrificação por bactérias quimioautotróficas e bactérias heterotróficas. O objetivo deste trabalho foi comparar os diferentes sistemas: heterotrófico, quimioautotrófico e maduro no cultivo em bioflocos de *Litopenaeus vannamei* na fase de engorda.

2. 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) na Barra da Lagoa, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. As PL de camarão foram cultivadas em tanques circulares de 50 m^3 até a fase de juvenil ($3,45 \pm 0,02 \text{ g}$) em uma densidade de 625 PLs m^{-3} e salinidade de 33 g L^{-1} . Os tanques foram operados com sistema de bioflocos sem troca de água. Posteriormente, os camarões foram transferidos para as unidades experimentais.

2.1 Descrições dos sistemas de cultivos

2.1.1 Sistema quimioautotrófico

Inicialmente, foi realizado o cálculo da quantidade teórica de amônia formada pelos camarões no início do experimento, utilizando para o cálculo todos os tanques do tratamento quimioautotrófico. Foi considerado que o camarão assimila 25% do nitrogênio adicionado na alimentação e 75% do nitrogênio é excretado na forma de amônia dissolvida na água. Assim, a partir da biomassa estocada e da taxa de alimentação utilizada nesta fase, foi calculada a amônia formada no primeiro dia de experimento.

A partir desta informação, foi instaurado um tanque matriz (biorreator) com capacidade de 400 L de água (salinidade 33‰), mantido com aeração constante (<5 mg L⁻¹ OD) e temperatura de aproximadamente 28 °C, acompanhado de suportes artificiais (LEGARDA, 2015) utilizados nos experimentos. Posteriormente, foi adicionado sais de cloreto de amônio (1 mg L⁻¹) e nitrito de sódio (1 mg L⁻¹) diariamente (LARA et al., 2016) como substrato para as bactérias quimioautotróficas e promover a sua fixação nos devidos suportes.

Uma vez que o sistema estava nitrificando, detectado pela presença de nitrato, foi transferido um terço da água do tanque matriz (biorreator) para cada uma das unidades experimentais do tratamento quimioautotrófico assim como os suportes artificiais, o volume restante foi completado com água salgada (salinidade 33‰).

2.1.2 Sistema heterotrófico

Três dias antes do povoamento, a água de cultivo foi fertilizada com ração moída e melão em uma relação carbono/nitrogênio (C/N) de 15:1 (AVNIMELECH, 1999). Os fertilizantes foram adicionados visando obter na água inicial de cultivo 200 mg L⁻¹ de sólidos suspensos totais (SST), este manejo promoveu a redução das bactérias nitrificantes e aumentou a relação C:N do substrato orgânico controlando a amônia através da sua assimilação heterotrófica (SCHVEITZER et al., 2013). Após o povoamento, a relação C:N foi mantida em 15:1 com a adição de melão.

2.1.3 Sistema maduro

No dia do povoamento, as unidades experimentais foram inoculadas com 30% de água proveniente de um tanque circular matriz de 50 m³ com biofloco maduro, com o processo de nitrificação estabelecido, utilizando a comunidade microbiana formada no tanque para manter a qualidade de água (SCHVEITZER et al., 2013), o volume restante foi completado com água salgada (salinidade 33‰).

2.2 Material Biológico

Foram utilizados pós-larvas (PL20) de camarões *L. vannamei* que foram obtidas em Agosto de 2018 provenientes da Empresa Aquatec Ltda., localizada no Rio Grande do Norte, Brasil. A linhagem utilizada foi a HB16 livre de patógenos específicos, que requerem notificação obrigatória da Organização Nacional de Epizootias.

2.3 Delineamento Experimental

Os tratamentos, sistema heterotrófico, sistema quimioautotrófico e sistema maduro foram realizados em quadruplicata. Foram utilizadas 12 unidades experimentais circulares de fibra de vidro com 300 L de água. Cada unidade experimental foi equipada com um sistema de aeração, o qual esteve conectado por via de mangueiras e canos de PVC ao sistema central de aeração do próprio laboratório, composto por um soprador de ar de 7,5 cv. A temperatura foi mantida entre 28 °C com o auxílio de aquecedores elétricos de titânio de 500 W de potência acoplados a um termostato. Os camarões foram povoados a uma densidade de 350 camarões m⁻³, com peso médio de 3,45±0,02 g. A alimentação foi com ração de 35% de proteína bruta (Potimar, Guabi) fornecida de acordo com a tabela de Van Wik e Scarpa (1999). A ração foi fornecida quatro vezes ao dia (08h30, 12h, 14h30 e 17h). Após uma hora, as bandejas eram checadas para registro do consumo aparente de ração pelos camarões.

2.4 Análises dos parâmetros zootécnicos

A análise dos parâmetros zootécnicos foi realizada através de biometrias semanais, utilizando-se 20 camarões por unidade experimental. As biometrias serviram de base para os cálculos de peso médio final, ganho de peso semanal, biomassa, produtividade, fator de conversão alimentar e sobrevivência durante o experimento.

$$\text{Peso médio (g)} = (\text{Biomassa Total}) / (\text{N}^\circ \text{ Final de Camarões})$$

$$\text{Ganho de peso semanal (g/semana)} = (\text{Ganho em Peso}) / (\text{Semana de Cultivo})$$

$$\text{Biomassa (g)} = \text{Peso Médio Final} * \text{N}^\circ \text{ Final de Camarões}$$

$$\text{Produtividade (kg/m-3)} = (\text{Biomassa Final}) / (\text{Volume Total})$$

$$\text{Conversão Alimentar Aparente} = (\text{Ração Fornecida}) / (\text{Biomassa Final})$$

$$\text{Sobrevivência (\%)} = (\text{N}^\circ \text{ Final de Camarões} * 100) / (\text{N}^\circ \text{ Inicial de Camarões})$$

2.5 Análise da qualidade de água

Os parâmetros físico-químicos da água como: oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$) foram medidos duas vezes por dia (manhã e tarde) através do oxímetro YSI 55. Amônia total, nitrito, alcalinidade (APHA, 2005 – 2320B), salinidade (YSI 30 Digital Salinity Meter) e pH (Tecnal Tec-5, Piracicaba, SP) foram monitorados duas vezes por semana. Nitrato, ortofosfato, sólidos suspensos totais (APHA, 2005 – 2540D), sólidos voláteis e fixos (APHA, 2005 – 2540E), e volume dos sólidos sedimentáveis (Imhoff cones) foram analisados uma vez por semana.

2.6 Análise do volume de sólido produzido em cada sistema

Para avaliar o volume de sólido produzido em cada tratamento, cada vez que era realizada a remoção de sólidos (quando os SST atingiam 600 mg L^{-1}), uma amostra do sólido presente no sedimentador, com volume de 60 L e formato cilindro com fundo cônico, foi coletada. O teor de sólidos totais foi determinado por gravimetria, amostras de 100 mL foram filtradas, os papéis filtro colocados em cadinho de porcelana e evaporadas em estufa de circulação de ar a 105°C , até peso constante (APHA, 2005). Além disso, foi quantificado o volume de sólidos na água de cada tratamento, ao final do experimento.

Volume dos sólidos = $(\text{SST final} \times V) - (\text{SST inicial} \times V)/100 + \text{SR}$

SST final = concentração final dos sólidos suspensos totais do experimento em mg L^{-1} .

V = volume do tanque em L.

SST inicial = concentração inicial dos sólidos suspensos totais do experimento em mg L^{-1} .

SR = quantidade de sólidos retirados do sistema em g.

2.7 Análise microbiológica da água

Amostras de 10 mL de água de cada tratamento foram coletadas no início e ao final do experimento. Foram utilizados tubos de ensaio estéreis de 15 mL com tampa de rosca esterilizada para a coleta da água. Amostras de 1 mL foram inoculadas em diluições seriadas através de tubos de solução salina (3% NaCl) e 100 μL das amostras foram semeadas em placas de Petri contendo meio de cultura bacteriológico Agar Marinho e Agar Tiosulfato Citrato Bile Sacarose (TCBS) para contagem de bactérias heterotróficas viáveis e vibriónicas, respectivamente. Posteriormente,

foram incubadas em estufa bacteriológica a 30°C por 24 h e realizada sua contagem no dia seguinte através do método de contagem das placas em unidades formadoras de colônia (UFC mL⁻¹).

3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram avaliados quanto à normalidade e homocedasticidade pelo teste de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente, os dados de sobrevivência, peso médio final, ganho de peso semanal, conversão alimentar foram transformados em raiz quadrada e para a análise microbiológica os dados foram transformados em Log₁₀ (x). Os dados foram comparados entre os tratamentos por análise de variância (ANOVA) com nível de significância de 5%. O teste de Tukey foi aplicado com nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS

O peso final dos camarões não obteve diferença significativa entre os três tratamentos (Heterotrófico, Quimioautotrófico e Maduro), assim como o crescimento semanal, biomassa final, conversão alimentar, produtividade e sobrevivência (Tabela 1).

Todos os camarões obtiveram uma boa média de crescimento, alcançando 1,2g por semana. A sobrevivência observada neste experimento foi de 90% e a conversão alimentar foi de 1,3 e próximas às encontradas por outros autores (LARA, 2012; ESPIRITO SANTO, 2014; COHEN et al., 2005).

Tabela 1. Desempenho zootécnico do camarão branco do Pacífico *L. vannamei* na fase de engorda usando sistemas heterotrófico, quimioautotrófico e maduro em bioflocos por 35 dias estocados a uma densidade de 350 camarões m⁻³.

Parâmetro	Tratamento		
	Heterotrófico	Maduro	Quimioautotrófico
Peso médio final (g)	9,85 ± 0,87	9,81±0,47	9,42±0,83
Ganho de peso semanal (g semana ⁻¹)	1,28±0,70	1,27±0,44	1,19±0,4
Biomassa final (kg)	942,87±120,21	961,70±51,98	938,87±54,08
Sobrevivência (%)	90,9±6,24	93,3±2,57	91,6±3,59
Fator de conversão alimentar	1,37±0,36	1,48±0,13	1,62±0,19
Produtividade (kg m ⁻³)	3,14±0,40	3,20±0,17	3,12±0,18

Dados médios \pm desvio padrão. Dados seguidos de letras diferentes diferem entre si, nas linhas, pelo teste de Tukey, nível de significância 0,05.

4.2 PARÂMETROS 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 2.

Tabela 2. Variáveis de qualidade de água do camarão branco do Pacífico *L. vannamei* na fase de engorda usando sistemas heterotrófico, quimioautotrófico e maduro em bioflocos por 35 dias estocados a uma densidade de 350 camarões m^{-3} .

Parâmetros físico-químicos	Tratamento		
	Heterotrófico	Maduro	Quimioautotrófico
Temperatura (°C)	28,4 \pm 0,95 ^{ab}	28,3 \pm 0,70 ^a	28,5 \pm 1,04 ^b
OD (mg L ⁻¹)	5,77 \pm 0,34 ^a	5,88 \pm 0,28 ^b	5,83 \pm 0,32 ^{ab}
Salinidade g L ⁻¹	33,96 \pm 0,37	34,21 \pm 0,77	34,09 \pm 0,57
pH	8,37 \pm 0,06 ^b	8,19 \pm 0,05 ^a	8,21 \pm 0,04 ^a
Alcalinidade (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	373,86 \pm 58,32 ^b	171,40 \pm 26,51 ^a	174,25 \pm 17,78 ^a
Amônia total N-NAT (mg L ⁻¹)	1,34 \pm 3,45 ^a	0,30 \pm 0,19 ^b	0,46 \pm 0,33 ^{ab}
Nitrito N-NO ₂ (mg L ⁻¹)	4,23 \pm 5,11 ^b	0,54 \pm 0,41 ^a	0,91 \pm 0,69 ^a
Nitrato N-NO ₃ (mg L ⁻¹)	1,33 \pm 4,33	8,12 \pm 3,32	8,94 \pm 3,00
Ortofostato P-PO ₄ ³⁻ (mg L ⁻¹)	1,21 \pm 0,16 ^b	1,18 \pm 0,39 ^b	0,88 \pm 0,46 ^a
SS (mL L ⁻¹)	20,89 \pm 10,92 ^a	3,57 \pm 3,41 ^b	4,33 \pm 5,59 ^b
SST (mg L ⁻¹)	617,28 \pm 154,4 ^a	359,67 \pm 139,16 ^b	374,10 \pm 165,15 ^b
SSV (%)	49,00 \pm 7,91	39,2 \pm 6,30	37,20 \pm 8,22
SSF (%)	52,80 \pm 27,24	76,80 \pm 39,53	72,30 \pm 31,49

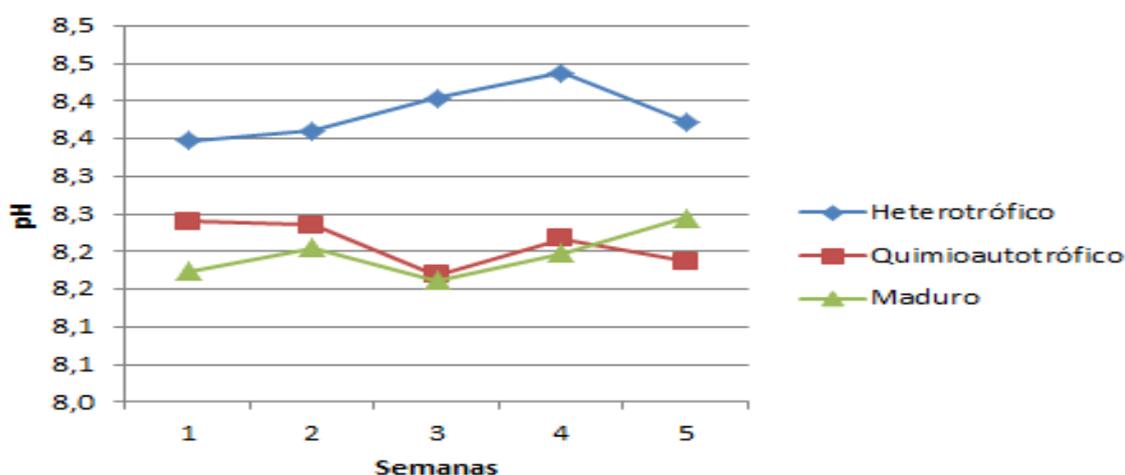
Dados médios \pm desvio padrão. Dados seguidos de letras diferentes diferem entre si, nas linhas, pelo teste de Tukey, nível de significância 0,05. OD, oxigênio dissolvido; SS, sólidos sedimentáveis; SST, sólidos suspensos totais; SSV, sólidos suspensos voláteis; SSF, sólidos suspensos fixos.

4.2.2 PH E ALCALINIDADE

O pH não apresentou diferença estatística entre o tratamento maduro e quimioautotrófico. Embora a respiração dos microrganismos heterotróficos aumente a

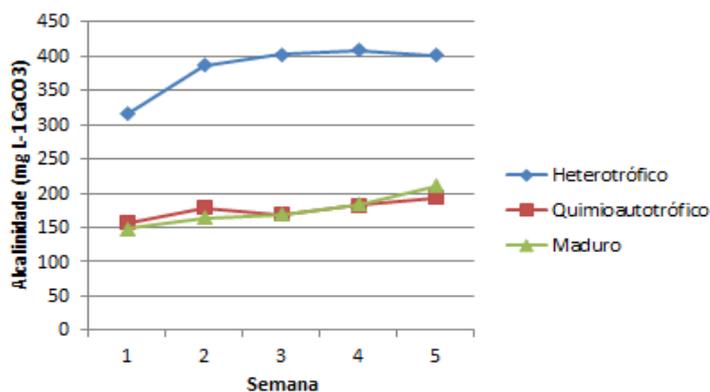
concentração de CO_2 (WASIELESKY, 2006), o que causa um decréscimo do pH, o tratamento heterotrófico obteve resultado superior em relação aos demais (Figura 1A). Igualmente, porém já esperado, a alcalinidade apresentou os mesmos resultados, onde o tratamento quimioautotrófico e maduro não obtiveram diferença estatística entre eles, enquanto o tratamento heterotrófico foi maior comparado aos outros (Figura 1B). A possível explicação para isto é que como no tratamento heterotrófico houve aplicação de melão de cana-de-açúcar, que possui bicarbonato de cálcio em sua composição, evitou a queda do pH (ESPIRITO SANTO, 2014) e devido a grande quantidade de entrada diária desta fonte de carbono ocasionou estes níveis mais elevados de pH e alcalinidade.

Figura 1A. Potencial hidrogeniônico (pH) da água do cultivo de camarão branco do Pacífico *L. vannamei* na fase de engorda usando sistemas heterotrófico, quimioautotrófico e maduro em bioflocos por 35 dias estocados a uma densidade de 350 camarões m^{-3} .



Fonte: Própria (2019).

Figura 1B. Alcalinidade ($\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$) da água do cultivo de camarão branco do Pacífico *L. vannamei* na fase de engorda usando sistemas heterotrófico, quimioautotrófico e maduro em bioflocos por 35 dias estocados a uma densidade de 350 camarões m^{-3} .

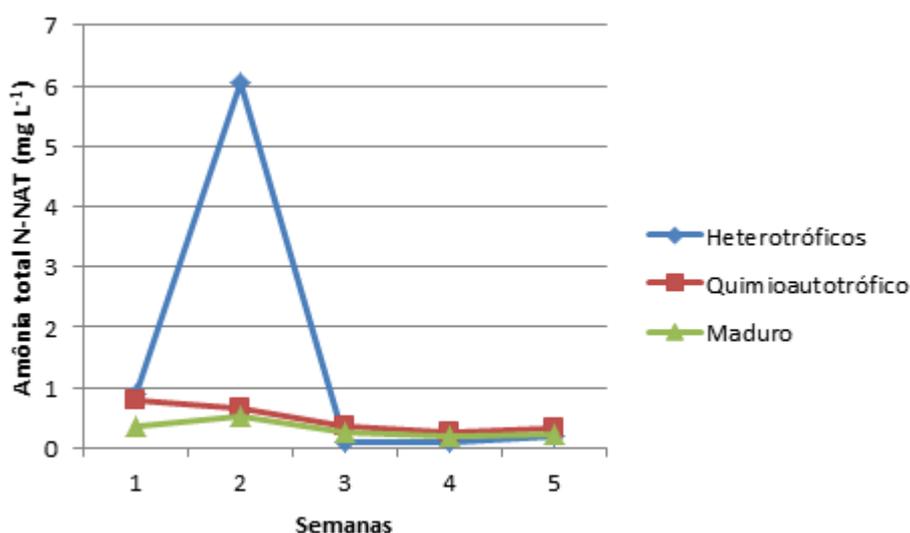


Fonte: Própria (2019).

4.2.3 AMÔNIA

A concentração de amônia no tratamento heterotrófico foi significativamente maior ($p < 0,05$) em relação ao maduro, enquanto o tratamento quimioautotrófico não apresentou diferença estatística comparada aos outros dois tratamentos (Tabela 2). Pode-se observar na Figura 2 que o tratamento heterotrófico e quimioautotrófico na primeira semana tiveram picos de acima de 1 mg L^{-1} . Já na segunda semana o sistema heterotrófico alcançou um pico de $11,55 \text{ mg L}^{-1}$. 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 aumento progressivo ao longo das duas primeiras semanas do cultivo deve-se principalmente ao fato de que a comunidade microbiana que está sendo formada na água ainda não é capaz de fazer a assimilação total desse composto. Devido ao grande número estocagem e também aos ajustes nas quantidades de ração, que às vezes sobrava, a concentração de amônia alcançou este nível elevado, no entanto não afetou o desempenho zootécnico dos camarões no tratamento heterotrófico. Após a segunda semana a concentração de amônia nos três tratamentos se manteve abaixo de 1 mg L^{-1} até o final do experimento.

Figura 2. Amônia total N-NAT (mg L^{-1}) da água do cultivo de camarão branco do Pacífico *L. vannamei* na fase de engorda usando sistemas heterotrófico, quimioautotrófico e maduro em bioflocos por 35 dias estocados a uma densidade de $350 \text{ camarões m}^{-3}$.



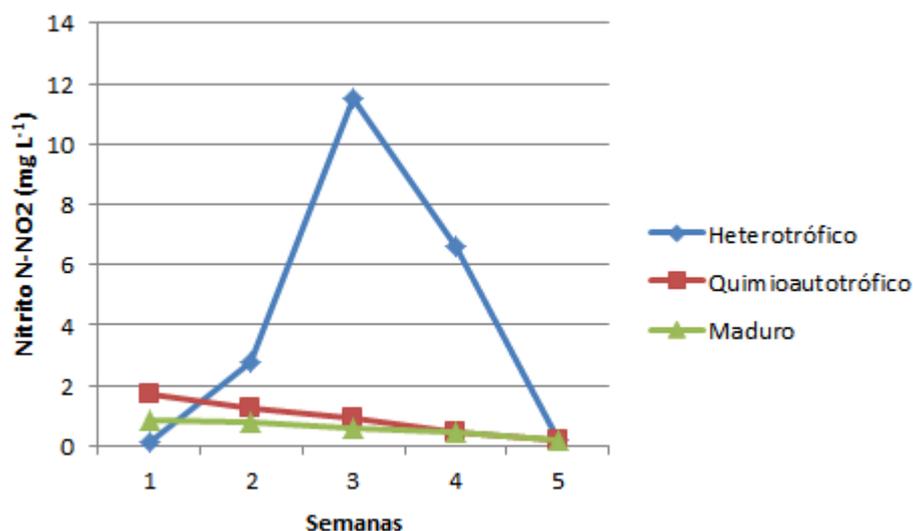
Fonte: Própria (2019).

4.2.4 NITRITO

O nitrito foi estatisticamente maior ($p < 0,05$) no tratamento heterotrófico comparado aos demais tratamentos (Tabela 2). Entre os tratamentos maduro e

quimioautotrófico não houve diferença significativa. Na Figura 3 é possível observar que no tratamento heterotrófico a partir da segunda semana teve um aumento considerável até a terceira semana, onde alcançou $12,58 \text{ mg L}^{-1}$. Isto ocorreu devido a uma velocidade menor de crescimento das bactérias oxidadoras de nitrito (NOB) comparadas às bactérias oxidadoras de amônia (AOB) e pela competição por espaço e oxigênio com as bactérias heterotróficas em condições de alta matéria orgânica dissolvida e particulada (TIMMONS et al., 2002). Outra causa que levou à dificuldade do estabelecimento das NOB no tratamento heterotrófico foi a retirada de sólidos do sistema, através do sedimentador utilizado para retirar os sólidos suspensos totais que ultrapassaram de 600 mg L^{-1} , pois as bactérias aderidas aos sólidos são retiradas do sistema juntamente com os sólidos (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006).

Figura 3. Nitrito N-NO_2 (mg L^{-1}) da água do cultivo de camarão branco do Pacífico *L. vannamei* na fase de engorda usando sistemas heterotrófico, quimioautotrófico e maduro em bioflocos por 35 dias estocados a uma densidade de $350 \text{ camarões m}^{-3}$.



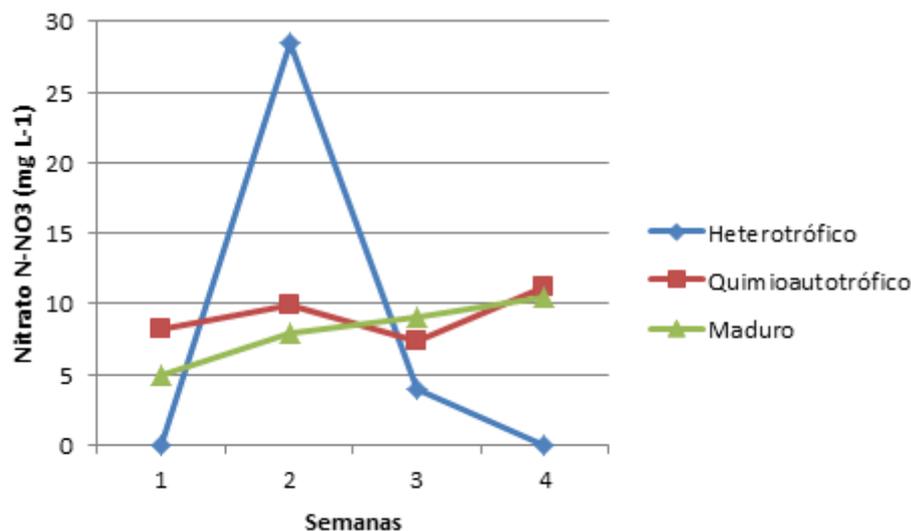
Fonte: Própria (2019).

4.2.5 NITRATO

Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) na concentração de nitrato entre tratamentos (Tabela 2). Na Figura 4 é possível visualizar que no início do experimento a concentração de nitrato foi mais alta nos tratamentos maduro e quimioautotrófico, pois estes já possuíam o processo de nitrificação em andamento. Na segunda semana o tratamento heterotrófico teve um pico maior que os outros tratamentos, chegando a $28,41 \text{ mg L}^{-1}$, após a retirada de sólidos dos tanques, o mesmo voltou a ser menor que os demais tratamentos nas semanas seguintes. Pois,

como o decantador funciona sem aeração serve como um sistema desnitrificante, ou seja, retira o nitrato através das bactérias.

Figura 4. Nitrato N-NO₃ (mg L⁻¹) do cultivo de camarão branco do Pacífico *L. vannamei* na fase de engorda usando sistemas heterotrófico, quimioautotrófico e maduro em bioflocos por 35 dias estocados a uma densidade de 350 camarões m⁻³.

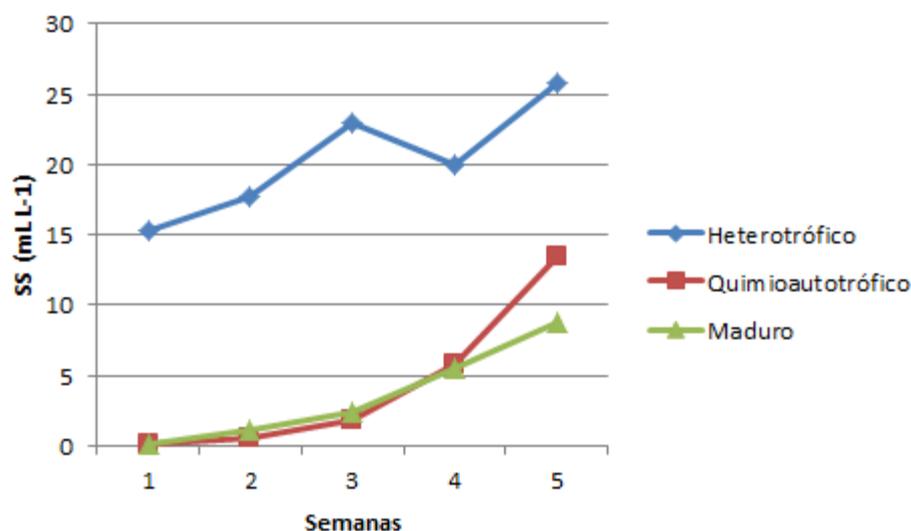


Fonte: Própria (2019)

4.2.7 SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS (SS) E SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (SST)

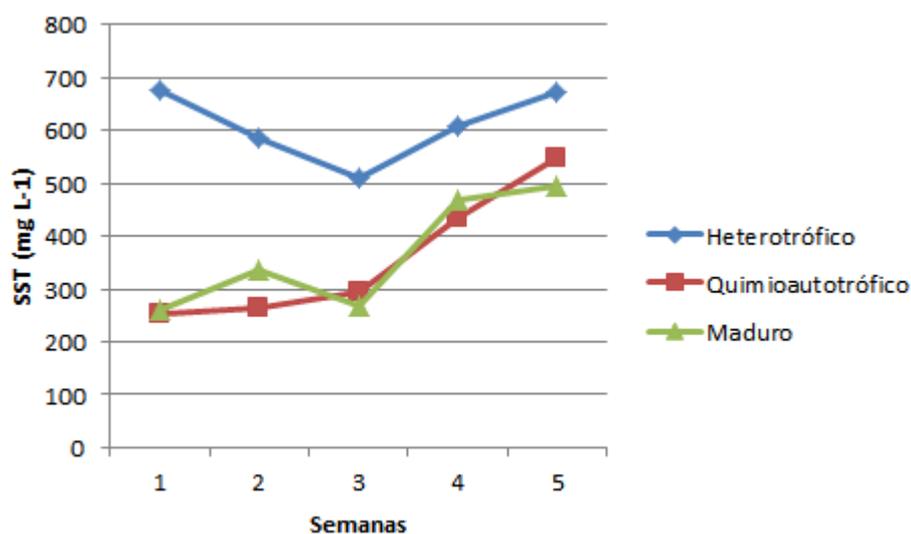
As concentrações de sólidos sedimentáveis (SS) e sólidos suspensos totais (SST) não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos quimioautotrófico e maduro, entretanto foi maior ($p < 0,05$) no tratamento heterotrófico comparado aos demais tratamentos (Tabela 2). A Figura 6A e 6B demonstra um decréscimo na concentração de sólidos sedimentáveis e de sólidos suspensos totais no tratamento heterotrófico após a terceira semana. Este declínio nos SS e SST ocorreu devido à retirada de sólidos dos tanques com tratamento heterotrófico. Foi necessário realizar a retirada do lodo através de decantadores, e este processo foi realizado duas vezes no decorrer do experimento apenas nos tanques com tratamento heterotrófico. Nos tratamentos maduro e quimioautotrófico não foi preciso fazer a remoção dos sólidos. A justificativa para esta diferença no tratamento heterotrófico se dá devido à entrada de melaço de cana-de-açúcar no sistema, pois a administração de fontes de carbono estimula a produção heterotrófica (AVNIMELECH, 2009), aumentando a concentração de sólidos (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006).

Figura 6A. Sólidos sedimentáveis (mL L^{-1}) do cultivo de camarão branco do Pacífico *L. vannamei* na fase de engorda usando sistemas heterotrófico, quimioautotrófico e maduro em bioflocos por 35 dias estocados a uma densidade de 350 camarões m^{-3} .



Fonte: Própria (2019).

Figura 6B. Sólidos suspensos totais (mg L^{-1}) do cultivo de camarão branco do Pacífico *L. vannamei* na fase de engorda usando sistemas heterotrófico, quimioautotrófico e maduro em bioflocos por 35 dias estocados a uma densidade de 350 camarões m^{-3} .



Fonte: Própria (2019).

4.2.8 SÓLIDOS SUSPENSOS VOLÁTEIS (SSV) E SÓLIDOS SUSPENSOS FIXOS (SSF)

Segundo Schryver *et al.* (2008) os sólidos suspensos voláteis – SSV são diretamente afetados pela fonte de carbono. Porém, no presente experimento os

sólidos suspensos voláteis (SSV) e sólidos suspensos fixos (SSF) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2).

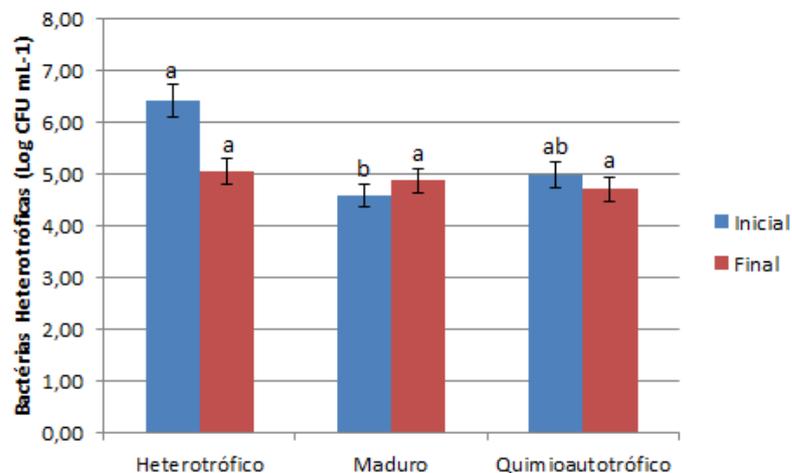
4.3 ANÁLISE DO VOLUME DE SÓLIDO PRODUZIDO EM CADA SISTEMA

O volume de sólidos (g) produzidos em cada tratamento foi de $228,4 \pm 134,7$ no heterotrófico, $100,8 \pm 28,4$ no quimioautotrófico e de $85,42 \pm 24,3$ no maduro. Não houve diferença significativa entre eles, o que indica que a adição de melaço de cana-de-açúcar no tratamento heterotrófico não interferiu no volume final de sólidos, diferente de resultados reportados por outros autores (SCHVEITZER, 2012; SCHNEIDER, 2006).

4.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA

A quantidade de bactérias heterotróficas totais no início do experimento foi estatisticamente maior ($p < 0,05$) no tratamento heterotrófico comparado com o maduro, enquanto o tratamento quimioautotrófico não apresentou diferença significativa em relação aos demais. No entanto, no final do experimento não houve diferença estatística na contagem de bactérias heterotróficas entre os tratamentos (Figura 7). Resultados próximos foram reportados por outros autores (CHAMORRO-LEGARDA et al., 2016). A tendência de dominância de *Vibrio* spp. diminui com o aumento das relações C:N (Panigrahi et al. 2018). Porém, com o presente trabalho foi possível concluir que não houve diferença significativa na quantidade de *Vibrio* spp. entre os diferentes tratamentos. Isto indica que o melaço de caldo-de-cana não causou impacto significativo na contagem de *Vibrio* spp. e no número de bactérias heterotróficas totais. A possível explicação para isto é que as bactérias heterotróficas nos bioflocos degradam os resíduos orgânicos (Kubitza, 2018), portanto com o aumento diário na entrada de ração nos tratamentos quimioautotrófico e maduro fez com que também aumentasse a matéria orgânica no sistema, mesmo sem a adição de carbono orgânico. Segundo Kumar et al. (2018), existe uma relação direta entre a quantidade de bactérias heterotróficas e de *Vibrio* spp. no sistema.

Figura 7. Contagem de bactérias heterotróficas totais no início e no final do cultivo de camarão branco do Pacífico *L. vannamei* na fase de engorda usando sistemas heterotrófico, quimioautotrófico e maduro em bioflocos por 35 dias estocados a uma densidade de 350 camarões m⁻³.



Fonte: Própria (2019).

5. CONCLUSÃO

Com o presente estudo foi possível concluir que os três tratamentos são eficientes para o desenvolvimento de camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) em bioflocos. O melaço de cana-de-açúcar não causou impactos significativos, porém os diferentes estágios de maturação do bioflocos mantiveram os mesmos níveis de *Vibrios* spp. e de bactérias heterotróficas totais ao final do experimento.

REFERÊNCIAS

APHA (American Public Health Association). **Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water**. 21.ed. Washington, DC, 1368p, 2005.

AUDELO-NARANJO, J.M., VOLTOLINA, D., MARTINEZ-CORDOVA, L.R. Nitrogen budget in intensive cultures of *Litopenaeus vannamei* mesocosmos, 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. 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**. Baton Rouge, Louisiana, United States: The World Aquaculture Society, 2009.

CHAMORRO-LEGARDA, Esmeralda; MENDES, Lucas Gomes; BEZERRA, Gabriella Garcia de Oliveira; ESPIRÍTO SANTO, Carlos Manoel do; SEIFFERT, Walter Quadros; VIEIRA, Felipe do Nascimento. Açúcar refinado como fonte de carbono no berçário de camarões cultivados em sistema de bioflocos. **Boletim do Instituto de Pesca**, 2018.

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 super-intensivo 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: 11/09/2019.

FERNANDO KUBITZA, Ph.D. O impacto da amônia, do nitrito e do nitrato sobre o desempenho e a saúde dos peixes e camarões: A água na aquicultura | Parte 3. Rio de Janeiro. **Panorama da Aquicultura**, 15 jan. 2018. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/a-agua-na-aquicultura-parte-3/>. Acesso em: 11 out. 2019.

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

KRUMMENAUER, D., SAMOCHA, T.M., POERSCH, L., LARA, G., WASIELESKY, W. There use of water on the culture of pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in BFT system. **Journal World Aquaculture Society**, v.45, p.3–14, 2014.

LARA, G.; FURTADO, P.S.; HOSTINS, B.; POERSCH, WASIELESKY, W. Addition of sodium nitrite and biofilm in a *Litopenaeus vannamei* biofloc culture system. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v.44, p.760-768, 2016.

LEGARDA, Esmeralda Chamorro. Berçário de camarão em sistema de bioflocos: densidade de estocagem e substrato artificial. 2015. 61 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2015.

LIN, Y.C., CHEN, J.C. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. **Aquaculture**, v.224, p.193-201, 2003.

PANIGRAHI, A.; SARANYA, C.; SUNDARAM, M.; KANNAN, S. V.; DAS, R. R.; KUMAR, R. S.; OTTA, S. K. Carbon: Nitrogen (C: N) ratio level variation influences microbial community of the system and growth as well as immunity of shrimp

(*Litopenaeus vannamei*) in biofloc based culture system. **Fish & shellfish immunology**, v. 81, p. 329-337, 2018.

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.

RAY, A.J., LOTZ, J.M. Comparing a chemoautotrophic-based biofloc system and three heterotrophic-based systems receiving different carbohydrate sources. **Aquacultural Engineering**, v.63, p.54–61, 2014.

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* postlarvae. **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.

TZACHI M. SAMOCHA, DAVID L. PRANGNELL, TERRILL R. HANSON, GRANVIL D. TREECE, TIMOTHY C. MORRIS, LEANDRO F. CASTRO AND NICK STARESINIC. 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.

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.

SCHVEITZER, R.; ARANTES, R.; BALOI, M.F.; COSTÓDIO, P.F.S.; ARANA, L.V.; SEIFFERT, W.Q.; ANDREATTA, E.R. (2013a) Use of artificial substrates in the culture of *Litopenaeus vannamei* (Biofloc System) at different stocking densities: Effects on microbial activity, water quality and production rates. **Aquacultural Engineering**, v. 54, p. 93-103.

TIMMONS, MICHAEL B., EBELING, JAMES M. **Recirculating Aquaculture**. 2 ed. Auburn, 2002.

THAKUR, DHIRENDRA 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.

VAN WYK, P.; SCARPA, J. Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee, Florida, p. 128-138, 1999.

V. SANTHANA KUMAR, P.K. PANDEY, THEIVASIGAMANI ANAND, G. RATHI BHUVANESWARI, A. DHINAKARAN, SAURAV KUMAR. Biofloc improves water,

effluent quality and growth parameters of *Penaeus vannamei* in an intensive culture system. **Journal of Environmental Management**, p. 206-215, 2018.

WASIELESKY, Wilson et al. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, p. 396-403, 2006.

FECUNDIDADE E FERTILIDADE DE FÊMEAS DE CAMARÕES *Macrobrachium jelskii*

Suellen Araújo Alves¹; Caio Henrique do Nascimento Ferreira; Nilo da Silva Nunes Pirovani; Bruno de Lima Preto.

RESUMO

Camarões do gênero *Macrobrachium* são representados por mais de 240 espécies descritas no mundo, e algumas dessas encontram-se no Rio Itapemirim. Exemplo disso é o *Macrobrachium jelskii*, foco deste estudo. O objetivo foi avaliar a fecundidade e fertilidade de camarões *M. jelskii*. As fêmeas de camarões foram coletadas no Rio Norte Braço Esquerdo, afluente do Rio Itapemirim. Os animais foram medidos quanto ao comprimento de pleura, comprimento de carapaça, comprimento total e o peso corporal. Para avaliação da fecundidade foram utilizadas 36 fêmeas adultas com seus ovos aderidos aos pleópodos. Após insensibilização dos animais, os ovos foram extraídos da pleura e posteriormente foram contados. A partir daí, os ovos foram levados ao estereomicroscópio a fim de averiguar o volume dos mesmos, realizando a medição de seus diâmetros. As relações estudadas foram número de ovos/comprimento da pleura (CP); número de ovos/comprimento da carapaça (CC); número de ovos/comprimento total (CT) e número de ovos/peso corporal (PC). Para avaliação da fertilidade foram utilizadas 5 fêmeas adultas com ovos aderidos aos pleópodos. Os animais foram mantidos individualmente em 5 unidades observacionais (baldes), com um volume de água de 2,5 L, aeração constante e salinidade de 0 ppm. Cada fêmea foi confinada individualmente no bob de cabelo, de diâmetro igual a 60 mm, de tal forma que as larvas pudessem fugir das fêmeas evitando a predação. Além disso, os ovos abortados afundaram atravessando a malha do bob. Os baldes foram alocados em uma piscina plástica, a uma temperatura controlada a 28°C por aquecedores com termostatos. Após a eclosão dos ovos as larvas e os ovos não eclodidos foram contados. Os ovos do animal em questão possuem um grande volume, sendo em média $1,59 \pm 0,40 \text{ mm}^3$. Mas uma baixa quantidade dos mesmos, tendo sua fecundidade média no valor de $29,25 \pm 14,80$ ovos por fêmea. A fertilidade média ficou em $24,40 \pm 7,70$ larvas por fêmea. Quanto maior o comprimento de pleura, o comprimento de carapaça, total e peso corporal, maior é o número de ovos e larvas em *M. jelskii*.

Palavras-chave: Camarão; Fecundidade; Fertilidade.

ABSTRACT

Prawn of *Macrobrachium* genus are represented by more than 240 species described in the world, and some of these are found in the Itapemirim River. An example of this is *Macrobrachium jelskii*, focus of this study. The objective was to evaluate the fecundity and fertility of *M. jelskii* prawns. Freshwater female prawns were collected from the Norte Braço Esquerdo River, tributary of the Itapemirim River. Animals were measured for pleura length, carapace length, total length and body weight. For fecundity evaluation, 36 adult females with their eggs adhered to the pleopods were used. After numbing the animals, the eggs were extracted from the pleura and later

¹ Graduanda em Engenharia de Aquicultura no Instituto Federal do Espírito Santo campus de Alegre

counted. From there, the eggs were taken to the stereomicroscope to verify their volume, measuring their diameters. The relationships studied were number of eggs / pleura length (CP); number of eggs / carapace length (CC); number of eggs / total length (TC) and number of eggs / body weight (PC). For fertility evaluation, 5 adult females with eggs adhered to the pleopods were used. The animals were kept individually in 5 observational units (buckets), with a water volume of 2.5 L. We kept constant aeration and salinity of 0 ppm. Each female was confined to a 60mm hair bob so that the larvae could escape from the females avoiding predation. In addition, the aborted eggs sank through the bob's mesh. The buckets were placed in a plastic pool at a temperature controlled at 28 ° C by thermostated heaters. After hatching of eggs the larvae and un hatched eggs were counted. The eggs of the animal in question have a large volume, averaging $1.59 \pm 0.40 \text{ mm}^3$. But a low amount of them, having their average fecundity of 29.25 ± 14.80 eggs per female. The average fertility was 24.40 ± 7.70 larvae per female. The longer the pleura length, the carapace length, the total and body weight, the larger number of eggs and larvae in *M. jelskii*.

Keywords: Prawn; Fecundity; Fertility.

INTRODUÇÃO

O conjunto de seres do gênero *Macrobrachium* é representado por mais de 240 espécies descritas no mundo, sendo o mais diversificado em meio aos crustáceos de água doce (GRAVE et al., 2009; DE GRAVE & FRANSEN, 2011). Algumas das espécies de *Macrobrachium* apresentam importância econômica, outras, porém, são muito utilizadas como iscas em pescarias com anzol e alimento para a população ribeirinha além de compor uma parte importante na teia trófica de ambientes limnóticos (MAGALHÃES, 1999; MACIEL et al., 2011; PILEGGI & MANTELATTO, 2012; SANTOS et al., 2013).

Alguns camarões de água doce possuem uma característica peculiar. Na época de reprodução ocorre a migração até a foz, em busca de água salobra para que as fêmeas ovígeras eclodam suas larvas e assim que atingem a fase de pós-larvas retornam para o rio, em seu ambiente de origem (GEORGE, 1969). O *Macrobrachium jelskii*, diferentemente de espécies migradoras, é um animal que passa a vida em água doce, independentemente fisiologicamente de água salobra para completar seu ciclo de vida (MELO, 2003). Os ovos são grandes e em pequena quantidade, apostando em qualidade e não em quantidade de seus ovos. De acordo com Melo (2003), o habitat preferido destes animais são águas escuras, com pouca vegetação marginal, substrato lodoso e ou até mesmo águas rápidas e transparentes, contendo areia, pedras e gramíneas. Ainda reitera que são capturados artesanalmente através de pescadores e, mesmo sendo considerado um animal de fácil reprodução devido ao

seu pequeno porte é considerado inviável economicamente para o cultivo, quando comparado com o *Macrobrachium nipponense*, que de acordo com a FAO (2018) é o camarão de água doce mais produzido no mundo.

Segundo Melo (2003), o *M. jelskii* encontra-se distribuído geograficamente em toda a América do Sul. Geralmente, quando pescado, é utilizado como isca-viva ou para enriquecimento e ornamentação de aquários. Porém, uma exploração exacerbada dos estoques naturais ocasiona a diminuição e, conseqüentemente, o alerta de extinção dos organismos, partindo pelo pressuposto de que grande parte dos recursos pesqueiros mundiais estão super explorados, em declínio ou se recuperando do declínio (FAO, 2009).

Tendo em vista a falta de informações sobre a biologia e ecologia do *M. jelskii*, estudos sobre essa espécie auxiliará na regulação e manutenção, fornecendo dados característicos do animal. A compreensão da biologia reprodutiva do *Macrobrachium jelskii* pode auxiliar na reprodução laboratorial deste animal e posterior repovoamento desses animais nos locais onde os estoques estão sendo super explorados, tendo em vista que se trata de um animal nativo da bacia do Rio Itapemirim. Além disso, com o domínio das técnicas de reprodução será possível a abertura de um nicho de mercado para iscas vivas ou ornamentação com animais provenientes da aquicultura. O objetivo desse trabalho foi verificar a fecundidade e fertilidade do *Macrobrachium jelskii*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Carcinicultura e Maricultura (Lacam) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus de Alegre. Os camarões foram capturados na região sul do estado do Espírito Santo, na Bacia do Rio Itapemirim (Figura 1), Rio Norte Braço Esquerdo. A captura se deu por meio de peneiras retangulares, fabricadas partir de vergalhões e tela do tipo sombrite, de tamanho de 80 cm x 20 cm. Posteriormente as fêmeas dos camarões foram transportadas ao laboratório.

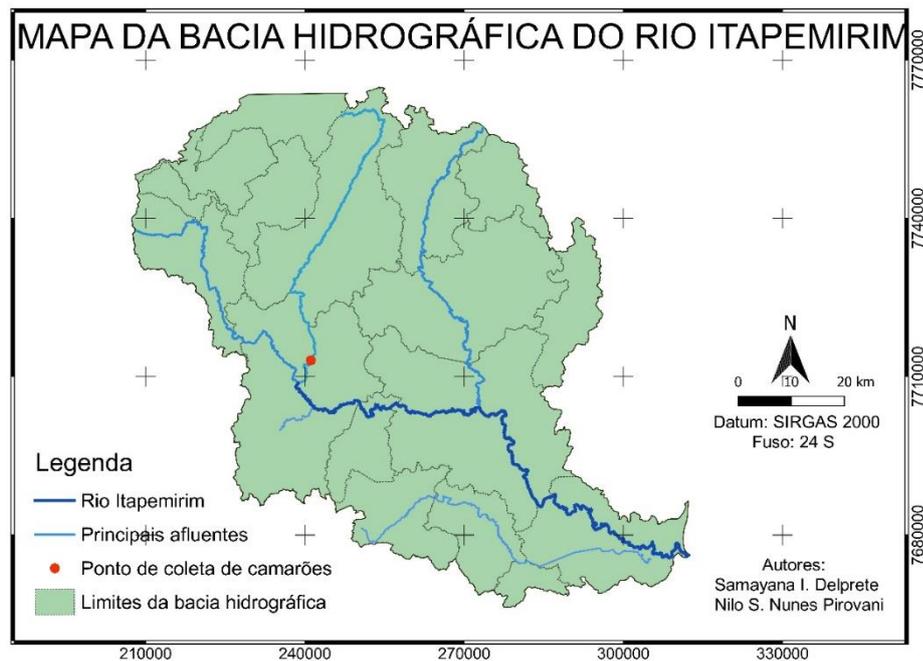


Figura 2 - Localização da área de estudo no Rio Itapemirim, município de Alegre/ES. Fonte: Laboratório de Carcinicultura do IFES (2019).

A confirmação das espécies das fêmeas ovígeras foi realizada utilizando chave de classificação propostos por Holthuis (1952). A seguir, realizou-se as análises morfométricas dos espécimes (Figura 2 e 3), por meio de um paquímetro digital (150 mm/6" ZAAS Precision). Mediu-se o comprimento de pleura – CP (comprimento longitudinal da pleura do segundo somito abdominal), comprimento da carapaça – CC (comprimento pós orbital do encefalotórax), comprimento total – CT (distância da margem pós orbital ao extremo posterior do télson), e peso corporal – PC (obtido pelo meio de balança digital com precisão de 0,01g).



Figura 2 e 3 – Medição do comprimento total da fêmea. Fonte: acervo pessoal da autora (2019).

Para determinação da fecundidade de *Macrobrachium jelskii* foram utilizadas 36 fêmeas adultas, que apresentavam ovos aderidos aos pleópodos. As fêmeas foram

selecionadas de acordo com estágio de desenvolvimento larval. Do total, 16 animais possuíam ovos em estágio inicial e 15 em estágio intermediário de desenvolvimento. Os indivíduos foram insensibilizados (Figura 4 e 5) e mantidos congelados até o momento da análise.



Figura 4 e 5 - Fêmeas no processo de insensibilização. Fonte: acervo pessoal da autora (2019).

Prosseguindo aos estudos, os ovos foram extraídos do ventre da fêmea de *Macrobrachium jelskii* com o auxílio de pinças anatômicas e jatos de água provenientes de uma pisseta. Esse procedimento permitiu a retirada dos ovos sem danos físicos prejudiciais ao estudo. Após a extração, com o auxílio de espátulas, as massas de ovos foram dispostas em placas de Petri e levados ao estereomicroscópio em aumento de 8x a fim de organiza-los sem sobreposição. Com o auxílio do programa LEICA EZ4HD versão 2.1.0, foram capturadas imagens digitais para posterior contagem total do número de ovos de cada fêmea.

Foram estabelecidas as relações do número de ovos/ comprimento da pleura (CP); número de ovos/ comprimento da carapaça (CC); número de ovos/ comprimento total (CT) e número de ovos/ peso corporal (PC). Os ovos foram diferenciados de acordo com o estágio de desenvolvimento, fundamentando-se na existência de pigmentação ocular ou não. Sendo assim, os animais foram divididos em fêmeas que possuíam ovos sem pigmentação (SP) e fêmeas que apresentavam ovos com pigmentação ocular visível (AP). Separou-se 22 fêmeas (SP) e 14 fêmeas (AP). E para aquisição do tamanho dos ovos, mediu-se aleatoriamente 5 ovos de 12 fêmeas. As dimensões de diâmetro maior e menor, efetuou-se utilizando o estereomicroscópio

dotado de câmera digital e software de manipulação de imagens, como mostra a figura 6.

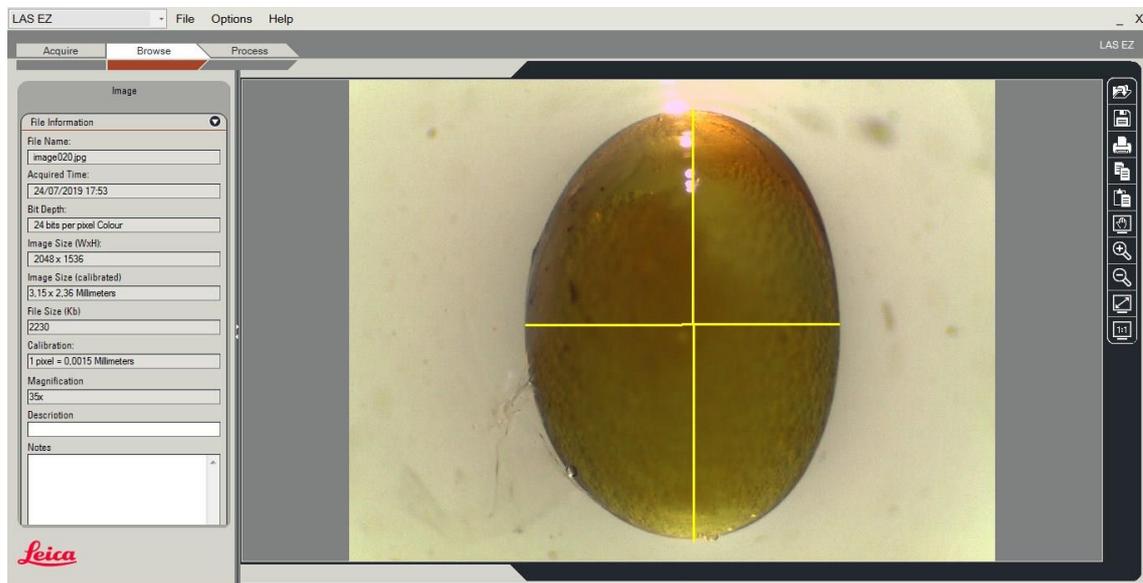


Figura 6 – Mensuração do diâmetro maior e menor dos ovos de *Macrobrachium jelskii* utilizando o estereomicroscópio Leica dotado de câmera digital e software de manipulação de imagens (Leica Application Suite versão 2.1.0). Fonte: acervo pessoal da autora (2019).

O volume dos ovos (VO) foi calculado pela fórmula $VO = (\pi * DM * Dm^2 / 6)$, onde DM é a medida do diâmetro maior e Dm o diâmetro menor (ODINETZ – COLLART; RABELO, 1996). Para determinação da fertilidade de *M. jelskii* foram utilizadas 5 fêmeas adultas, que apresentavam ovos aderidos ao pleópodo. As fêmeas foram selecionadas de acordo com a coloração dos ovos (vitelo), fêmeas que possuíam ovos com pigmentação ocular visível, foram classificadas para o desenvolvimento da fertilidade.

Os animais foram mantidos individualmente em cinco unidades observacionais (Figura 7). As unidades foram montadas em baldes, com um volume de água de 2,5 L a 0 ppm de salinidade. As fêmeas ficaram confinadas em cilindros plásticos (bob de cabelo), de diâmetro igual a 60 mm. Os cilindros foram telados com uma malha de 4 mm. Para fixar a malha no bob, utilizou-se elásticos. Os baldes foram alojados em uma piscina plástica de 1,30m x 1,90m, portando 55L de volume de água. A temperatura da água foi controlada com cinco termostatos de 100W a 28°C.



Figura 7 – Cinco unidades experimentais com cinco fêmeas confinadas, acomodadas na piscina plástica. Fonte: acervo pessoal da autora (2019).

A fim de assegurar a qualidade da água, foi fixado troca parcial de 20% do volume da unidade diariamente. Ocorreu a avaliação diária dos níveis de pH, amônia e oxigênio dissolvido. A água para reposição foi mantida em caixas organizadoras com um biofiltro interno (air lift), aeração constante e temperatura da água controlada a 28°C por termostatos (Figura 8).



Figura 8 – Manejo das unidades. Fonte: acervo pessoal da autora (2019).

O oxigênio dissolvido foi mantido por uma aeração constante (Figura 9) e avaliada duas vezes ao dia com um oxímetro (Instrutherm MO – 900) A temperatura foi mantida a 28°C e monitorada duas vezes ao dia por termômetro de mercúrio. O pH monitorado com um peagâmetro (Ph Meter range 0.00 – 14.00). O fotoperíodo fixado para 12 horas de luz e 12 horas de escuro com um Temporizador Digital Bivolt – FX TBD (FOXLUX).

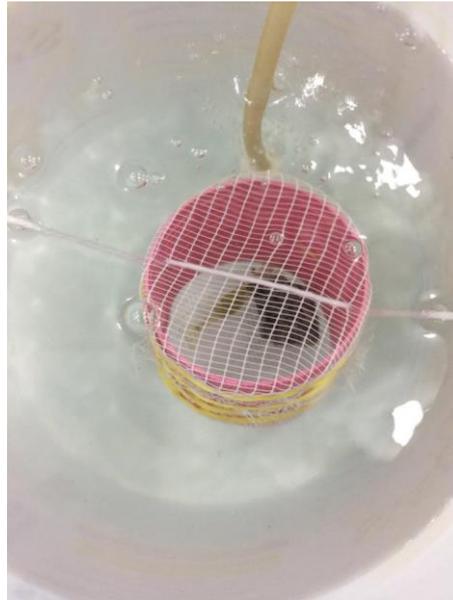


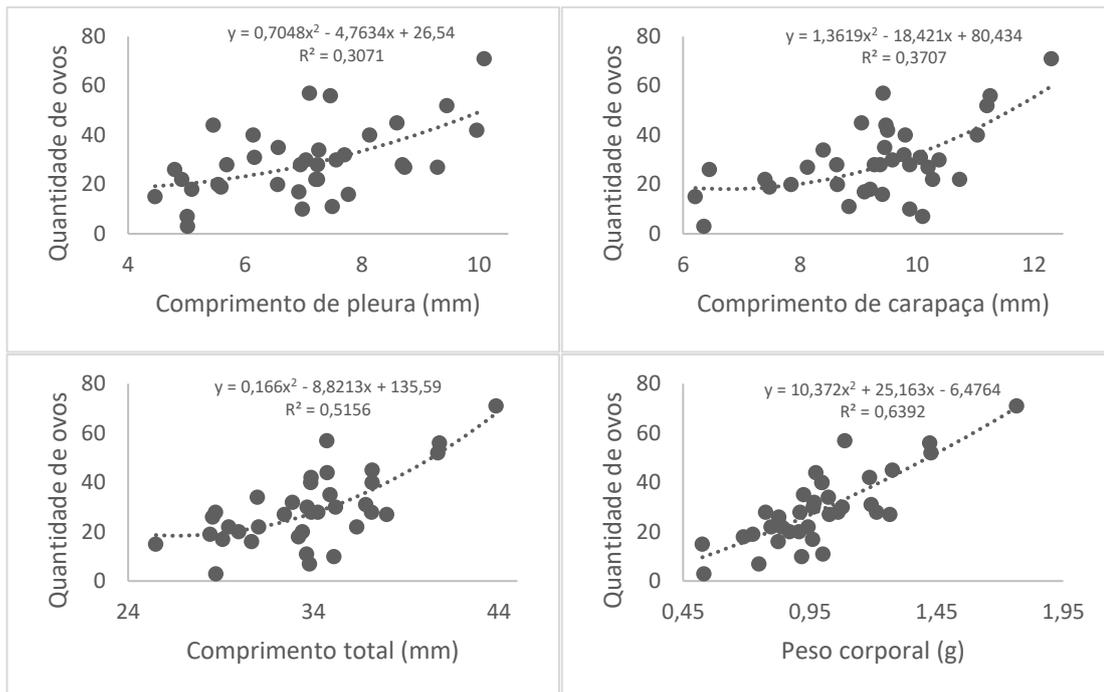
Figura 9 – Fêmea confinada dentro da unidade com aeração constante. Fonte: acervo pessoal da autora (2019).

Após a eclosão dos ovos, as fêmeas foram retiradas dos baldes. Tanto os baldes quanto as fêmeas foram inspecionados a fim de identificar o sucesso da eclosão. As larvas e os ovos não eclodidos foram contados e posteriormente calculada a taxa de eclosão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fecundidade individual das fêmeas de *M. jelskii*, foi em média de 3 ± 71 ovos. A taxa de fecundidade é igual a 11,93 %. O menor animal detinha 25,50 mm de CT e PC de 0,526 g, em contrapartida o maior possuía 43,86 mm de CT e 1,766 g de PC. Analisando os dados, observou-se que os animais possuintes de maior PC (peso corporal) e elevado comprimento total (CT), foram as que obtiveram a maior quantidade de ovos. Mas, em contrapartida, os animais com menor PC e CT, encontraram-se com uma menor quantidade de ovos. Destefani (2015) observou que o *M. acanthurus* com maior PC e CT apresentou diretamente um maior número de ovos.

De acordo com a análise de regressão linear observa-se que alguns pontos estão afastados da curva. Sendo assim, evidencia-se um valor do coeficiente de determinação baixo quanto ao comprimento de pleura ($r^2= 30,71\%$) e o comprimento da carapaça ($r^2=37,07\%$). Já o coeficiente de determinação da curva obtida a partir da regressão linear do comprimento total ($r^2=51,56\%$) e peso corporal ($r^2=63,92\%$) são altos.



Fonte: elaborado pela autora.

O comprimento total (CT) da fêmea de *M. jelskii* está diretamente ligada a quantidade de ovos. VALENTI (1984) constatou que, em *Macrobrachium*, existe uma relação direta entre a fecundidade e o comprimento máximo atingido pelo animal.

Os animais que evidenciaram um maior alongamento da pleura, ou seja, um maior comprimento de pleura, foram os que obtiveram uma maior quantidade de ovos. De acordo com a tabela 1, observou-se o volume, o diâmetro maior e menor dos ovos. O volume dos ovos variou de 0,802 mm³ a 2,074 mm³. Estudos revelam que a fecundidade em palaemonídeos corroboram a hipótese de que *M. jelskii* seja uma das espécies que apresentam um menor número de ovos, com maiores volumes e dimensões (PAIVA & BARRETO, 1960; GAMBA, 1984; MAGALHÃES, 2000). Por ser um animal que possui uma baixa quantidade de ovos, apostando em qualidade e não em quantidade, existe uma independência de água salobra para completar seu ciclo de reprodução. Como o *Macrobrachium potiuna* sendo uma espécie que apresenta um menor número de ovos e maior volume (NAZARI *et al.* 2003), tendo uma riqueza nutritiva dos ovos e um lento desenvolvimento embrionário. Seus indivíduos adotam a seleção/estratégia K com menor esforço reprodutivo, por viver e reproduzir em água doce. As comparações asseguram-se de que a colonização de águas continentais não foi apenas com adaptações na osmorregulação (FREIRE *et al.*, 2003), mas também nas características reprodutivas e de desenvolvimento (VOGT, 2013).

Tabela 1 – Dados de V.O, DM e Dm de acordo com a fêmea ovígera.

F.O	V.O (mm³)	DM (mm)	Dm (mm)
4	1,075	1,5	1,17
6	1,739	1,77	1,37
11	0,802	1,39	1,05
13	1,109	1,69	1,12
17	1,704	1,84	1,33
27	1,806	1,76	1,4
31	1,954	1,96	1,38
32	1,584	1,79	1,3
33	1,926	1,85	1,41
34	2,074	1,91	1,44
35	1,46	1,65	1,3
36	1,837	1,87	1,37

F.O: Fêmea ovígera; **V.O:** Volume do ovo; **DM:** Diâmetro maior; **Dm:** Diâmetro menor. Fonte: elaborado pela autora.

Acompanhando os dados da tabela 2, a fertilidade das fêmeas de *M. jelskii* analisadas, cujo CT variou de 28,71 mm a 35,68 mm foi de 122 larvas/fêmea. Sua taxa de fertilidade ficou igual a 8,00 %. E a fertilidade individual variando de 14 a 28 larvas/fêmea. A relação entre o comprimento do encefalotórax/comprimento total e o peso corporal, está diretamente ligado a quantidade de larvas. Sendo a fêmea ovígera que mais eclodiu larvas foi a que possuiu um maior valor nessas variáveis.

Tabela 2 – Relação entre CP, CC, CT e PC de acordo com o número de larvas e ovos não eclodidos.

F.O	CP (mm)	CC (mm)	CT (mm)	PC (g)	Qt. Larvas	Qt. Ovos
1	5,85	7,76	33,54	0,894	28	2
2	8,40	7,36	28,71	0,840	28	2
3	5,97	7,82	35,68	1,162	33	4
4	4,94	6,58	30,46	0,622	14	1
5	5,25	5,51	30,00	0,818	19	0

F.O: Fêmea ovígera; **CP:** Comprimento de pleura; **CC:** Comprimento de carapaça; **CT:** Comprimento total; **PC:** Peso corporal. Fonte: elaborado pela autora.

4. CONCLUSÃO

A fecundidade em *M. jelskii* possui relação direta com o comprimento total e o peso dos animais, que se confirma ao observar o coeficiente de determinação da curva. O animal possui um grande volume de ovos, sendo uma média de $1,59 \pm 0,40$ mm³, com diâmetro maior médio de $1,75 \pm 0,17$ mm e diâmetro menor médio de $1,30 \pm 0,12$ mm. Em contrapartida, possui uma baixa quantidade dos mesmos tendo em média $29 \pm 14,80$ ovos por fêmea. Considerando-se a variável fertilidade, o comprimento do encefalotórax, comprimento total e o peso corporal das fêmeas

esteve diretamente relacionado com o sucesso na eclosão das larvas de *M. jelskii*, em que a fertilidade individual das fêmeas variou de 14 a 28 larvas. A realização de novas coletas de animais seria interessante para confirmar a quantidade de ovos dos animais e a relação com os respectivos comprimentos, tendo em vista uma maior abrangência da população.

5. AGRADECIMENTOS

Aos colegas do Laboratório de Carcinicultura e Maricultura do IFES *Campus* de Alegre pelo auxílio durante a fase experimental.

REFERÊNCIAS

DE GRAVE, S. & C. H. J. M. FRANSEN. 2011. **Carideorum catalogus: the recent species of the Dendrobranchiate, Stenopodidean, Procarididean and Caridean shrimps**. Zoologische Mededelingen, 85: 195-589.

DE GRAVE, S.; N. D. PENTCHEFF; S. T. AHYONG; T.Y. CHAN; K. A. CRANDALL; P. C. DWORSCHAK; D. L. FELDER; R. M. FELDMANN; C. H. J. M. FRANSEN; L. Y. D. GOULDING; R. LEMAITRE; M. E. Y. LOW; J. W. MARTIN; P. K. L. NG; C. E. SCHWEITZER; S. H. TAN; D. TSHUDY & R. A. WETZER. 2009. **Classification of living and fossil genera of decapod crustaceans**. The Raffles Bulletin of Zoology, 21: 1-109.

DESTEFANI, Jéssica D. **Aspectos reprodutivos do camarão *Macrobrachium acanthurus* (DECAPODA; PALAEMONIDAE) no rio Beneventes, Anchieta – ES**. Espírito Santo: Alegre, 2015.

FAO, 2009. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2008** - Food and Agriculture 318 Organization of the United Nations, Rome.

FAO. 2018. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018** - Meeting the sustainable development goals. Rome.

FREIRE, C. A. et al. Adaptive patterns of osmotic and ionic regulation, and the invasion of fresh water by the palaemonid shrimps. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 136, n. 3, p. 771-778, 2003.

GEORGE, M. J. Genus *Macrobrachium* Bate, 1868. **Bulletin Central Marine Fisheries Research Institute**, Mandapam Camp, v. 14, p. 179-216.1969.

HOLTHUIS, Lipke B. **A general revision of the Palaemonidae (crustacea Decapod Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae**. 1952.

MACIEL, C. R.; M. L. A. QUADROS; F. A. ABRUNHOSA; S. N. B. PEIXOTO; H. SCHNEIDER & M. I. C. SAMPAIO. 2011. **Occurrence of the Indo-Pacific freshwater prawn *Macrobrachium equidens* Dana 1852 (Decapoda, Palaemonidae) on the coast of Brazilian Amazonia, with notes on its reproductive biology.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, 83: 533-544.

MAGALHÃES, C. Crustáceos Decápodes. 1999. In: ISMAEL, D.; W. C. VALENTI; T. MATSUMURA-TUNDISI & O. ROCHA. (eds.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Invertebrados de Água Doce.** São Paulo, FAPESP, 4ed, 127-133p.

MELO, A. S. Gustavo. 2003. **Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil.** Loyola, São Paulo, 420 p.

NAZARI, E. M. et al. Comparisons of fecundity, egg size, and egg mass volume of the freshwater prawns *Macrobrachium potiuna* and *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae). **Journal of Crustacean Biology**, v. 23, n. 4, p. 862-868, 2003.

PILEGGI, L. G. & F. L. MANTELATTO. 2012. **Taxonomic revision of doubtful Brazilian freshwater shrimp species of genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae).** Iheringia, Série Zoologia, 102: 426-437.

SANTOS, A.; L. HAYD & K. ANGER. 2013. **A new species of *Macrobrachium* Spence Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae), *M. pantanalense*, from the Pantanal, Brazil.** Zootaxa, 3700: 534-546.

VALENTI, C. Wagner. **Carcinicultura de água doce: Tecnologia para Produção de Camarões.** Brasília: Funep, 1998.

VALENTI, W. C. 1984. **Estudo Populacional dos Camarões de Água Doce *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Palaemonidae).** São Paulo. 149 pp. Tese (Mestrado). Depto. de Biologia do Instituto de Biociências da U.s.P.

VOGT, G. **Abbreviation of larval development and extension of brood care as key features of the evolution of freshwater Decapoda.** Biological Reviews, v. 88, n. 1, p. 81-116, 2013.

CRESCIMENTO E POTENCIAL REPRODUTIVO DE CAMARÕES NATIVOS DO RIO ITAPEMIRIM, ESPÍRITO SANTO

Caio Henrique do Nascimento Ferreira¹, Nilo da Silva Nunes Pirovani, Suellen Araújo Alves, Bruno de Lima Preto.

RESUMO

Os camarões nativos dulcícolas apresentam menor risco de impacto ambiental quando cultivados. Nosso objetivo foi avaliar o crescimento e o potencial de reprodução de camarões nativos da região sul do Espírito Santo, em sistema de berçário de inverno. Utilizou-se espécimes de *Macrobrachium acanthurus*, *Macrobrachium olfersii*, *Macrobrachium jelskii* e *Palaemon pandaliformis*, que foram coletados no Rio Itapemirim e transportados para o Laboratório de Carcinicultura e Maricultura do Ifes Campus de Alegre. Os animais foram identificados ao nível de espécies, pesados, medidos e posteriormente alocados em hapas de 6 m² numa densidade de 30 indivíduos por m². Os camarões foram cultivados por 90 dias. Os espécimes foram alimentados com ração comercial de 35% de proteína bruta. A cada duas semanas foram analisadas o número de fêmeas ovígeras de cada população e o peso médio dos indivíduos. Observou-se que ao longo de 90 dias de observação o ganho de peso do *M. acanthurus* foi de 0,152^a g, o do *M. olfersii* foi de 0,0708^d g, o do *M. jelskii* foi de 0,115^c g e o do *P. pandaliformis* foi de 0,149^b g. As fêmeas ovígeras só foram encontradas na 4 semana de cultivo (*P. pandaliformis*) e na 5ª semana encontrou-se fêmeas ovígeras de *M. jelskii*. Essas espécies apresentaram desenvolvimento reprodutivo mesmo em período de inverno.

Palavras-chave: *Macrobrachium acanthurus*; *Macrobrachium olfersii*, *Macrobrachium jelskii*, *Palaemon pandaliformis*.

ABSTRACT

Native sweet freshwater prawn has a lower risk of environmental impact when grown. Our objective was to evaluate the growth and reproduction potential of native freshwater prawn from the southern region of Espírito Santo, in a winter nursery system. Specimens of *Macrobrachium acanthurus*, *Macrobrachium olfersii*, *Macrobrachium jelskii* and *Palaemon pandaliformis* were collected from the Itapemirim River and transported to the Ifes Campus Carciniculture and Mariculture Laboratory. The animals were identified at the species level, weighed, measured and then allocated to 6 m² hapas at a density of 30 individuals per m². The prawns were grown for 90 days. The specimens were fed 35% crude protein commercial feed. Every two weeks, the number of ovigerous females in each population and the average weight of the individuals were analyzed. Over 90 days of observation, the weight gain of *M. acanthurus* was 0.152^ag, that of *M. olfersii* was 0.0708^d g, and that of *M. jelskii* was 0.115^cg and *P. pandaliformis* was of 0.149^b g. The ovigerous females were found only at 4 weeks of cultivation (*P. pandaliformis*) and at 5 weeks were found ovigerous females of *M. jelskii*. These species showed reproductive development even in winter.

Keywords: *Macrobrachium acanthurus*, *Macrobrachium olfersii*, *Macrobrachium jelskii* e *Palaemon pandaliformis*.

¹ Graduando em Engenharia de Aquicultura no Instituto Federal do Espírito Santo campus de Alegre

INTRODUÇÃO

O gênero *Macrobrachium* está representado por 18 espécies no Brasil (MELO, 2003), das quais três apresentam potencial para o cultivo e/ou exploração por meio de pesca artesanal: *M. amazonicum*, *M. acanthurus* e *M. carcinus* (VALENTI et al., 1985; ODINETZ-COLLART & MOREIRA, 1993).

O *M. amazonicum* é conhecido popularmente como camarão da Amazônia. É de médio porte, bastante pescado na região amazônica e cultivado por alguns aquicultores. O *M. acanthurus* é um animal de médio porte, conhecido no Brasil como camarão-canela ou Pitú. Podem ser encontrados tanto na água doce quanto na água salobra (MELO, 2003). Os camarões *M. carcinus* são conhecidos popularmente como Pitú ou lagosta do rio. São de grande porte e suas populações estão em vulnerabilidade em diversas regiões do Brasil. Além dessas espécies, existem outras que são utilizadas como iscas-vivas e também para aquarismo. Os camarões *M. olfersii* e *M. jelskii* são alguns dos exemplos.

O *Macrobrachium olfersii* é uma espécie predominantemente de água doce e conhecido em algumas regiões do Brasil como camarão-sapateiro ou “Popeye”. Essa espécie necessita de água salobra para a reprodução e metamorfose larval (LIMA et al. 1997). Já o *Macrobrachium jelskii* (MIERS, 1877) é uma espécie dulcícola e de pequeno porte, conhecido popularmente no Brasil como camarão-sossego (MELO, 2003) ou camarão fantasma. Este animal não depende fisiologicamente de água salobra para completar seu ciclo vida (MELO, 2003).

Já o gênero *Palaemons* apresenta características diferentes dos camarões do gênero *Macrobrachium*. Geralmente não são utilizados como alimento para os seres humanos, esse gênero é muito explorado como isca-viva, tanto para pesca artesanal como para pesca esportiva. (MÜLLER, 1999). O *Palaemon pandaliformis* é um animal de pequeno porte, encontrado em ambientes de água doce e salgada, desde a Guatemala até o sul do Brasil (MELO, 2003).

O *Macrobrachium rosenbergii* é uma espécie nativa de regiões tropicais e subtropicais do Indo-Pacífico, Norte da Austrália e de várias ilhas dos oceanos Índico e Pacífico (LING, 1969; HOLTHUIS, 1980). Foi introduzido no Brasil por fins comerciais por ser uma espécie que apresenta um grande potencial, tais como fácil reprodução, alta fecundidade, rápida taxa de crescimento, resistência a doenças, carne com uma textura delicada, alto valor agregado e boa aceitação de mercado (NEW, 2010).

Atualmente pode-se encontrar essa espécie em rios brasileiros, isso ocorre pelo fato dos carcinicultores não realizarem manejos adequados. A ocorrência do *Macrobrachium rosenbergii* em ambientes naturais podem causar danos ao ambiente, por esse espécime ser competidora e conseguir se reproduzir em ambiente natural (ARAÚJO & VALENTI, 2005).

Segundo Freire (2008), aumentou o número de relatos feitos por pescadores da ocorrência de *Macrobrachium rosenbergii* sendo pescado por pescadores de camarão de água doce, essa informação, esse aumento é proveniente de manejos inadequados. Esse animal pode ser encontrado em estados como: São Paulo (MAGALHÃES, et al., 2005), Paraná (GAZOLA-SILVA et al., 2007) e Pará (SILVA-OLIVEIRA, 2005) evidenciando a provável disseminação e o sucesso adaptativo da espécie.

O sistema de berçário tem como função aclimatar as pós-larvas aos parâmetros de qualidade de água do novo ambiente de cultivo, controlar a alimentação das pós-larvas, elevar a sobrevivência e possibilitar o povoamento para crescimento final com animais mais robustos (WILLIS & BERRIGAN, 1977), aumentando a chance de sobrevivência e diminuindo a chance de serem predados.

Segundo Valenti (1998), no cultivo de *M. rosenbergii* o berçário primário pode ter duração de 4 semanas e o berçário secundário de 4 a 10 semanas. O objetivo foi avaliar o crescimento e a frequência de fêmeas ovígeras de camarões nativos da região sul do Espírito Santo na fase de crescimento inicial, englobando o período de berçário de inverno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo em cativeiro foi realizado no Laboratório de Carcinicultura e Maricultura do Ifes Campus de Alegre. O potencial biótico de camarões capturados no Rio Itapemirim foi delimitado por meio da compreensão da frequência de reprodução dos camarões e do potencial de crescimento dos mesmos.

Utilizou-se 4 hapas (6 m²) de malha de 1 mm fabricados em polipropileno. Estes hapas foram previamente instalados em viveiros de aquicultura de fundo de terra (Figura 1). Antes do abastecimento, o viveiro foi drenado e seco ao ar. Em seguida, o viveiro foi submetido à calagem, utilizando-se calcário agrícola (5 t/ha) (Figura 1).



Figura 1: Distribuição dos hapas e preparação do viveiro. Fonte: arquivo pessoal.

Fertilizou-se o solo do viveiro com esterco bovino curtido, na proporção de 3 t/ha e, posteriormente, o viveiro foi abastecido com água (Figura 2). Os camarões jovens foram coletados na Bacia do Rio Itapemirim por meio de peneiras e transportados vivos ao laboratório. Os animais foram identificados em relação às espécies. Em seguida, foram analisados quanto ao peso.



Figura 2: (1- hapa 1 colonizado com *Macrobrachium acanthurus*, 2- hapa 2 colonizado com *Macrobrachium jelskii*, 3- hapa 3 colonizado com *Palaemon pandaliformis* e 4- hapa 4 colonizado com *Macrobrachium offersii*). Fonte: Arquivo pessoal.

As espécies coletadas foram *M. offersii* ($0,032 \pm 0,007$ g), *M. acanthurus* ($0,123 \pm 0,15$ g), *M. jelskii* ($0,327 \pm 0,16$ g) e *P. pandaliformis* ($0,08 \pm 0,03$ g). Cada população foi alocada em um hapa, na densidade de 30 indivíduos por m^2 (Figura 2). O crescimento inicial dos organismos foi avaliado por 90 dias. A água de cultivo foi monitorada quanto às principais variáveis físicas e químicas de interesse para a aquicultura. O oxigênio dissolvido e a temperatura foram monitorados diariamente. O

pH monitorado semanalmente, amônia e dureza monitorados quinzenalmente (Tabela 1).

Tabela1: valores médios dos parâmetros de qualidade de água

Parâmetros de qualidade de água	<i>M. acanthurus</i>	<i>M. jelski</i>	<i>P. pandaliformis</i>	<i>M. olfersii</i>
Oxigênio (mg L ⁻¹)	7,1 ± 0,78	7,1 ± 0,78	7,1 ± 0,78	7,1 ± 0,78
Temperatura (°C)	23,2 ± 0,05	23,1 ± 0,05	23,2 ± 0,05	23,1 ± 0,05
Dureza	57,3 ± 0,00	57,3 ± 0,00	57,3 ± 0,00	57,3 ± 0,00
pH	7,7 ± 0,05	7,8 ± 0,05	7,7 ± 0,05	7,8 ± 0,05
Amônia	0	0	0	0

Os valores de qualidade, não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) em função dos tratamentos. Fonte: elaborado pelo autor.

Os animais foram alimentados com dieta comercial extrusada, com 35% de proteína bruta, de modo com que não faltasse alimento para os animais. Inicialmente a alimentação foi feita de acordo com a área dos hapas (2,5 g/m²) e posteriormente utilizando o peso médio dos animais (taxa de arraçoamento de 10% da biomassa contida em cada hapa). A biomassa dos camarões foi estimada por meio de biometrias quinzenais. Nestas biometrias coletou-se uma amostra aleatória de 10 animais de cada espécie.

Os animais foram pesados individualmente em uma balança com precisão de 0,01 g. Após as biometrias, devolveu-se os animais aos seus respectivos hapas. A quantidade da dieta foi corrigida quinzenalmente. A ração foi fornecida “a lanço” sobre toda superfície dos hapas. Araçoamento foi dividida em duas porções, ofertadas no início da manhã e no final da tarde.

Após 90 dias de cultivo os animais foram pesados (balança com precisão de 0,01 g) e medidos em relação ao comprimento total. Os pesos e comprimentos máximos obtidos para cada espécie foram determinados. As curvas de crescimento foram analisadas para cada espécie, considerando os pesos médios obtidos em cada biometria. A frequência de fêmeas ovígeras foi verificada a cada biometria. Para avaliar os dados foi utilizado o teste tukey a (5% de significância).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 90 dias de cultivos os camarões apresentaram um crescimento porcentual de: o *M. acanthurus* 15,10 %, o *P. pandaliformis* 14,90 %, o *M. jelskii* 11,50 % e o *M. olfersii* 7,08 %.

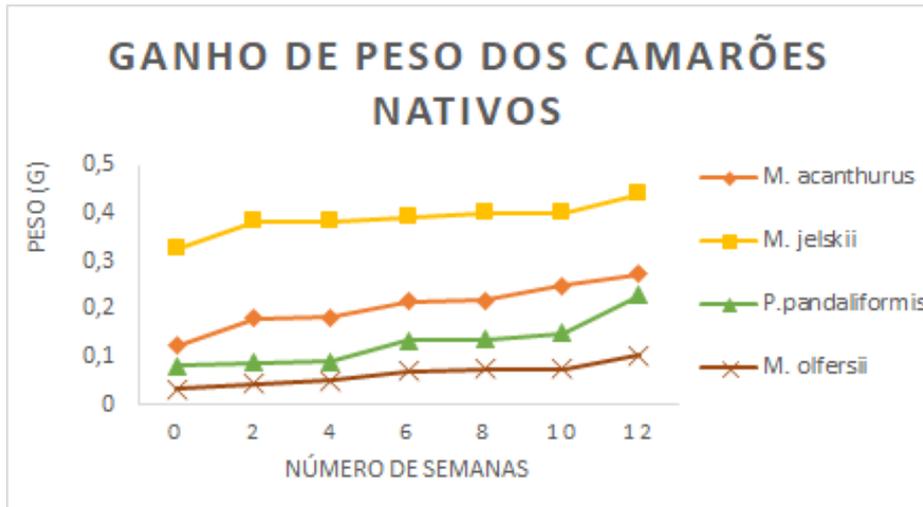


Gráfico1: crescimento (média+ desvio padrão) dos camarões nativos. Fonte: arquivo pessoal.

O *M. olfersii* atingiu um peso médio de $(0,1028 \pm 0,01)$, o *M. jelskii* obteve um peso médio de $(0,442 \pm 0,02)$ g, o *M. acanthurus* adquiriu um peso médio de $(0,274 \pm 0,02)$ g e *P. pandaliformis* atingiu um peso médio de $(0,229 \pm 0,004)$ g como mostra no (gráfico1). O ganho de peso do *M. acanthurus* foi de $0,152^a$ g, o do *M. olfersii* foi de $0,0708^d$ g, o do *M. jelskii* foi de $0,115^c$ g e o do *P. pandaliformis* foi de $0,149^b$ g (Gráfico 1).

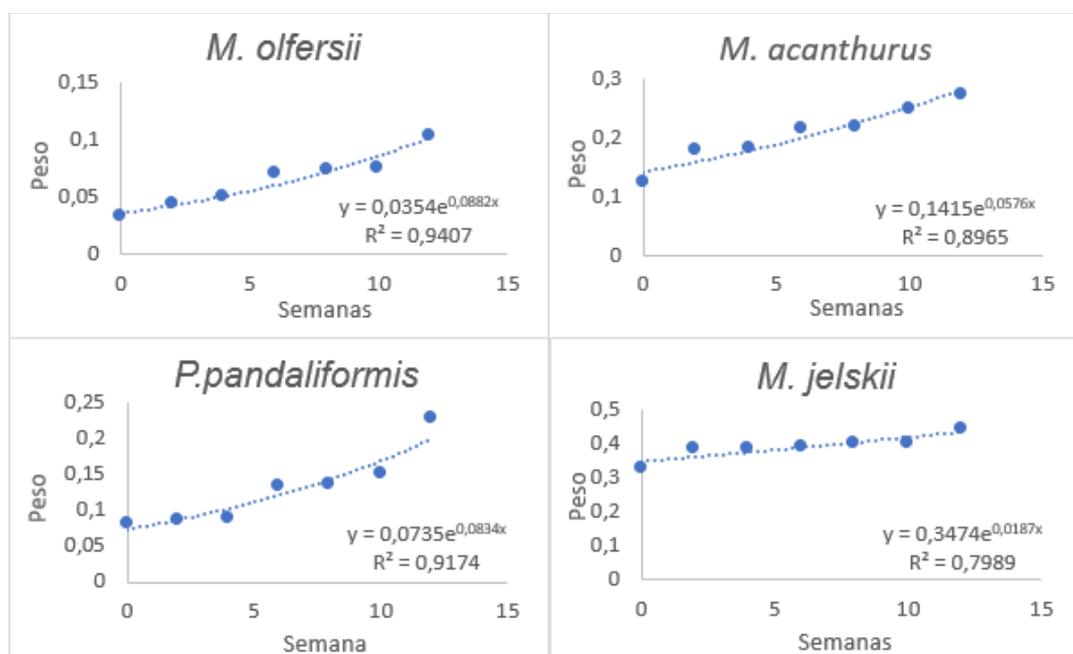


Gráfico 2: curvas de crescimento por espécie e valor de R². Fonte: arquivo pessoal

A temperatura é um parâmetro que segundo Chen (1995) influencia na vida dos organismos aquáticos. Os camarões são peclotérmicos, assim, quando a temperatura corporal diminui, o processo metabólico também diminui, reduzindo o gasto

energético e o desenvolvimento gonadal (HICKMAN *et al.* 2001; HEWITT & DUNCAN 2001). Quando as temperaturas estão elevadas ocorre o aumento do metabolismo, que leva a uma maior demanda por energia (HICKMAN *et al.* 2001; HEWITT & DUNCAN 2001). Nesta situação, o animal consome uma quantidade maior de alimento e cresce mais.

Tabela 1: Frequência de fêmeas ovígeras.

Semanas	<i>M. offersii</i>	<i>P. pandaliformis</i>	<i>M. acanthurus</i>	<i>M. jelskii</i>
0	0	0	0	0
2	0	0	0	0
4	0	0	0	0
6	0	1	0	0
8	0	1	0	0
10	0	5	0	1
12	0	6	0	1

Fonte: elaborado pelo autor.

No hapa dos *P. pandaliformis* ocorreu a primeira incidência de fêmea ovígera, na 4ª semana de cultivo (Tabela 1). O *P. pandaliformis* a partir da 4ª semana apresentou fêmeas ovígeras em todas as semanas subsequentes até o final do cultivo. Na 10ª semana obteve-se a ocorrência de fêmeas ovígeras no hapa do *M. jelskii*. A partir daí, foram encontradas fêmeas ovígeras do *M. jelskii* até o final do cultivo (Tabela 1).

4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que os espécimes de *M. acanthurus* e *P. pandaliformis* apresentaram o maior ganho de peso. Destaque para o *P. pandaliformis*, em que obteve um alto ganho de peso e o maior número de fêmeas ovígeras. Já o *M. jelskii*, não apresentou um grande crescimento, mas foi encontrado fêmeas ovígeras no seu hapa, em menores quantidades do que no hapa do *M. jelskii*.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO.M.C & VALENTI, W.C. . Manejo alimentar de pós-larva de camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* em berçário I. Acta Scientiarum animal sciences, 27: p.67-72, 2005.

CHEN, Jiann-Chu et al. Survival, haemolymph osmolality and tissue water of *Penaeus chinensis* juveniles acclimated to different salinity and temperature levels.

Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, v. 110, n. 3, p. 253-258, 1995.

DE FARIA, Regina Helena Sant'Ana; VALENTI, Wagner Cotroni. Avaliação do Cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)(Crustacea, Palaemonidae) em Berçários Operados no Inverno. **Biotemas**, v. 8, n. 2, p. 50-62, 1995.

DE MELO, Gustavo Augusto Schmidt. **Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil**. Edições Loyola, 2003.

FREIRE, J. L. . ASPECTOS SÓCIO-AMBIENTAIS DAS PESCARIAS DE CAMARÕES DULCÍOLAS (*Macrobrachium amazonicum* HELLER, 1862 E *Macrobrachium rosenbergii* DE MAN, 1879) (DECAPODA, PALAEMONIDAE) NA REGIÃO BRAGANTINA - PARÁ – BRASIL. BOLETIM DO LABOHIDRO, V21. p65, 2008.

GAZOLA-SILVA, F.F.; MELO, G.S., VITULE, J.R.S. . *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: *Palaemonidae*) possível introdução em um rio da planície litorânea paranaense (PR, Brasil). Acta biológica Paranaense, 36 (1-2): 83-90, 2007
HEWITT, D. R.; DUNCAN, P. F. Effect of high water temperature on the survival, moulting and food consumption of *Penaeus* (Marsupenaeus) japonicus (Bate, 1888). **Aquaculture Research**, v. 32, n. 4, p. 305-313, 2001.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. Homeostasis – Osmotic Regulation, Excretion and Temperature Regulation. In: Integrated Principles of Zoology. New York: McGraw Hill, p. 664-683, 2001.

Holthuis, L.B. . Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of interest to fisheries. FAO Spec. Cat., 1(125) p:1-271, 1980.

LIMA, A.G.; I.e. McNAMARA; W.R. TERRA. 1997. Regulation of hemolymph osmolytes and gill Na⁺ + K⁺ - ATPase activities during acclimation to saline media in the freshwater shrimp *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae). Jour. Exp.

Ling, S. . Methods of rearing and culturing *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1793). FAO Fish. Rep., 57, p: 607-619, 1969.

MACHADO, IGOR DA SILVA et al. Desempenho do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)(Crustacea: Decapoda: Palaemonidae), em diferentes densidades. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 11, n. 1, p. 29-37, 2018.

MAGALHÃES, Célio et al. Exotic species of freshwater decapod crustaceans in the state of São Paulo, Brazil: records and possible causes of their introduction. **Biodiversity & Conservation**, v. 14, n. 8, p. 1929-1945, 2005.

Müller, Y. M. R., Nazari, E. M., Ammar, D., Cargnin Ferreira, E., Beltrame, I. T., & Pacheco, C. (1999). Biology of Palaemonidae (Crustacea, Decapoda) from the

Ratones Hidrografic Basin, Florianopolis, Santa Catarina, Brazil. *Revista brasileira de Zoologia*, 16(3), 629-636.

NEW, M. B. History and global status of freshwater prawn farming. In: NEW, M. B.; VALENTI, W. C.; TIDWELL, J. H.; D'ABRAMO, L. R.; KUTTY, M. N. (Eds.).

Freshwater prawns: biology and farming. Wiley-Blackwell, Oxford, England, 560 p, 2010.

ODINETZ COLLART, Olga; MOREIRA, Luiz Carlos. Potencial pesqueiro de *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Cenzral (Ilha do Careiro): variação da abundância e do comprimento. **Amazoniana: Limnologia et Oecologia Regionalis Systematis Fluminis Amazonas**, v. 12, n. 3/4, p. 399-413, 1993.

SANTOS, Erivânia Avelino Vicente et al. Desempenho de pós-larvas do camarão-pitu submetidas a diferentes frequências alimentares. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 43, n. 4, p. 646-651, 2018.

SILVA-OLIVEIRA, C.G.. Ocorrência da espécie exótica de água doce *Macrobrachium rosenbergii* no nordeste paraense (Brasil). Tese de conclusão de curso (Licenciatura Plena em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Pará, Bragança, 2005.

VALENTI, Wagner Cotroni et al. Carcinicultura de água doce: Tecnologia para a produção de camarões. 1998. P.145-160

VALENTI, W.C. . Cultivo de camarões de água doce. Nobel, São Paulo, Brasil, 86p, 1985.

WILLIS, Scott A.; BERRIGAN, Mark E. Effects of stocking size and density on growth and survival of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) in ponds. In: **Proceedings of the annual meeting-World Mariculture Society**. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, 1977. p. 251-264.

ARTESANATO COM CONCHAS DE MOLUSCOS NA ILHA DE SANTA CATARINA

Elaine Aisenberg Ferenhof¹ ; Aimê Rachel Magenta Magalhães².

RESUMO

O cultivo de moluscos é uma atividade produtiva conhecida no mundo ocidental desde a época do Império Romano. No Brasil, essa atividade conta com registros desde o ano de 1934. Santa Catarina lidera o ranking de produção nacional de moluscos e o município de Florianópolis lidera a produção estadual de ostras e vieiras. Essa grande produção e consumo gera um grande volume de resíduos e problemas ambientais devido ao descarte inadequado destas conchas. Torna-se relevante analisar o aspecto do reaproveitamento desses resíduos. Este trabalho tem como objetivo contribuir para a utilização das conchas de moluscos, por meio do artesanato, com o conhecimento do estado atual do uso de conchas em peças manufaturadas e seu comércio na Ilha de Santa Catarina. Foram aplicados questionários e entrevistas presenciais em estabelecimentos que comercializam artesanato e com artesãos. Foram contatados 34 estabelecimentos e 21 artesãos em 11 bairros da Ilha de Santa Catarina. A maior concentração de lojas com artesanato ocorreu no norte da Ilha e no centro da cidade. A maioria dos artesãos não utiliza conchas provenientes da malacocultura e as peças por eles produzidas não contém conchas locais. Há demanda por cursos e peças confeccionadas com conchas de moluscos cultivados na região, fornecendo identidade e sustentabilidade à atividade.

Palavras-chave: Artesanato, Moluscos, Conchas.

ABSTRACT

The mollusks cultivation is a productive activity known in the Western world since the Roman Empire time. In Brazil, this activity has records from the year 1934. Santa Catarina leads the mollusks national ranking of production, and the Florianopolis city leads the state production of oysters and scallops. This big production and consumption generate a large volume of waste and environmental problems due to improper disposal of these shells. Becomes relevant to analyze the reuse aspect of this waste to handicraft. This work aims to contribute to the use of mollusks shells, through the craft, with the current shell use knowledge state in manufactured pieces and their trade in the Santa Catarina Island. Form applied questionnaires and face-to-face interviews with establishments that sell handicrafts and artisans. For this research, were contacted 34 establishments and 21 artisans in 11 Santa Catarina Island neighborhood. The highest handicraft shops concentration took place at the North of the island and downtown. Most artisans do not use shells from malacoculture, and the pieces they produce do not contain local shells. There is a demand for courses and handicraft made by mollusks shells cultivated in the region, providing identity and sustainability the activity.

Keywords: Handicraft. Mollusks. Shells.

¹ Médica Veterinária, Engenheira de Aquicultura e Mestranda em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina. elaine.ferenhof@gmail.com

² Professora Titular do Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina.

INTRODUÇÃO

O cultivo de moluscos (malacocultura) é uma atividade produtiva conhecida no mundo ocidental desde a época de domínio do Império Romano (DORE, 1991). Segundo o relatório estatístico da FAO (2018), os moluscos são o produto de aquicultura marinha mais cultivado no mundo e o terceiro em volume de produção nas Américas (Tabela 1).

No Brasil, a malacocultura conta com registros desde o ano de 1934. No entanto, as primeiras tentativas de cultivo de moluscos marinhos de interesse comercial somente tiveram início em 1971, com a ostra-do-mangue classificada como *Crassostrea rhizophorae* e, em 1974, com a entrada da ostra japonesa *Crassostrea gigas* no Brasil. Porém somente na década de 80 é que os cultivos a nível comercial se desenvolveram (BARROSO *et al.*, 2007).

Santa Catarina lidera o ranking de produção nacional de moluscos, com aproximadamente 97% do total (IBGE, 2017) com uma produção de 13.580 toneladas em 2017 (Tabela 2). O município de Florianópolis lidera a produção de ostras e vieiras com 2.800 toneladas (Tabela 3), representando 71,4% da produção estadual e está em terceiro lugar na produção de mexilhões, com 909 toneladas (8,21%) (DOS SANTOS; DELLA GIUSTINA; MARCHIORI, 2018).

Tabela 3 - Produção da aquicultura por continente, em 2016 (milhões de toneladas, peso vivo).

Category	Africa	Americas	Asia	Europe	Oceania	World
Inland aquaculture						
Finfish	1 954	1 072	43 983	502	5	47 516
Crustacea	0	68	2 965	0	0	3 033
Molluscs			286			286
Other aquatic animals		1	531			531
Subtotal	1 954	1 140	47 765	502	5	51 367
Marine and coastal aquaculture						
Finfish	17	906	3 739	1 830	82	6 575
Crustacea	5	727	4 091	0	6	4 829
Molluscs	6	574	15 550	613	112	16 853
Other aquatic animals	0		402	0	5	407
Subtotal	28	2 207	23 781	2 443	205	28 664
All aquaculture						
Finfish	1 972	1 978	47 722	2 332	87	54 091
Crustacea	5	795	7 055	0	7	7 862
Molluscs	6	574	15 835	613	112	17 139
Other aquatic animals	0	1	933	0	5	939
Total	1 982	3 348	71 546	2 945	210	80 031

Fonte: FAO (2018)

Tabela 4 - Produção comercializada de moluscos em Santa Catarina.

Molusco	Quantidade produzida (t)					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Mexilhões	21.027	16.147	17.853	17.370	12.534	10.976
Ostras	2.468	2.932	3.670	3.030	2.821	2.490
Vieiras	5,6	28,7	30,2	37,2	27,0	114,0
Total	23.501	19.108	21.553	20.437	15.382	13.580

Fonte: Dos Santos; Della Giustina; Marchiori (2018, p. 168).

Tabela 5 - Produção comercializada de moluscos em 2017, por municípios catarinenses.

Município	Tonelada				Participação (%)			
	Mexilhões	Ostras	Vieira	Total	Mexilhões	Ostras	Vieira	Total
Palhoça	7.896	197	0	8.093	71,9	7,9	0,0	59,6
Florianópolis	909	1.778	113	2.800	8,3	71,4	99,1	20,6
Bombinhas	936	4	0	940	8,5	0,2	0,0	6,9
São José	213	432	0	645	1,9	17,3	0,0	4,7
Penha	597	0	1	598	5,4	0,0	0,9	4,4
Governador Celso Ramos	245	5	0	250	2,2	0,2	0,0	1,8
São Francisco do Sul	120	50	0	170	1,1	2,0	0,0	1,3
Balneário Camboriú	60	6	0	66	0,5	0,2	0,0	0,5
Biguaçu	0	18	0	18	0,0	0,7	0,0	0,1
Porto Belo	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Itapema	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Santa Catarina	10.976	2.490	114	13.580	100	100	100	100

Fonte: Dos Santos; Della Giustina; Marchiori (2018, p. 168)

Bivalves são capturados ou produzidos em aquicultura, em todo o mundo, devido ao seu valor nutricional e/ou comercial (SANTHIYA *et al.*, 2013). No Brasil, os moluscos são um importante componente da dieta de muitas comunidades costeiras e, às vezes podem representar a única fonte de renda para famílias inteiras (DIAS; LEO NETO; ALVES, 2011).

Essa grande produção e consumo gera um grande volume de resíduos e conseqüentemente problemas ambientais, devido ao descarte inadequado destas conchas (LIMA; LOPES, 2016, SOUZA *et al.*, 2016, SANTOS; MOURA, 2017). A partir deste contexto, torna-se relevante analisar o aspecto do reaproveitamento desses resíduos, contribuindo para a utilização racional das conchas de moluscos por meio do artesanato, averiguando o estado atual do uso de conchas em peças manufaturadas e seu comércio na Ilha de Santa Catarina sendo importantes tanto para o meio ambiente quanto para a geração de renda, agregando valor à malacocultura.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. HISTÓRICO

O uso das conchas está documentado desde a Pré-História (Paleolítico), do final do Pleistoceno, era geológica que vai de ± 3 milhões de anos antes do presente (A.P.) a 10.000 A.P. e ao longo de todo o Holoceno, a era atual (DEBLASIS; GASPARELLO, 2017).

2015). Os primeiros achados arqueológicos de ornamentos no Brasil se referem às escavações nos sambaquis, que são depósitos agregados de conchas (Figura 1). As conchas foram ali depositadas por povos pescadores-caçadores-coletores que seriam um povo de transição entre os povos nômades e os sedentários, que reduziram a necessidade de deslocamentos constantes, construindo áreas de abastecimento (FARIAS; KNEIP, 2010).



Figura 3 - Sambaqui Figueirinha I, em Jaguaruna, estado de Santa Catarina (PEIXOTO, 2018).

No Brasil, segundo Papavero e Teixeira (2007, p. 61), o primeiro relato sobre as conchas a que se tem registro é a do Padre José de Anchieta, que em 1549 menciona em sua carta ao Rei de Portugal as ‘ilhas de cascas’, além de “[...] muitas conchas, nas quais se criam certas pedrinhas transparentes, que querem sejam pérolas”.

Frei Gaspar da Madre de Deus (apud COSTA, 1938) no século XVIII, estudou os Sambaquis, aos quais chamava de casqueiros e relatou:

É indivisível a imensidade que colhião de ostras, berbigões, ameijoas, sururus de varias castas e outros mariscos; [...] As conchas lançavam a uma parte do lugar onde estavam congregados, e com elas formavam montões tão grandes, que parecem outeiros a quem agora os vê soterrados. [...] Destas conchas de mariscos que comeram os índios, se tem feito toda a cal dos edifícios desta capitania, desde o tempo da fundação até agora (COSTA, 1938, p.76).

Em Santa Catarina, as conchas foram depositadas nos sambaquis em montes que podem chegar até 30 metros de altura (KLUEGER, 2004), 500 metros de

comprimento (FARIAS; KNEIP, 2010) e com cerca de 80% da sua composição de conchas de moluscos bivalves (FIGUTI, 1993).

Lima (1999) faz uma revisão histórica da evolução dos estudos dos sambaquis muito bem detalhada e relata que somente no século XX, com estudos estratigráficos e análises transdisciplinares é que os arqueólogos associados com profissionais como geólogos, biólogos, entre outros, demonstraram que os artefatos encontrados nos sítios de escavação, eram manufaturados, ou seja, feitos pela mão humana (BRAIDWOOD, 1985).

Os moluscos representaram um papel importante na economia de subsistência alimentar de populações sambaqueiras, pois possuem alto valor proteico e mineral (KLOKLER 2016). Porém, são alimentos pouco calóricos e sua coleta necessitava ser abundante (FIGUTI, 1993). Algumas espécies de moluscos podem ser coletadas o ano todo. Consequentemente, sua utilização pelos povos primitivos proporcionava fonte de alimento em caso de escassez de outras alternativas. Além disso, eles seriam utilizados como material construtivo (FIGUTI; KLOKLER, 1996) e possíveis usos rituais, confirmado pelos estudiosos durante as pesquisas nos sítios arqueológicos de Espinheiros II e Jabuticabeira II, localizados no litoral de Santa Catarina (Figura 2) (KLOKLER, 2016).

O primeiro a catalogar e classificar esses ornamentos malacológicos em Santa Catarina foi o Pe. João Alfredo Rohr (Figura 3) e, segundo Marques (2018, p. 19), sua coleção foi “tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, em 1986. A coleção possui mais de 80 mil peças dentre materiais líticos, ósseos, conchíferos e cerâmicos dos povos indígenas antigos de Santa Catarina”.

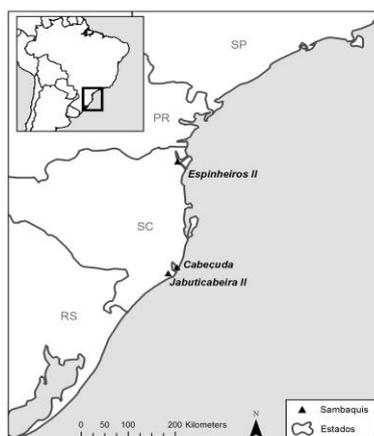


Figura 4 - Mapa com localização de sítios mencionados no texto (KLOKLER, 2016, p.23)

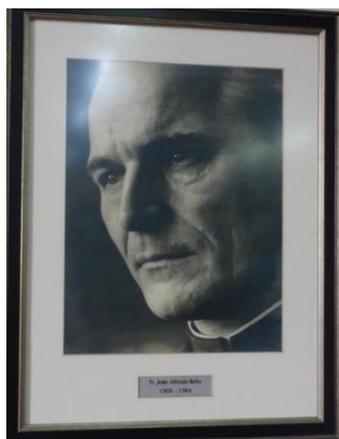


Figura 5 - Padre João Alfredo Rohr. Quadro do acervo do MHS/Colégio Catarinense (Foto da autora).

A importância arqueológica e cultural das conchas de moluscos é que elas permitem a avaliação da evolução humana, não só a sua bioestratigrafia, mas também estudando o comportamento de hominídeos, descobriu-se o seu uso como moeda, moradia, adornos, utensílios e medicamentos, bem como o uso em rituais e cerimônias (SONAK, 2017).

Arqueólogos identificam o poder simbólico de gastrópodes e bivalves na iconografia, em adornos ou em oferendas de diversas culturas. Os gastrópodes da família Cypraeidae (conhecidos como búzios) eram utilizados como moeda/meio de troca) (Figura 4) em tribos africanas, no Caribe, em regiões do Oceano Índico e algumas ilhas do Pacífico (ABOWEI; EZEKIEL, 2013). Conchas eram consideradas na simbologia Maia como mediadoras entre os três planos do universo (inframundo, terrestre e celeste). Na civilização Asteca, eram associadas a divindades da fertilidade e nascimento (CLAASSEN, 2008) (Figura 5).



Figura 6 - Desenho de 1742 da money cowry, *Cypraea moneta* (ABOWEI E EZEKIEL, 2013, p.77).



Figura 7 - Imagem do surgimento de homens de uma concha de berbigão (CLAASSEN, 2008, p.233).

Ao longo da História, vários autores relatam o uso de conchas de molusco como ornamentos, utensílios do dia-a-dia e ferramentas (DIAS; LEO NETO; ALVES, 2011) e até mesmo instrumentos musicais (Figura 6) (ABOWEI; EZEKIEL, 2013).

Segundo Trubitt (2005) as conchas eram mercadorias de prestígio e circulavam frequentemente por longas distâncias e moviam-se entre culturas.



Figura 8 - Trompete de concha, cultura Māori, século XVII (NEW ZEALAND, 2019a).

2.2. MOLUSCOS

O filo Mollusca é o segundo maior, mais diverso e importante grupo do reino animal, estando em primeiro o filo Arthropoda. Existem pelo menos 100 mil espécies descritas de moluscos e cerca de 35 mil relatos de fósseis (BARNES; RUPPERT, 1996; RUPPERT *et al.*, 2005). Esse filo se divide em oito classes: Bivalvia, Caudofoveata (Chaetodermomorpha), Cephalopoda, Gastropoda, Monoplacophora, Polyplacophora, Scaphopoda e Solenogastres (WORMS, 2019). Moluscos (do latim *molluscus* – mole) possuem relatos desde o período Cambriano (550 milhões de anos) (SONAK, 2017). São animais de corpo mole, cujo revestimento principal é chamado de manto. A maioria das espécies apresenta uma estrutura calcárea secretada pelo manto, chamada de concha. As conchas podem se apresentar externas com uma, duas ou múltiplas valvas, espículas dérmicas ou serem internas. Portanto, esse grupo animal é caracterizado por uma grande diversidade de formas e hábitos.

Originalmente, o filo surgiu em ambiente marinho. É um grupo extremamente diverso e essa grande diversidade pode ser atribuída ao sucesso evolutivo desse grupo como colonizador de diferentes tipos de ambientes, tanto marinhos, quanto de água doce e terrestres. A classe Gastropoda é a maior e mais diversificada (correspondendo a cerca de 70% dos moluscos), única com representantes nos meios terrestre, dulcícolas e marinhos, sendo seguida por Bivalvia, com representantes marinhos e dulcícolas. Todas as demais classes são exclusivamente marinhas (SANTOS *et al.*, 2009).

A classe Bivalvia, que abrange as espécies de mexilhões, ostras, vieiras, entre outras é a classe de animais mais cultivados em aquicultura, principalmente porque são amplamente consumidas como alimento.

A relação dos moluscos e do Homem é bem documentada na Arqueologia. A tabela a seguir cita alguns usos dos moluscos pelo ser humano, ao longo da História:

Tabela 6 - Alguns exemplos de usos dos Moluscos através da História (por idade cronológica)

Uso	Época	Espécie	Citado por
Miçangas (Figura 7)	Pré-História	<i>Engina mendicaria</i>	MÉRY, S. <i>et al.</i> , (2008)
Miçangas	Pré-História	várias	BUTA, M. <i>et al.</i> , (2018)
Anel (Figura 8)	Pré-História, final da Era do Bronze	Famílias Conidae e Pteriidae	CHARPENTIER, V. (1993)
Anzol (Figura 9)	Pré-História	<i>Pincta margaritifera</i> , e outros.	MÉRY, S <i>et al.</i> , (2008)
Ornamentos pessoais	Pré-História	<i>Littorina littorea</i> e <i>Nana neritea</i>	FISCHER (1876) apud ABADÍA; NOWELL (2015)
Moeda (Figura 4)	Idade Antiga, Medieval (4000 anos atrás)	<i>Cypraea annulus</i> e <i>C. moneta</i> (Gastrópodes)	RYBSKA, E. (2014)
Taça e colheres (Figura 10 a 13)	Idade Antiga	<i>Nautilus</i> sp.	RYBSKA, E. (2014)
Tecido (seda do mar) - bolsas, luvas e acessórios para roupas	Idade Média - Itália	<i>Pinna nobilis</i> (mexilhão) - Byssus	VAN DER FEEN, P. J. (1949)
Corante púrpura de tecidos	Idade Média - Fenícios e posteriormente os Romanos	<i>Murex brandaris</i> , <i>Purpura haemostoma</i> (Gastrópodes) - secreção	MELLO, V. M.; SUAREZ, P. A. Z. (2012)
Medicamento antisséptico	Idade Média - Cruzadas	<i>Sepia officinalis</i> (Cefalópode) - tintura	LEV, E. (2003)
Medicamento purgativo	Idade Média - Cruzadas	<i>Angulus</i> sp. (Bivalve) - concha	LEV, E. (2003)
Decoração de cunho religioso (Figuras 14 e 15)	Idade Média	várias	LEGGEAR (2006)
Medicamento para hemorroidas e constipação	Idade Moderna - Início do período Otomano	<i>Helix</i> sp.	LEV, E. (2003)
Doenças dos olhos, coração e fígado	Idade Moderna-Final do Período Otomano	<i>Avicula margaritifera</i> (Bivalve) - Pérola	LEV, E. (2003)
Material de construção (Figura 16)	Idade Moderna	várias	GODOY; XAVIER (2019)
Botões (Figura 17 e 18)	Contemporâneo	Bivalves	CLAASSEN, C. (1994)
Medicamento para luxação dos pés, disenteria e doenças respiratórias	Contemporâneo	<i>Pomacea</i> (Gastrópode) - <i>sp.</i> Ovos, corpo	COSTA NETO, E. M. (2006)

Medicamento para neoplasias	para	Contemporâneo	<i>Dolabella auricularia</i>	COSTA NETO, E. M. (2006)
Medicamento para derrames e doenças neurológicas, analgésicos	para	Contemporâneo	<i>Conus magus</i> (Gastrópode) - Toxina	JUTTY-RAJAN, P. <i>et al.</i> , (2014)

Fonte: Elaborado pela autora

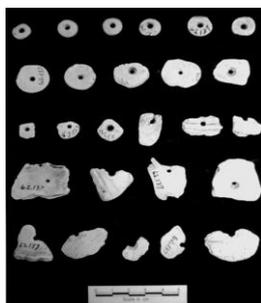


Figura 9 - Contas circulares de gastrópodes do gênero Busycon (TRUBITT, 2005).



Figura 10 - Etapas da fabricação de anéis de Conus sp., sítio Ra's al-Junayz Rj-2 (CHARPENTIER, 1993).



Figura 11 - Anzol feito com conchas - Akab, United Arab Emirates (MÉRY *et al.*, 2008).



Figura 12 - Colher de Cypraea. Acervo do Rosenborg Castle, Copenhagen Dinamarca (RYBISKA, 2014).



Figura 13 - Colher de sopa, década de 1930 (NEW ZEALAND, 2019b)



Figura 14 - Taça feita com a concha de Nautilus. Acervo do Rosenborg Castle, Copenhagen, Dinamarca (RYBISKA, 2014).



Figura 15 - Taça do século XVI (АЛЕШИН, 2016).



Figura 16 - A gruta de conchas (Margate Shell Grotto), associada ao cavaleiros templários e datada do século XII (LEGEAR, 2006).



Figura 17 - Cúpula da gruta Margate, século XII (LEGEAR, 2006).



Figura 18 - Parede construída com pedras, conchas de sambaquis e óleo de baleia (GODOY; XAVIER, 2019).



Figura 19 - Botões de madrepérola e ossos. Sítio Seropédica (JANDIRA NETO, 2016).



Figura 20 - Botões de madrepérola (OLX, 2019).

2.3. ARTESANATO

A cultura e a arte, em particular, parecem ser intrínsecas ao ser humano. Segundo Rybska (2014), a arte é considerada uma das características da natureza humana, sendo uma forma de comunicação com o mundo, não expressando somente

emoções do artista, como também evocam emoções específicas na audiência, que fortemente estimulam o cérebro humano.

O artesanato é um complexo de atividades pelos quais o homem, em determinadas épocas e culturas, satisfaz demandas essenciais e acessórias do seu meio social e econômico (PEREIRA, 1979). Segundo Gola (apud FERREIRA, 2016):

O homem, desde o início de sua existência, produz elementos artísticos associados a ornamentos – as joias -, revelando assim sua criatividade, representando os símbolos de cada época e colocando em destaque a dimensão estética do mundo material, ou mesmo das formas naturais (FERREIRA, 2016, p.25).

A presença ou ausência de ornamentos pessoais tornou-se registro evolutivo cultural. Um relato detalhado da evolução da pesquisa dos ornamentos pessoais e ornamentação (arte de decorar ou embelezar algo) foi feito por Abadía e Nowell (2015). Eles citam as três gerações da família Fischer como grandes estudiosos nesse assunto e que os mesmos observaram o uso de conchas pré-históricas para decorar o corpo humano pela fabricação de uma gama de objetos como colares (Figuras 19 a 22), cintos, redes de cabelo, amuletos, ferramentas (Figuras 23 e 24) entre outros.



Figura 21 - Acompanamentos funerários do sítio da Base Aérea de Florianópolis. Sete conchas de *Conus spurius* perfuradas (direita) e 41 conchinhas perfuradas de *Olivella* sp. (esquerda). Acervo do MHS/Colégio Catarinense.

Fonte: Foto da autora



Figura 22 – Acompanamento funerário do sítio Praia das Laranjeiras II, 114 - conchinhas perfuradas (*Olivella* sp). Acervo do MHS/Colégio Catarinense.

Fonte: Foto da autora



Figura 23 - Colar de madrepérola. Acervo MHS/Colégio Catarinense.
Fonte: Foto da autora



Figura 24 - Colar de conchas e dentes. Sítio arqueológico da Tapera. Acervo MHS/ Colégio Catarinense.
Fonte: Foto da autora.



Figura 25 - Utensílios pré-históricos com conchas (WIKIMEDIA COMMONS CONTRIBUTORS, 2018).



Figura 26 - Machados pré-históricos com conchas (TRAVELS, 2013).

O artesanato sendo fruto de criação artística, advém da criatividade somada às vivências e experiências dos artesãos, “nome atribuído às pessoas que dão forma à cultura através do seu dom artístico” (MENDONÇA, 2017, p.15). Artesanato é definido por Alves, Silva e Pinto (2010) como qualquer objeto comercializável, fruto de um trabalho predominantemente manual, que se baseia em temática popular, utilizando matéria-prima local ou regional, com produção na casa do próprio artesão ou em

alguma cooperativa, com um número reduzido de peças e é proveniente de concepção e execução individual, familiar ou grupal.

O artesanato tem seu ápice na Idade Média, em diversas culturas como: mesopotâmica, egípcia, grega, romana, tribos africanas, povos do oriente, entre outros e seu decaimento surge no século XVIII, com a revolução industrial, onde a manufatura dá lugar à fábrica (ARGAN, 1992).

De acordo com Ferreira (2016, p.28), “O homem não somente consome o que lhe agrada os sentidos, mas ainda adquire o que lhe traz lembranças ou se assemelha à vida real”. Portanto, incentivar o turismo cultural e o artesanato local se tornam fatores chave para alavancar a economia regional.

Atualmente o artesanato vem ganhando novamente destaque, devido à sua identidade cultural e à economia criativa de uma determinada região, analisando seu processo de criação e agregando valor ao turismo cultural.

Segundo Pinto, Leal e Vasconcelos (2009), os dados do Ministério da Indústria e Comércio citam que o artesanato é responsável por 2,8% do PIB – Produto Interno Bruto Brasileiro. E mesmo com essa porcentagem significativa, os artesãos e o artesanato na sua maioria ainda se encontram na informalidade.

A definição de economia criativa surge em 1994, sendo um conjunto de setores com epicentro na criatividade. Entre as áreas que a constituem, estão a arte, o artesanato e as indústrias culturais (MENDONÇA, 2017). Segundo Ferreira, Gonzáles e Liberato (2018) a UNESCO incentiva as indústrias criativas, cujas atividades incluem as indústrias culturais além de toda a produção cultural ou artística, em que o produto ou serviço contém um elemento substancial do esforço artístico ou criativo.

Nessa vertente surge o turismo cultural, que visa incentivo do turismo que é um fenômeno socioeconômico que consiste no deslocamento temporário e voluntário de um ou mais indivíduos, incentivando as práticas alternativas e responsáveis que respeitem a sustentabilidade ecológica, econômica e socioculturais regionais, envolvendo o ser humano como beneficiário principal, melhorando a qualidade de vida das comunidades envolvidas (FERREIRA; GONZÁLES; LIBERATO, 2018). Cada vez mais, vários setores da sociedade veem o artesanato, tanto um produto de manifestações culturais ou de arte popular, como uma opção para a melhoria das condições de vida de populações de baixa renda.

Nesse contexto o presente trabalho aborda uma nobre opção de uso das conchas provenientes do cultivo de moluscos: o artesanato, que pode proporcionar

aos pescadores e maricultores a transformação dos resíduos dos cultivos em uma ferramenta para trazer e consolidar os princípios da sustentabilidade, além de fornecer mais uma fonte de renda, possibilitando o desenvolvimento da comunidade.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. CLASSIFICAÇÃO E ESTRATÉGIA DA PESQUISA

O presente trabalho insere-se no âmbito de três estratégias metodológicas relacionadas aos objetivos:

a) **Survey**, que pode ser definido como sendo uma forma de obter dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas (FINK, 2013). O *survey*, foi realizado através de visitação e aplicação de questionários (Apêndice A e B), como estratégia de investigação, pois é recomendado para colher informação de pessoas acerca de suas crenças, ideias, planos e sentimentos.

Questionários são definidos como sendo um conjunto de perguntas sobre um determinado tópico a fim de medir as perspectivas, os interesses e a opinião dos respondentes (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

Em pesquisas qualitativas a ideia é a seleção intencional dos participantes (também denominados atores), ou dos locais, ou documentos, ou material visual que melhor ajudaram o pesquisador a entender o problema e a questão de pesquisa (CRESWELL, 2010).

Teve-se como amostra do *survey*, lojas de artesanato e artesãos, que foram diretamente chamados a participar da pesquisa, aplicando-se o questionário, no intuito de conhecer os principais estabelecimentos que comercializam artesanato com conchas e a importância deste setor; conhecer os artesãos da Ilha de Santa Catarina e elencar as principais espécies de conchas nativas trabalhadas por eles.

b) **Snowball** (bola de neve), que é uma técnica de amostragem na qual o pesquisador faz amostragem inicial de um pequeno grupo de pessoas relevantes para as questões de pesquisa, e esses propõem outros participantes que possuem características relevantes para a mesma (BRYMAN, 2012). Esta metodologia foi utilizada para se conhecer os principais artesãos (indicados pelas lojas) e a origem das conchas trabalhadas por eles.

c) **Estudo de caso**, pois pretende analisar quais as conchas são utilizadas no artesanato catarinense, pois segundo Yin (2014, p. 2) “o estudo de caso investiga

um fenômeno contemporâneo (o caso) no seu contexto de mundo real” (tradução nossa). É utilizado em muitas situações, para contribuir com o conhecimento que temos dos fenômenos individuais, organizacionais, políticos e de grupo, além de outros fenômenos relacionados. (YIN, 2014). Foi escolhida a aplicação de estudo de caso múltiplo conforme indicado por Cauchick (2011), que relata o estudo de caso único pode ser arriscado em função de algum julgamento inadequado por apenas se ter um evento (fenômeno único). O estudo de múltiplos casos pode alcançar um maior grau de generalização dos resultados (MARTINS, 2008), fator que pode agregar valor ao trabalho.

Portanto neste trabalho, optou-se por adotar também para a análise dos dados a análise de conteúdo, tanto para os dados advindos do *survey*, quanto os dados obtidos através do estudo de casos, baseando-se em Bardin (2011), onde a análise de conteúdo refere-se a um conjunto de técnicas de análise, que permite a inferência de conhecimentos relativos das mensagens.

Esta metodologia foi escolhida para se conhecer os estabelecimentos, os principais artesãos e a origem das conchas trabalhadas por eles.

Com base nestas informações poder sugerir ações para melhor utilização das conchas de moluscos no artesanato local.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E OBJETO DE ESTUDO

A área escolhida para este estudo foi a Ilha de Santa Catarina, município de Florianópolis, no Estado de Santa Catarina localizada entre as Latitude 27° 35' 49" Sul e Longitude 48° 32' 58" Oeste, com 671,58 km² de área.

4. RESULTADOS

Foram contatados, de forma presencial, um total de trinta e quatro estabelecimentos que comercializam artesanato. Destes, apenas três não concordaram em realizar a entrevista, duas lojas no Mercado Público e uma loja em Canasvieiras.



Figura 27 - Os bairros de Florianópolis, com destaque para a Ilha de Santa Catarina (FLORIANÓPOLIS, 2011).

A figura 26 mostra a quantidade de estabelecimentos entrevistados e artesãos, por bairros da Ilha de Santa Catarina. Na figura 27 pode-se observar a representatividade de cada bairro no total dos estabelecimentos contatados. O norte da Ilha (Canasvieiras e Ingleses) e o centro da cidade representaram 41% e 24% do total, respectivamente.

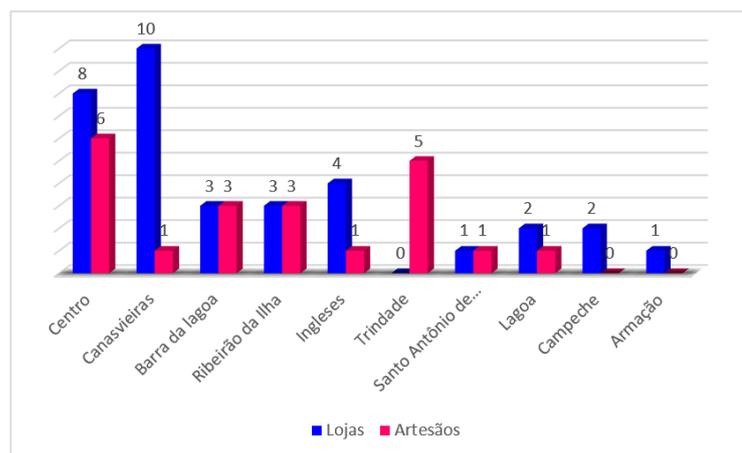


Figura 28 - Total de estabelecimentos e artesãos contatados. Fonte: Elaborado pela autora.

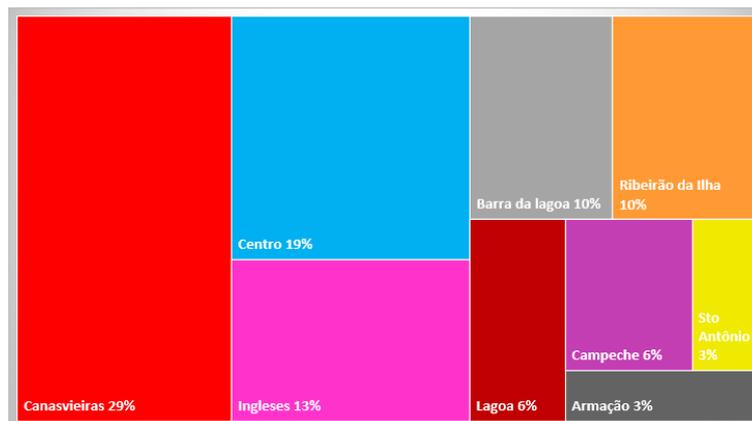


Figura 29 - Porcentagem de lojas entrevistadas por bairro.
Fonte: Elaborado pela autora.

Em porcentagem, o artesanato com conchas de moluscos representa no faturamento das lojas, para oito entrevistados, menos de 1%; quatro indicaram de 1 a 10%; sete entre 10 a 30%; nove de 30 a 50%; três relatam ser acima de 50%.

Em relação à frequência de vendas, nove lojas relatam que vendem sempre, doze vendem frequentemente, seis vendem às vezes e quatro vendem raramente.

De acordo com a pesquisa, as peças mais vendidas em quatro lojas são as utilitárias; em dezessete lojas são as peças de decoração; em quatro são ambas, tanto as utilitárias como as de decoração; em duas são decoração e outras e, em quatro, somente outras.

Foi observado nas conversas informais com os lojistas, que a maioria das peças classificadas como artesanato com conchas de moluscos, são adquiridas prontas, oriundas do Nordeste, do Espírito Santo ou são de conchas importadas vendidas em um atacadista em Santa Catarina.

Sobre os artesãos, um total de vinte e um foram entrevistados, em oito bairros (Figura 26). Os entrevistados apresentam uma média de 51 anos de idade. Não foi considerada a naturalidade dos mesmos.

Os artesãos foram entrevistados em sua maioria em feiras de artesanato. A maior concentração dos mesmos ocorre na feirinha do Centro, com 29% e na feirinha do Campus da UFSC, na Trindade, às quartas-feiras, com 24% das entrevistas (Figura 28).

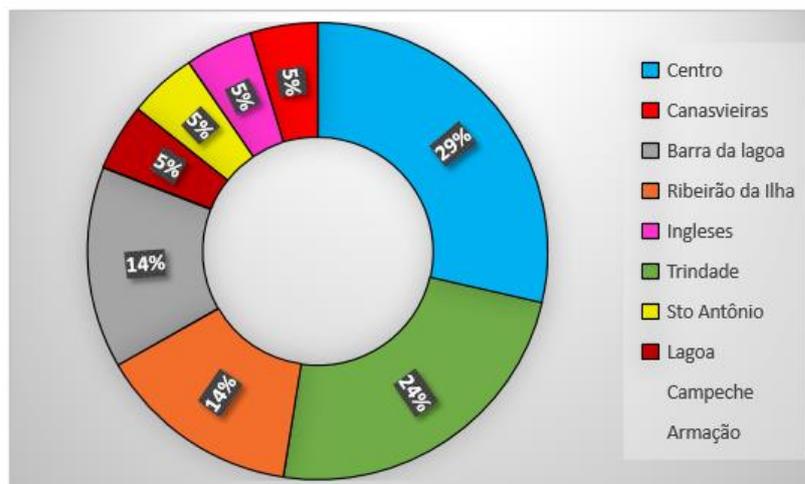


Figura 30 - Porcentagem de Artesãos entrevistados por bairro.
Fonte: Elaborado pela autora.

Dos entrevistados, dezessete relataram que trabalham há mais de 5 anos com o artesanato com conchas de moluscos; três disseram que trabalham entre 1 e 5 anos e apenas um relatou que trabalha há menos de 1 ano com este tipo de material.

Somente um dos entrevistados relata que só produz artesanato com as conchas, e dos vinte que trabalham com outro artesanato concomitantemente, um relata que trabalha com tricô e crochê, um com tricô, crochê e outros, um com crochê e outros, dezessete relatam outros (Figura 29 e 30). Nenhum entrevistado relatou trabalhar com renda de bilro.

De acordo com as entrevistas, quinze aprenderam sozinhos, cinco aprenderam com professor e apenas um aprendeu com a mãe.

As conchas são adquiridas somente na praia por três artesãos; somente no rio por um; dez trabalham com conchas compradas; seis obtêm suas conchas em praias e compram; um obtém em rios e compra; um obtém das três formas.

Em relação ao tempo que se dedicam à confecção do artesanato, um relatou que se dedica uma vez por mês, dois relataram confeccionar as peças de quinze em quinze dias e dezoito fazem todos os dias.

Todos relataram que vendem suas peças, sendo que doze vendem direto ao público, três vendem direto para lojas e seis vendem a ambos.

Somente um dos entrevistados demonstrou não ter interesse em passar o conhecimento a outras pessoas. Os demais passariam a qualquer pessoa.

Observou-se que a grande maioria dos artesanatos são produzidos com conchas de espécies exóticas (Figura 31). As espécies de conchas nativas

encontradas tanto nas lojas quanto no trabalho dos artesãos, encontram-se nas tabelas 5 e 6.



Figura 31 - Artesanato com crochê.
Fonte: Fotos da autora



Figura 32 - Artesanato com macramê.
Fonte: Fotos da autora



Figura 33 - Conchas importadas. Fonte: Fotos da autora

Tabela 7 - Bivalves, classificação baseada em WORMS (2019) e imagens complementares Wikipédia¹.

Espécie	Descritor e ano	Nome popular	Imagem de referência
<i>Anadara brasiliiana</i>	Lamarck, 1819		
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	Gmelin, 1791	Berbigão	
<i>Amiantis purpurata</i>	Lamarck, 1818	Amêijoa	

<i>Arca imbricata</i>	Bruguère, 1789		
<i>Austromacoma constricta</i>	Bruguère, 1792		
<i>Chione cancellata</i>	Linnaeus, 1767		
<i>Crassostrea gigas</i>	Thunberg, 1793	Ostra japonesa	
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	Guilding, 1828	Ostra-do-mangue	
<i>Dallocardia muricata</i>	Linnaeus, 1758	Rala-coco	
<i>Donax hanleyanus</i>	Philippi, 1842	Moçambique	
<i>Glycymeris marmorata</i> ¹	Gmelin, 1791		

Cont.

<i>Iphigenia brasiliensis</i>	Lamarck, 1818	
<i>Laevicardium brasilianum</i>	Lamarck, 1819	
<i>Leukoma pectorina</i>	Lamarck, 1818	

<i>Mytella guayanensis</i>	Lamarck, 1819	Marisco-do-mangue	
<i>Nodipecten nodosus</i>	Linnaeus, 1758	Vieira	
<i>Phacoides pectinatus</i>	Gmelin, 1791	Lambreta	
<i>Perna perna</i>	Linnaeus, 1758	Mexilhão, marisco ou marisco-da-pedra	
<i>Psammotella cruenta</i>	Lightfoot, 1786	Borboleta	
<i>Strigilla pisiformis</i>	Linnaeus, 1758		
<i>Tagelus plebeius</i>	Lightfoot, 1786	Canivete ou unha-de-velha	
<i>Tivela mactroides</i>	Born, 1778		

1 – Imagens retiradas do Wikipédia

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 8 - Gastrópodes, classificação baseada em WORMS (2019) e imagens complementares Wikipédia¹.

Espécie	Descritor e ano	Nome popular	Imagem de referência
<i>Achatina fulica</i> ¹	Ferussac, 1821	Caracol-gigante-africano	
<i>Adelomelon beckii</i>	Broderip, 1836		

<i>Americoliva circinata</i>	Marrat, 1871	Olivela	
<i>Anachis isabellei</i>	Orbigny, 1841		
<i>Anachis lyrata</i>	G.B. Sowerby I., 1832		
<i>Astraea latispina</i>	Philippi, 1844		
<i>Bulla striata</i>	Bruguière, 1792		
<i>Cerithium atratum</i>	Born, 1778		
<i>Impages cinerea</i>	Born, 1778		
<i>Nassarius vibex</i>	Say, 1822		
<i>Neritina virginea</i> ¹	Linnaeus, 1758	Aruá-do-mangue	
<i>Olivancillaria urceus</i>	Röding, 1798	Linguaruda	

Cont.

<i>Olivancillaria vesica</i>	Gmelin, 1791	Castela	
<i>Pisania pusio</i> ¹	Linnaeus, 1758		

<i>Semicassis granulata</i>	Born, 1778	Saguaritá Muçarete	ou	
<i>Siratus senegalensis</i>	Gmelin, 1791			
<i>Stramonita brasiliensis</i> ¹	Claremont & Reid, 2011			
<i>Stramonita haemastoma</i> ¹	Linnaeus, 1758	Thais		
<i>Strombus pugilis</i>	Linnaeus, 1758	Peguari, Atapú ou Lingueta		
<i>Tegula viridula</i>	Gmelin, 1791	Rosquinha, cu-de- galinha		
<i>Zidona dufresnei</i>	Donovan, 1823			

1 – Imagens retiradas do Wikipédia
Fonte: Elaborado pela autora.

5. DISCUSSÃO

Questionários são amplamente utilizados em *surveys* como instrumento de coleta dados. Foram utilizados questionários com perguntas fechadas (direcionadas - quantitativo) e perguntas abertas (de respostas livres - qualitativo) a fim de conhecer a percepção dos respondentes quanto à origem das conchas, preparo e comercialização das mesmas, dificuldades e facilidades.

Segundo Sampieri, Collado e Lucio (2013), as perguntas fechadas contêm categorias ou opções de respostas que foram delimitadas anteriormente pelo pesquisador e mostradas ao entrevistado. Ou seja, as possibilidades de resposta são apresentadas aos participantes e são eles que devem escolhê-las.

As questões abertas podem ser analisadas por meio da análise do conteúdo e/ou análise do discurso (PEREIRA *et al.*, 2018). Destaca-se que mesmo utilizando um questionário semiestruturado, as entrevistas não foram rígidas. Elas devem fluir coletando dados qualitativos, conforme a conversa segue. Portanto, as perguntas

abertas proporcionam uma informação mais ampla, normalmente utilizadas quando se quer saber a opinião ou motivos dos respondentes, não restringindo de antemão as alternativas das respostas (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

Para a coleta de dados, foram feitas visitas às lojas e aos artesãos, aplicado o questionário, feita uma entrevista informal (bate-papo) e, ao final, solicitada indicação de outras lojas e/ou artesãos que pudessem ser entrevistados, segundo a metodologia de **snowball** (bola de neve).

Referindo-se à quantidade de casos a serem estudados (tamanho da amostra), destaca-se que neste trabalho o número de casos foi de 55 visitas ao todo (34 estabelecimentos comerciais e 21 artesãos), gerando 52 entrevistas, distribuídas em 11 bairros. Sendo considerado suficiente de acordo com a sugestão de Cauchick (2011), que define que de quatro a dez casos podem ser suficientes.

Das lojas entrevistadas, a maioria está localizada em pontos de maior concentração de turistas, como aos redores e dentro do Mercado Público, no Centro e na praia de Canasvieiras (Figuras 26 e 27). As três lojas que não participaram das entrevistas foram ou porque o (a) proprietário (a) não permite dar entrevistas em horário de funcionamento (as duas no Centro) ou porque no momento da entrevista desembarcou um ônibus cheio de turistas na loja (em Canasvieiras).

Os relatos dos lojistas quanto às dificuldades neste setor são basicamente a falta de turistas (ou para quem vender) no inverno, a baixa qualidade dos acabamentos das peças, a falta de artesanato com conchas e/ou características locais, e falta de periodicidade no fornecimento das peças.

Em relação aos tipos de peças mais vendidas, há uma enorme variedade de peças listadas. Os relatos apontam que em lojas grandes, com maior variedade de produtos, as peças mais comercializadas são as de decoração com tamanhos maiores como candelabros ou sinos de vento (Figura 32) ou conchas grandes avulsas. Já em lojas pequenas, à beira da praia, a preferência é por peças tipo lembrancinha, de menor valor como chaveiros e ímãs de geladeira (Figura 33) e peças avulsas (Figura 34).



Figura 34 - Candelabros e sinos de vento.
Fonte: Fotos da autora.



Figura 35 - Chaveiros e ímãs de geladeira.
Fonte: Fotos da autora.



Figura 36 - Peças avulsas.
Fonte: Fotos da autora

Nesses bate-papos informais, durante as visitas, 65% dos entrevistados mostraram interesse em participar de cursos ou revender os produtos resultantes desses cursos e duas lojas se ofereceram para fazer parceria e/ou espaço para a realização de cursos de artesanato com conchas de moluscos.

No tocante aos artesãos, foram observados que somente 19% estão localizados no Ribeirão da Ilha e Santo Antônio de Lisboa, ou seja, próximos aos maricultores e pescadores, que são os fornecedores diretos de matéria-prima para os artesanatos e bairros famosos no turismo gastronômico.

Na aplicação dos questionários, em proporção aos outros tipos de artesanato, foi observado que a maioria dos artesãos trabalha com o Macramê, alguns relataram trabalhar também com couro, aço, tecido, resina e, curiosamente, nenhum dos entrevistados relatou fazer a renda de Bilro que é típica da região.

Em referência à aquisição das conchas para a confecção das peças, mesmo respondendo no questionário que as conchas são adquiridas na praia e/ou rio, no bate-papo informal a grande maioria relatou adquirir as conchas direto de

distribuidores por atacado, por virem limpas e já furadas, sendo poucos os relatos de adquirirem a matéria-prima de pescadores e maricultores.

A maioria se queixou da dificuldade de vender as peças no inverno, de falta de um local fixo para conseguir vender e valorização do artesanato num todo, como sendo as dificuldades no setor. Porém houve relatos de fiscalização e autuação, por desconhecimento das espécies ameaçadas em duas das entrevistas.

Como sugestão, a grande maioria dos entrevistados propuseram a existência de um local onde pudessem adquirir as conchas produzidas na Ilha, devidamente limpas, como em uma associação ou cooperativa, ou alguém que fizesse o elo entre os maricultores, peixarias, pescadores e os artesãos.

Outras solicitações dos entrevistados foram: um maior incentivo do governo, um local fixo para que possam expor e vender as peças e maior divulgação, pois só conseguem vender na temporada de veraneio.

6. CONCLUSÃO

Ainda é incipiente na Ilha de Santa Catarina, o artesanato com conchas de espécies oriundas da malacocultura.

Há demanda por peças produzidas com as conchas de cultivo locais, preferencialmente de ostras, com temática mais regional.

Há a necessidade de uma cartilha explicativa, com imagens, das espécies proibidas de comercialização em todo o território brasileiro, em conformidade com a Portaria MMA Nº 445, de 17 de dezembro de 2014.

Os artesãos na Ilha de Santa Catarina demonstram interesse em participarem de cursos de artesanato com conchas de moluscos.

REFERÊNCIAS

ABADÍA, O. M.; NOWELL, A. Palaeolithic personal ornaments: historical development and epistemological challenges. **Journal of Archaeological Method and Theory**, v. 22, n. 3, p. 952-979, 2015.

ABOWEI, J. F. N.; EZEKIEL, E. N. Potentials and uses of fish products and other aquatic animals. **Scientia**, v. 3, n. 3, p. 70-81, 2013.

АЛЕШИН, В. Livejournal: **Наutilus в шедеврах ювелирного искусства**. 2016. Disponível em: <https://vakin.livejournal.com/1437744.html>. Acesso em: 20 abr. 2019.

ALVES, M. S.; SILVA, M. A.; PINTO, S. L. Perfil sócio-econômico dos atores envolvidos na produção e comercialização de zooartesanato em Recife, Pernambuco-Brasil. **Revista Nordestina de Zoologia**, v. 4, p. 97-104, 2010.

ARGAN, G. C. **História da arte como História da cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1992.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARNES, R.; RUPPERT, E. **Zoologia dos invertebrados**. São Paulo: ROCA, 6ª ed., 1996.

BARROSO, G. F.; POERSCH, L. H. S.; CAVALLI, R. O.; BARRIOS, M.A.M. (ed.). **Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil**: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos. Rio de Janeiro: Museu Nacional, (Série Livros; 26), 2007.

BRAIDWOOD, R. J. **Homens pré-históricos**. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1985.

BRYMAN, A. **Social research methods**. Oxford: Oxford University Press, 2012.

BUTA, M.; FRENEZ, D.; BORTOLINI, E.; CHARPENTIER, V.; KENOYER, J.M. Bead production in the late Neolithic communities of Coastal Oman. *In*: CLEUZIOU, S.; TOSI, M. **The Shadow of the Ancestors**. The prehistoric foundations of the early arabian civilization in Oman – Second Expanded Edition, Oman: Ministry of Heritage and Culture Sultanate of Oman, p. 135-141, 2018.

CAUCHICK, P. A. C. *et al.* **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed., Rio de Janeiro: Campus, 2011.

CHARPENTIER, V. A specialised production at regional scale in Bronze Age Arabia; shell rings from Ra's al-Junayz area (Sultanate of Oman). **South Asian Archaeology**, p. 157-170, 1993.

CLAASSEN, C. Washboards, pigtoes, and muckets: historic musseling in the mississippi watershed. **Historical Archaeology** 28, no. 2, 1994, 145p. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/25616309>. Acesso em: 31 mar 2019.

CLAASSEN, C. Shell symbolism in pre-Columbian north America. **Early human impact on Megamollusks**, Oxford: British Archeological Reports, p. 231-236, 2008.

COSTA, A. **Introdução à arqueologia brasileira**: etnografia e História. São Paulo: Brasiliense, 1938.

COSTA NETO, E. M. Os moluscos na zooterapia: medicina tradicional e importância clínico-farmacológica. **Biotemas**, v. 19, n. 3, p. 71-78, 2006.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DEBLASIS, P.; GASPAR, M. Os sambaquis do sul catarinense: retrospectiva e perspectivas de dez anos de pesquisas. **Especiaria: Cadernos de Ciências Humanas**, v. 11, n. 20, 21, 2015.

DIAS, T. L. P.; LEO NETO, N. A.; ALVES, R. R. N. Mollusks in the marine curio and souvenir trade in NE Brazil: species composition and implications for their conservation and management. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n. 11, p. 2393-2405, 2011.

DORE, I. **Shellfish: a guide to oysters, mussels, scallops, clams and similar products for the commercial user**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

DOS SANTOS, A. A.; DELLA GIUSTINA, E. G.; MARCHIORI, N. da C. Maricultura. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2017-2018** (CEDAP-EPAGRI), 2018. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicações/Sintese_201_18.pdf. Acesso em: 11 mar 2019.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations. 2016 **Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics**. Rome, 2018. 104p. Disponível em: www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2016_USBcard/index.htm. Acesso em: 18 mar 2019.

FARIAS, D. S. E.; KNEIP, A. **Panorama arqueológico de Santa Catarina**. Palhoça: Editora Unisul, 2010.

FERREIRA, N. F. **O ornamento como reflexo de seu tempo: Percurso através da História**. 2016. Dissertação (Mestrado em Moda) - Curso de Projeto Textil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, USP, São Paulo, 2016. 238 p. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100133/tde-13042016-010343/publico/F_fn.pdf. Acesso em: 26 mar 2019.

FERREIRA, A. M. A.; GONZÁLEZ, E. A.; LIBERATO, D. Turismo criativo e sustentabilidade territorial. **Anais** [...]. XX Congresso AECIT. Asociación Española de Expertos Científicos en Turismo (AECIT), Almería: Roquetas de Mar, p. 1-17, 2018.

FIGUTI, L. O homem pré-histórico, o molusco e o sambaqui: considerações sobre a subsistência dos povos sambaquieiros. **Rev. Museu Arq. e Etnol.**, v. 3, p. 67-80, 1993.

FIGUTI, L.; KLÖKLER, D. M. Resultados preliminares dos vestígios zooarqueológicos do sambaqui Espinheiros II (Joinville, SC). **Rev. Museu Arq. e Etnol.**, v. 6, p. 169-187, 1996.

FINK, A. G. **How to conduct surveys: a step-by-step guide**. Londres: Sage Publications, 2013.

FLORIANÓPOLIS or just Floripa! **Nome dos bairros de Florianópolis**. 2011. Disponível em: <https://guiemi.blogspot.com/2011/01/nome-dos-bairros-de-florianopolis.html>. Acesso em: 29 abr 2019.

GODOY, C. E.; XAVIER, R. **Lagamar: Natureza, história e fotografia**. Sambaquis - Vestígios pré-históricos. 2019. Disponível em: <http://www.lagamar.net.br/portal/index.php/pre-historia-do-brasil/87-sambaquis.%2020>
Acesso em: 2019%20maio%202019. Acesso em: 20 abr. 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Típicos de Santa Catarina, moluscos estão pela primeira vez no Censo Agro**. Agência de Notícias, 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/19621-tipicos-de-santa-catarina-moluscos-estao-pela-primeira-vez-no-censo-agro>. Acesso em: 22 mar 2019.

JANDIRA NETO. Arco Metropolitano do Rio de Janeiro: uma experiência de sucesso em arqueologia de contrato. **Jesus Histórico**, Rio de Janeiro, v. XI, n. 20, p.38-68, 27 set. 2016. Disponível em: <http://www.revistajesushistorico.ifcs.ufrj.br/arquivos20/3-jandira-neto.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2019.

JUTTY-RAJAN, P.; BRUST, A.; JIN, A. H.; ALEWOOD, P. F.; DUTERTRE, S.; LEWIS, R. J. Cone snail venomics: From novel biology to novel therapeutics. **Future medicinal chemistry**. No. 6, p. 1659-1675, 2014.

KLUEGER, U.A. **O povo das conchas**. Blumenau: Hemisfério Sul, 2004.

KLOKLER, D. Animal para toda obra: fauna ritual em sambaquis. **Revista Habitus-Revista do Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia**, v. 14, n. 1, p. 21-34, 2016.

LEGGEAR, R. F. The Margate Shell Grotto Report No 023, **The Kent Archaeological Society**, 2006. Disponível em: <http://www.kentarchaeology.ac/authors/023.pdf>. Acesso em: 23 mar 2019.

LEV, E. Traditional healing with animals (zootherapy): medieval to present-day Levantine practice. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 85, n. 1, p. 107-118, 2003.

LIMA, T. A. Em busca dos frutos do mar os pescadores-coletores do litoral centro-sul do Brasil. **Revista USP**, n. 44, p. 270-327, 1999.

LIMA, G. F.; LOPES, R. L. Impactos ambientais dos resíduos gerados na pesca artesanal de moluscos bivalve no Distrito de Patané/Aréz-RN. **HOLOS**, v. 32, n. 4, p. 206-216, 2016.

MARQUES, R. P. **Estudo do acervo de acompanhamentos funerários da Coleção Arqueológica Pe João Alfredo Rohr, SJ: análise de dois contextos arqueológicos litorâneos em Santa Catarina**. Trabalho de Conclusão de Curso

(Graduação em Museologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e História, Florianópolis, 2018.

MARTINS, G. D. A. **Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

MELLO, V. M.; SUAREZ, P. A. Z. As formulações de tintas expressivas através da História. **Revista Virtual de Química**, v. 4, n. 1, p. 2-12, 2012.

MENDONÇA, L. M. **Turismo Cultural e a mercantilização do artesanato como criação artística em Florianópolis**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio Econômico, Florianópolis, 2017.

MÉRY, S.; CHARPENTIER, V.; BEECH, M. First evidence of shell fish-hook technology in the Gulf. **Arabian archaeology and epigraphy**, v. 19, n. 1, p. 15-21, 2008.

NEW ZEALAND. **Museum of New Zealand**. Te Papa Tongarewa (Comp.). Pūtātara (shell trumpet): OBJECT | PART OF TAONGA MĀORI COLLECTION. 2019a. Disponível em: <https://collections.tepapa.govt.nz/object/155366>. Acesso em: 20 abr. 2019.

NEW ZEALAND. **Museum of New Zealand**. Te Papa Tongarewa (Comp.). Teaspoons OBJECT | PART OF HISTORY COLLECTION. 2019b. Disponível em: <https://collections.tepapa.govt.nz/object/327109>. Acesso em: 20 abr. 2019.

OLX (Comp.). **Botões antigos madreperla**. 2019. Disponível em: <https://www.olx.pt/anuncio/botes-antigos-madrepola-IDzxxXf.html>. Acesso em: 27 abr. 2019.

PAPAVERO, N.; TEIXEIRA, D. M. **A fauna de São Paulo: nos séculos XVI a XVIII, nos textos de viajantes, cronistas, missionários e relatos monçoeiros**. São Paulo: EdUSP, 2007.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica**. Santa Maria: UAB/NTE/UFSM, 1ª. ed., 2018.

PEREIRA, C. J. C. Artesanato: definições, evolução e ação do Ministério do Trabalho; **Programa Nacional de Desenvolvimento do Artesanato**. Brasília: Ministério do Trabalho, v. 153, 1979.

PEIXOTO, I. **Igeológico**. Sambaquis: uma montanha de história. 2018. Disponível em: <http://igeologico.com.br/blog/2018/07/17/sambaquis-uma-montanha-de-historia>. Acesso em: 19 abr 2019.

PINTO, M. V. S.; LEAL, R. L. M.; VASCONCELOS, A. K. H. Intervenção do design num grupo de produção artesanal. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 8, n. 3, 2009.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D., **Zoologiados Invertebrados: Uma abordagem funcional-evolutiva**. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p. Revisão científica: Antônio Carlos Marques.

RYBSKA, E. Symbolism of shells in world culture. **Edukacja Biologiczna i Środowiskowa**, n. 1, p. 19-28, 2014.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. **Metodologia de pesquisa**. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTHIYA, N.; SANJEEVI, S. B.; GAYATHRI, M.; DHANALAKSHMI, M. Economic importance of marine mollusks. **Res. Environ. Life Sci**, v. 6, n. 4, p. 129-132, 2013.

SANTOS, S. B.; PIMENTA, A. D.; THIENGO, S. C.; T. VIDIGAL; THOMÉ, J. W.; MANSUR, M. C. D.; FERNANDEZ, M. A.; TOMÁS, A. G.; SALGADO, N. C.; ABSALÃO, R. S.; ROCHA-BARREIRA, C.; MATTHEWS-CASCON, H.; MARTINS, I. X.; MESQUITA, E. F. M.; KAWANO, T. Malacologia. *In*: ROCHA, R. M.; BOEGER, W. A. P. (Org.). **Zoologia no Brasil: Estado da Arte e Perspectivas**. Curitiba: Editora UFPR, p. 80-110, 2009.

SANTOS, M. E. M.; MOURA, E. M. O. Potencialidades e impactos ambientais dos resíduos oriundos da malacocultura. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, n. 3, p. 147-152, 2017.

SONAK, S. M. Some interesting known and unknown facts about shells. *In*: SONAK, S. M. **Marine Shells of Goa**. Cham: Springer, p. 219-239, 2017.

SOUZA, J. M. B.; SOUSA, B. A. P.; ABREU, L.; PANTOJA, K. S.; COSTA, L. C. O. Artesanato e os resíduos pesqueiros: relato de experiência em Salinópolis, Pará. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.

TRAVELS, Go's (Comp.). **Places to visit in Ft. Myers, Florida**: Natural History Museum. 2013. Barbara and John aboard GO Boat. Disponível em: <http://allbrightadventures.blogspot.com/2013/04/places-to-visit-in-ft-myers-florida.html>. Acesso em: 22 abr. 2019.

TRUBITT, M. B. Crafting marine shell prestige goods at Cahokia. **North American Archaeologist**, v. 26, n. 3, p. 249-266, 2005.

VAN DER FEEN, P. J. Byssus. **Basteria**, v. 13, n. 4, p. 66-71, 1949.

WIKIMEDIA COMMONS CONTRIBUTORS (Comp.). **Calusa shells and arrowheads**. 2018. Wikimedia Commons, the free media repository. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Calusa_shells_and_arrowheads.jpg&oldid=293457562. Acesso em: 22 abr. 2019.

WIKIPÉDIA, **a enciclopédia livre**. Flórida: Wikimedia Foundation, 2018. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:P%C3%A1gina_principal. Acesso em: 28 jun 2019.

WORMS, Editorial Board (Ed.). **World Register of Marine Species: Mollusca**. Bélgica: VLIZ, 2019. Disponível em: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=51>. Acesso em: 28 maio 2019. doi:10.14284/170

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. Los Angeles: Sage publications, 2014.

CUSTOS DE PRODUÇÃO NA FORMA DE PETISCO E ISCA-VIVA DO LAMBARI DO RABO AMARELO: UM ESTUDO DE CASO

Darly Franco Veras Neto¹ e Anita R. Valença²

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar os custos de produção de duas pisciculturas dedicadas ao cultivo de lambari, porém com distintas formas de comercialização do produto final, uma como isca-viva e a outra como petisco. De acordo com os dados analisados o empreendimento que comercializava como isca viva apresentou custo de produção de R\$ 21,49/kg, sendo vendido ao intermediário por R\$ 30,00/kg ou R\$ 240,00 o milheiro, com peixes de 8 gramas de peso e 7 a 9 cm de comprimento. Já os peixes comercializados para uso como petisco tiveram um custo de produção de R\$ 6,02/kg e um preço de revenda de R\$ 7,50/kg à beneficiadora, com peixes de 6 gramas de peso e 5 a 8 cm de comprimento em média. Quando comparados os dois empreendimentos concluiu-se que a lambaricultura voltada para produção de isca-viva mostrou-se mais rentável, apresentando uma taxa interna de retorno (TIR) de 26%, sendo superior a TIR de 12% obtida na comercialização para indústria de beneficiamento do lambari como petisco.

Palavras-chave: *Astyanax lacustris*, lambaricultura, custos de produção, taxa interna de retorno.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the production costs of two lambari fish farms, but with different forms of commercialization of the final product, one as live bait and the other as a snack. According to the data analyzed, the venture that sold as live bait had a production cost of R \$ 21.49 / kg, being sold to the intermediary for R \$ 30.00 / kg or R \$ 240.00 a thousand, with fish from 8 grams in weight and 7 to 9 cm in length. Fish sold as a snack had a production cost of R \$ 6.02 / kg and a resale price of R \$ 7.50 / kg to the beneficiary, with fish weighing 6 grams and 5 to 8 cm in length. When comparing the two projects, it was concluded that lambari growing for live bait production was more profitable, presenting an internal rate of return (IRR) of 26%, being higher than the IRR of 12% obtained in the commercialization for processing of lambari as a snack.

Key words: *Astyanax lacustris*, lambari culture, production costs, internal rate of return.

INTRODUÇÃO

A piscicultura brasileira cresceu 8% em 2017, terminando o ano com a produção de 691.700 toneladas de peixes cultivados. Em 2016, o país havia produzido

¹ Engenheiro de Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina.

² Professora do Curso de Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: anita.valenca@ufsc.br

640.410 toneladas, com aumento de apenas 1% sobre o resultado de 2015: 638 mil toneladas (PEIXE BR, 2018).

O avanço de 8% da produção brasileira de peixes cultivados em 2017 foi comandado pelos estados da região Sul. Juntos, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul contribuíram com 24.500 toneladas no ano. O Paraná manteve-se na liderança entre os estados produtores com 112 mil toneladas (PEIXE BR, 2018).

A segunda posição permaneceu com Rondônia com 77 mil toneladas e crescimento de 2% sobre o resultado de 2016 (PEIXE BR, 2018).

A terceira posição continuou com São Paulo. O estado atingiu a produção de 69.500 toneladas, com elevação de 6,3% sobre o ano anterior (PEIXE BR, 2018).

A quarta posição no ranking estadual permaneceu com Mato Grosso. O estado cresceu 3,5% em 2017, atingindo 62.000 toneladas, porém com potencial para grande desenvolvimento em médio prazo. Santa Catarina manteve-se na 5ª posição, com produção de 44.500 toneladas de peixes cultivados em 2017 (PEIXE BR, 2018).

A piscicultura brasileira apresenta diversos nichos de mercado com crescente expansão sendo um deles o de isca-viva para uso na pesca esportiva (Silva et al., 2011). Números do IBGE (2016) apontam que a produção nacional de lambaris foi de 234 toneladas gerando uma receita de 1 milhão e 933 mil reais.

Devido aos estados produtores de lambari possuírem rios e reservatórios em seus territórios, com rica diversidade de espécies de peixes e infraestrutura para hospedagem dos turistas, muitos pescadores viajam até a região para praticar a pesca esportiva e assim necessitam de iscas-vivas (Sussel, 2012). Dentre as iscas comercializadas nas pousadas ou “casas de iscas”, destaca-se o lambari-do-rabo-amarelo *Astyanax lacustris* (Lucena & Soares, 2016) oriundo de pisciculturas, utilizados para pesca de peixes carnívoros como a traíra (*Hoplias malabaricus*) e bagres de médio porte como a jurupoca (*Hemisorubim platyrhynchos*) (Porto Foresti et al., 2010).

A lambaricultura, ou seja, o cultivo exclusivo do lambari é uma atividade promissora na aquicultura brasileira, os primórdios ocorrendo há cerca de trinta anos, através de pequenos e médios produtores devido à demanda por iscas vivas para pesca em água doce (Sussel, 2015).

A lambaricultura brasileira produz 140 milhões de unidades por ano, destacando-se o estado de São Paulo, produzindo cerca de 90 milhões de unidades (Sussel, 2015).

Os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais e Paraná produzem o lambari para fornecimento como isca-viva. Diferentemente do estado de Santa Catarina que iniciou recentemente sua produção, porém, voltada para o fornecimento do peixe para alimentação na forma de petisco em bares e restaurantes (Sussel, 2018).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi comparar os custos de produção entre duas pisciculturas que cultivam o lambari para diferentes finalidades: como isca-viva e na forma de petisco.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas duas pisciculturas em diferentes estados, uma localizada no município de Terenos, no estado do Mato Grosso do Sul, distante 22 km da capital Campo Grande. Esta possui 14.000 m² de lâmina d'água para produção exclusiva de lambari, sendo 14 tanques com diferentes dimensões. A segunda piscicultura localiza-se no município de Camboriú, no estado de Santa Catarina, distante 82 km da capital Florianópolis.

O sistema de cultivo no Mato Grosso do Sul utilizava altas taxas de renovação de água nos tanques de engorda, sem aeração mecânica, com temperatura média da água de 27°C. A obtenção de formas jovens era por desova induzida, e a densidade de estocagem de 25 peixes por m².

O único funcionário da piscicultura, juntamente com o proprietário, alimentava os peixes três vezes ao dia às 07h30min, 11h30min e 15h30min, com ração comercial para peixe em pó com 50% de proteína bruta para crescimento das larvas, sendo estas alimentadas até a saciedade aparente. Na fase de engorda a alimentação consistia de ração comercial para peixes onívoros com 36% de proteína bruta, fornecida em relação aos 5% da biomassa de peixes no viveiro.

Para adequar o diâmetro da ração comercial ao tamanho da boca dos peixes engordados o produtor processava o insumo em um triturador de 2 cv para diminuir o diâmetro do grão para 3 mm ou menos.

A despesca ocorria ao final de 120 dias de cultivo, com os peixes medindo 7 a 9 cm de comprimento total e 8 g de peso, em média. Para comercialização dos lambaris ao intermediário o produtor utilizava uma caixa de transporte para peixe.

Já a propriedade em Camboriú-SC, na época do estudo, possuía 20.000 m² de lâmina d'água para produção, sendo 8 tanques com diferentes dimensões variando

de 600 m² a 3000 m². Não faziam larvicultura, apenas a engorda. Os juvenis eram produzidos por piscicultores ligados à beneficiadora, e a engorda tinha duração de 120 dias com a densidade de 35 peixes/m², até alcançarem 5 a 8 cm de comprimento total, com média de 6 g, que é o peso de abate exigido pela beneficiadora.

O sistema de produção utilizado na piscicultura de Camboriú-SC é distinto do sistema de produção sul mato grossense, empregando mão-de-obra familiar, menos qualificada e pouco profissionalizada. A atividade é considerada uma fonte de renda extra para o produtor, não sendo a lambaricultura a atividade principal na propriedade.

Há um menor controle da produção, alimentando 5% da biomassa de peixes somente uma vez ao dia, para isso utilizava ração comercial para tilápia com 36% de proteína bruta com 4 a 6 mm de diâmetro. Porém, o produtor usava um triturador de 2 cv para diminuir o diâmetro dos grãos para 2 a 3 mm e, conjuntamente, utilizava o farelo de arroz para diminuir os custos com insumos.

Nos tanques de engorda dos lambaris, o produtor não utilizava aeração mecânica e realizava renovação de água por gravidade constantemente nos viveiros.

O cálculo do custo de produção foi estimado a partir da metodologia sugerida por MATSUNAGA et al. (1976) e utilizada por SABBAG et al. (2011) no estudo de caso da produção de lambari do rabo amarelo em Monte Castelo/SP. Todos os dados foram obtidos em Real (R\$) entre os meses de junho a novembro de 2018.

O cálculo do custo de produção considerou o custo operacional, ou seja, o valor necessário para capital de giro por um ciclo e um ano. O respectivo valor do Custo Total de Produção (CTP) foi o utilizado no cálculo, pois corresponde ao custo de produção por ciclo mais próximo a realidade.

O custo operacional efetivo (COE) representa os custos utilizados com mão-de-obra, energia elétrica, máquinas/equipamentos, veículos e insumos.

De acordo com os dados de dimensionamento foram construídas as tabelas de custo de produção por ciclo nas pisciculturas em Terenos-MS e Camboriú-SC.

Como fator de correção foi acrescentado nos custos mensais com aluguel e mão-de-obra, um mês no tempo de cultivo, contabilizando então corretamente o custo total por ciclo/ano, pois apesar do ciclo ter duração de 3 meses, o aluguel e salários devem ser pagos durante todos os meses do ano. Então para estes valores foram acrescentados o número de meses por ciclo que é de 4 meses (120 dias).

Para o cálculo dos encargos sociais foi considerada uma taxa de 40% sobre o valor do salário pago ao funcionário na piscicultura sul mato grossense, esta taxa é resultado da soma de todos os encargos (FGTS, INSS, Férias e 13º salário).

O produtor catarinense não tinha funcionário, sendo o proprietário o único “funcionário”, classificando-se como uma piscicultura familiar.

Para realizar a operação de despesa no final do ciclo o produtor relatou utilizar membros da sua família ou ajuda de vizinhos para realizar a retirada dos peixes para abate. Deste modo o valor da mão-de-obra é um valor que faz parte da receita do próprio produtor e acaba não se tornando um custo efetivo e sim compondo a renda. Mas para a análise financeira do empreendimento este valor deve ser considerado como custo (Castilho Barros et al., 2018).

Nos encargos financeiros para fins de cálculo foi utilizada uma taxa única de 24% sobre o valor do capital. Esta taxa abrange os juros do empréstimo, amortização do capital e encargos pagos aos contadores.

Para contabilização da mão de obra foi utilizado um valor de R\$ 990,00, correspondente ao salário mínimo do funcionário.

Para análise dos fluxos de caixa das duas pisciculturas estudadas, seguiu-se a metodologia proposta por Matsunaga et al. (1976) e Sanches et al. (2008).

Existe a necessidade de utilizar indicadores de lucratividade, pois apenas analisar o lucro líquido pode não refletir o total potencial econômico e financeiro do empreendimento.

Para indicar a rentabilidade do empreendimento foi utilizada a metodologia indicada por MARTIN et al. (1998) onde a receita bruta leva em consideração o preço médio pago ao produto do empreendimento. O lucro operacional leva em consideração a diferença entre a receita bruta, custo total de produção (CTP) e índice de lucratividade, referente aos números obtidos da receita bruta. Além de analisar o ponto de nivelamento (PN) da produção, ou seja, sua capacidade mínima de produção necessária para cobrir os custos totais de produção.

O valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR) permitem avaliar a viabilidade financeira do estudo, a partir dos investimentos iniciais e o fluxo de caixa. É considerada a variação do capital ao longo do tempo a fim de avaliar sua atratividade. É analisada levando em consideração a taxa de desconto ou taxa mínima de atratividade (TMA) de 12% a.a. para cálculo do VPL.

É importante destacar que as metodologias devem ser utilizadas como suporte à tomada de decisão, porém estas devem ser confrontadas e analisadas por diferentes aspectos que levem em consideração a visão estratégica do empreendimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O capital necessário para o investimento inicial na piscicultura Sul Mato Grossense foi calculado utilizando juros de 8% ao ano e encontra-se detalhado na Tabela 1. Dentre os custos iniciais para implantação, os mais expressivos foram com telas anti-pássaros (33,3%) necessárias para não ocorrer predação por aves, terraplanagem dos viveiros (6,9%), aquisição de 8 incubadoras de 200 litros para reprodução (6,0%), caixa transportadora de peixes com 400 litros (2,9%) fixado na carroceria do utilitário (27,8%) para entrega dos lambaris vivos ao intermediário. Somando todos os itens necessários para o investimento inicial o aqüicultor desembolsou R\$ 144.052,50 para implantar a piscicultura no Mato Grosso do Sul.

Tabela 01 – Capital para investimento inicial em Terenos-MS.

Item	Quantidade	Valor Unit.	Valor total	Vida útil	Depreciação	Juros	Total	%
Arrendamento da piscicultura	1	1.400,00	1.400,00	5		168,00	168,00	1,0
Construção civil								
Terraplanagem dos Viveiros h/máquina	83	120,00	9.960,00	10	996,00	597,60	1.593,60	6,9
Equipamentos			0,00	=	996,00			0,0
Incubadora cilindrocônica 200L	8	1.080,00	8.640,00	5	1.728,00	518,40	2.246,40	6,0
Bomba Hidráulica Thebe 1/2 cv	2	1.320,00	2.640,00	5	528,00	158,40	686,40	1,8
Fita métrica	1	5,00	5,00	1	5,00	0,30	5,30	0,0
Carrinho de mão de caçamba de plástica funda 55L	1	199,00	199,00	3	66,33	11,94	78,27	0,1
Balde de 20L	8	22,00	176,00	8	22,00	10,56	32,56	0,1
Tela anti-pássaros	15000	3,20	48.000,00	15	3.200,00	2.880,00	6.080,00	33,3
Tambor de 50L c alça lateral	2	48,40	96,80	5	19,36	5,81	25,17	0,1
Equip. laboratório			0,00	10	0,00	0,00	0,00	0,0
Bomba de Oxigênio a pilha	1	89,70	89,70	5	17,94	5,38	23,32	0,1
Rede Manejo 40M/malha 8mm	1	2.070,00	2.070,00	3	690,00	124,20	814,20	1,4
Rede Manejo 20M/malha 5mm	1	1.650,00	1.650,00	10	165,00	99,00	264,00	1,1
Rede Despesca 20M/malha 12mm	1	1.390,00	1.390,00	10	139,00	83,40	222,40	1,0
Passaguá	3	98,00	294,00	5	58,80	17,64	76,44	0,2
Hipófise de carpa.	1	1.540,00	1.540,00	9	171,11	92,40	263,51	1,1
Draga Bufalo 10cv Diesel	1	3.763,71	3.763,71	8	470,46	225,82	696,29	2,6
Sonda multiparâmetro AKS7	1	2.863,00	2.863,00	4	715,75	171,78	887,53	2,0
Kit produtor alfa kit análise de água	1	499,00	499,00	6	83,17	29,94	113,11	0,3
Cilindro de Oxigênio	3	700,00	2.100,00	10	210,00	126,00	336,00	1,5
Soprador De Ar Resun Gf-250 27000l/h 220v - 1/3 Cv	1	1.517,00	1.517,00	6	252,83	91,02	343,85	1,1
Transfish trevisan 400L	1	4.200,00	4.200,00	10	420,00	252,00	672,00	2,9
Classificador de peixes Bernauer	1	1.200,00	1.200,00	10	120,00	72,00	192,00	0,8
Tarrafa 8mm	1	200,00	200,00	5	40,00	12,00	52,00	0,1
Triturador Trapp TRF -400F 2CV	1	1.099,00	1.099,00	6	183,17	65,94	249,11	0,8
Bomba Costal 20L	1	99,90	99,90	5	19,98	5,99	25,97	0,1
Manômetro	2	154,00	308,00	2	154,00	18,48	172,48	0,2
Veículo				Total=	10.363,40			0,0
Utilitário	1	40.000,00	40.000,00	12	3.333,33	2.400,00	5.733,33	27,8
Documentação e Elab. projeto	0,02		2824,5602	Total=	3333,333333	169,473	3502,807	1,96
Total			144.052,5		13.696,74	8.727,15	26.753,2	100

Fonte: Dados do projeto

O investimento inicial computado para implantação da piscicultura em Camboriú-SC encontra-se detalhado na Tabela 2 e utilizou juros de 8% ao ano. O proprietário é o único “funcionário” e realiza todas as tarefas na piscicultura.

O custo inicial total necessário para implantação do cultivo foi de R\$36.480,23 ao produtor, sendo que somente o galpão para armazenagem dos insumos e materiais compreendem 49,3% deste, seguido pelo gasto inicial com redes de despesca/manejo (23,4%) de diferentes metragens e diâmetros de malha. A depreciação total para tais equipamentos é de R\$ 3.294,44 bem como seus respectivos juros R\$ 1.459,21. Para implantar a piscicultura o proprietário necessitou de 42 horas de manutenção da terra com serviços de terraplanagem, o que representou um custo de R\$ 5.040,00, sendo considerado o segundo maior custo inicial para implantação do cultivo de 13,8% do total.

Tabela 2- Capital para investimento inicial em Camboriú-SC.

Item	Quantidade	Valor Unit.	Valor total	Vida útil	Depreciação	Juros	Total	%
Carrinho de mão de cacamba de plastica funda 55L	1	199,00	199,00	3	66,33	7,96	74,29	0,5
Terraplanagem	42	120,00	5.040,00	10	504,00	201,60	705,60	13,8
Galpão de armazenagem	1	18.000,00	18.000,00	20	900,00	720,00	1.620,00	49,3
Bomba Hidráulica Thebe 1 1/2 cv	1	1.320,00	1.320,00	10	132,00	52,80	184,80	3,6
Tambor de 50L c alça lateral	2	48,40	96,80	5	19,36	3,87	23,23	0,3
Rede Manejo 40M/malha 8mm	2	2.070,00	4.140,00	5	828,00	165,60	993,60	11,3
Rede Manejo 20M/malha 5mm	1	1.650,00	1.650,00	10	165,00	66,00	231,00	4,5
Rede Despesca 20M/malha 12mm	2	1.390,00	2.780,00	10	278,00	111,20	389,20	7,6
Passaquá	3	98,00	294,00	5	58,80	11,76	70,56	0,8
Kit produtor alfakit análise de água	1	499,00	499,00	5	99,80	19,96	119,76	1,4
Tarrafa 8mm	1	200,00	200,00	5	40,00	8,00	48,00	0,5
Triturador Trapp TRF -400F 2CV	1	1.099,00	1.099,00	6	183,17	43,96	227,13	3,0
Bomba Costal 20L	1	99,90	99,90	5	19,98	4,00	23,98	0,3
Documentação e Elab. projeto	0,03		1062,531	Total=	3.294,44	42,50124	3336,941	2,91
Total			36.480,23		3.294,44	1.459,21	8.048,09	100,00

Fonte: Dados do produtor.

3.1. Dados zootécnicos

Para levantamento dos custos de produção foram utilizados os índices zootécnicos (Tabela 3) fornecidos pelo produtor de Mato Grosso do Sul, e em Santa Catarina foram obtidos através de entrevista com o proprietário da beneficiadora. A beneficiadora é associada a piscicultores da região, garantindo a compra de toda a sua produção.

Tabela 3 - Dados zootécnicos das pisciculturas de Mato Grosso do Sul (MS) e Santa Catarina (SC).

Itens	Valor MS	Valor SC
-------	-------------	-------------

Densidade (alevino/m ²)	25,00	35,00
Área de lâmina d'água (m ²)	14.000	20.000
Densidade inicial (n° animais)	350.000	700.000
Peso por individuo (kg)	0,008	0,006
Taxa de sobrevivência (%)	70%	50%
Produção ciclo (unidade)	245.000	350.000
N° de milheiros ciclo (unidade)	245	350
Biomassa final por ciclo (kg)	1.960,0	2100
Produção total milheiros por ano	735	1.050
C.A esperado	1,40	1,80
Valor (R\$) ração (kg)	1,84	1,03
Total de ração ciclo (kg)	2.744,00	3.780,00
Valor (R\$) total de ração ciclo	5.048,00	3.880,80

Fonte: Dados projeto

A Tabela 3 foi usada como base de dados para o dimensionamento das produções. A partir deste se obtém os cálculos de custos de produção que vão determinar a viabilidade do empreendimento, demonstram a demanda de ração em função da densidade, sobrevivência e conversão alimentar (CA) obtida no cultivo nas condições de cada região. Assim como, dados do valor (R\$) da saca com 25kg de ração comercial para peixe onívoro que é praticado em cada piscicultura.

É relatado pelo proprietário da beneficiadora ligada aos produtores que o preço médio pago pelo quilograma de ração, na época, era próximo de R\$ 1,03.

3.2. Custos operacionais

Para dimensionamento do custo operacional no município de Terenos-MS foi levado em consideração o preço de revenda do milheiro de R\$ 240,00 (Tabela 4) para ser comercializado como isca-viva.

Este valor de venda do milheiro representa 1000 peixes de 8 gramas que equivalem a 8 kg de lambari, correspondente a R\$ 30,00/kg para revenda ao intermediário. Apresenta um custo ao aquicultor de R\$ 21,49 por quilograma produzido. Ao produzir 735 unidades de milheiro por ano, ao preço proposto de revenda analisado, o produtor sul-mato-grossense gera uma receita bruta de R\$ 176.400,00, correspondente a R\$ 12,60/m²/ano. Porém, seu custo operacional por ciclo é de R\$ 42.122,48 e por ano é de R\$ 126.367,44. Para que o aquicultor pague

os custos analisados na Tabela 4 necessita produzir no mínimo 526,53 milheiros por ano e estes serem comercializados ao preço observado no estudo.

Tabela 4 – Receita Mato Grosso do Sul

Receita MS	
Area m ²	14.000
N° de milheiros ano	735
N° de indivíduos	735000
Peso por indivíduo (kg)	0,008
Total em kg.ano	5880
Custo operacional (CTP) ciclo	R\$ 42.122,48
Custo operacional ano	R\$ 126.367,44
Valor / Milheiro	R\$ 240,00
Receita Bruta	R\$ 176.400,00
Receita R\$/m ² /ano	R\$ 12,60
Lucro operacional ano	R\$ 50.032,56
Custo por milheiro	R\$ 171,93
Produção de nivelamento (MI)	526,53
Custo por Kg	R\$ 21,49
Valor pago por kg	R\$ 30,00

Fonte: Autor

O produtor da piscicultura localizada no estado de Santa Catarina relata que o preço pago pela indústria de beneficiamento é de R\$ 7,50 pelo quilograma de lambari e o custo para produzi-lo é de R\$ 5,00, bem próximo ao analisado pelo estudo de R\$ 6,02/kg (Tabela 5). A piscicultura produz 6.300 kg ao ano, sendo que cada unidade de peixe pesa em média 6g, para ocorrer boa aceitação pela beneficiadora. Apresenta um custo operacional por ciclo de R\$ 12.644,61, oriundo de 120 dias de cultivo, gerando um custo anual com operações de R\$ 37.933,83. Sua receita bruta de R\$ 47.250,00 gera uma receita de R\$ 2,36/m²/ano (Tabela 5).

Apesar das condições climáticas da região sul adversas, com temperatura média da água próxima dos 22°C, e com baixas temperaturas em certas épocas do ano, foi possível obter bons resultados durante os 120 dias do ciclo de produção, fato este que permitiu ao produtor catarinense realizar 3 ciclos/ano. Além disso, o peso médio de abate do lambari (6g), para servir como petisco, é inferior ao peso exigido para servir como isca viva (8g) no estado do Mato Grosso do Sul.

Tabela 5 – Receita Santa Catarina.

Receita SC	
Area m ²	20.000
N° de milheiros	1050
N° de individuos	1050000
Peso por individuo kg	0,006
Total em kg.ano	6300
Custo operacional CTP Ciclo	R\$ 12.644,61
Custo operacional ano	R\$ 37.933,83
Receita Bruta	R\$ 47.250,00
Receita R\$/m ² /ano	R\$ 2,36
Lucro Operacional	R\$ 9.316,17
Produção de nivelamento (kg)	5057,84
Custo do kg	R\$ 6,02
Preço pago por kg	R\$ 7,50

Fonte: Autor

Na Tabela 6 são demonstrados os custos de produção por ciclo na piscicultura de Mato Grosso do Sul. No item arraçamento e manejos a unidade HH corresponde à hora homem. A quantidade de horas homem relacionadas aos manejos totalizam 960 horas, as quais correspondem a 8 horas diárias de trabalho durante os 120 dias do ciclo de produção.

A remuneração da terra corresponde a 4 meses, representando um ciclo de cultivo, do valor do arrendamento pago pela piscicultura no Mato Grosso do Sul.

Devido ao proprietário realizar a entrega dos peixes vivos ao intermediário, necessita de um carro utilitário, e de uma caixa transportadora de peixe com volume de 400 litros e com cilindro de oxigênio. Deste modo é computado nos custos de produção por ciclo o gasto com 623,07 litros de gasolina que equivalem a R\$ 2.679,20.

Tabela 6 – Custo de produção por ciclo em Terenos-MS.

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra manual				
Arraçamento e manejos	HH	960	6,18	5.932,80
Insumos*				
Ração extrusada	Kg	2744,00	1,84	5.048,00
Cal	Kg	1445,90	0,35	506,07
Combustível	L	623,07	4,30	2.679,20
Custo Operacional Efetivo (COE)				14.166,07
Depreciação (equipamentos/Veículo)				4.565,58
Encargos sociais ¹ (40% da M.O)				2.373,12
CESSR ²				4.861,87
Despesas Gerais ³				1.416,67
Encargos Financeiros				496,02
Custo Operacional Total (COT)				27.879,33
Remuneração ao investimento ⁴				8.643,15
Remuneração da terra				5.600,00
Custo Total de Produção (CTP)				42.122,48

¹ Refere-se à mão-de-obra (40 %).

² Refere-se à contribuição especial de seguridade social rural de 2,3% sobre a receita bruta.

³ Refere-se à 10% do COE.

⁴ Refere-se à taxa de juros de 8,75% a.a sobre 50% do COE durante o ciclo de produção.

⁵ Refere-se à taxa de juros de 12% a.a sobre o capital médio investido (R\$ 72.026,28) na atividade, durante o ciclo de produção.

⁶ Refere-se ao valor médio do arrendamento da área na região de estudo.

Fonte: Dados do projeto.

No item arração e manejos a quantidade de horas homem relacionadas aos manejos na Tabela 07, de 120 horas, correspondem a 1 hora diária de trabalho durante os 120 dias do ciclo.

O insumo catarinense tem um valor menor de R\$ 1,03/kg, pois o produtor mistura farelo de arroz e outros ingredientes de preço considerado baixo, a fim de diminuir o custo com a ração fornecida aos peixes durante a engorda.

Devido ao produtor não possuir funcionários não é acrescido ao COT o valor referente aos encargos sociais sobre a mão-de-obra.

A remuneração da terra por ciclo (R\$ 2.800,00) corresponde a 4 meses do valor médio do arrendamento de terras na região em que a propriedade está localizada. Este valor não é efetivamente descontado pelo produtor, pois ele mesmo é o proprietário da terra. Porém, para fins de cálculo esse deve ser o posicionamento.

O produtor catarinense não realiza entrega dos lotes despescados, deste modo não é computado o gasto com utilitário e combustível. A própria beneficiadora faz a compra integral do lote despescado e tem o dever de transportar os peixes abatidos até a fábrica.

Tabela 7 – Custo de produção por ciclo em Camboriú, SC.

Descrição	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra manual				
Arração e manejos	HH	120	6,18	1.483,20
Insumos*				
Ração extrusada	Kg	2.940	1,03	3.028,20
Cal	Kg	1445,90	0,35	506,07
Custo Operacional Efetivo (COE)				5.017,47
Depreciação (equipamentos)				1.058,15
Encargos sociais ¹ (40% da M.O)				-
CESSR ²				941,85
Despesas Gerais ³				587,07
Encargos Financeiros				256,81
Custo Operacional Total (COT)				7.861,35
Remuneração ao investimento ⁴				2.188,81
Remuneração da terra				2.800,00
Custo Total de Produção (CTP)				12.850,16

¹ Refere-se à mão-de-obra (40%).

² Refere-se à contribuição especial de seguridade social rural de 2,3% sobre a receita bruta.

³ Refere-se à 10% do COE.

⁴ Refere-se à taxa de juros de 8,75% a.a sobre 50% do COE durante o ciclo de produção.

⁵ Refere-se à taxa de juros de 12% a.a sobre o capital médio investido (R\$ 18.240,11) na atividade, durante o ciclo de produção.

⁶ Refere-se ao valor médio do arrendamento da área na região de estudo.

Fonte: Dados do projeto.

3.3. Fluxo de caixa e Indicadores de lucratividade

As tabelas 8 a 11, representando os fluxos de caixa das duas pisciculturas estudadas.

Tabela 8 – Fluxo de caixa Mato Grosso do Sul.

Fluxo de caixa MS		
Valor	R\$	Saldo
venda		
0	-R\$ 144.052,57	-R\$ 144.052,57
1	R\$ 50.032,56	-R\$ 94.020,01
2	R\$ 50.032,56	-R\$ 43.987,45
3	R\$ 50.032,56	R\$ 6.045,11
4	R\$ 50.032,56	R\$ 56.077,67
5	R\$ 50.032,56	R\$ 106.110,23
6	R\$ 50.032,56	R\$ 156.142,79
7	R\$ 50.032,56	R\$ 206.175,35
8	R\$ 50.032,56	R\$ 256.207,91
9	R\$ 50.032,56	R\$ 306.240,47
10	R\$ 50.032,56	R\$ 356.273,03
TIR	26%	
VPL 12%	138.642,55	

Fonte: Autor

O cenário referente ao fluxo de caixa (Tabela 8) demonstra se os recursos disponíveis do lucro operacional ano (R\$50.032,56), correspondente ao rendimento que a operação do empreendimento gera após subtrair as despesas, estão sendo suficientes para cobrir os custos com investimento inicial para implantação (R\$ - 144.052,57). Observa-se que os investimentos iniciais foram quitados no terceiro para o quarto ano de empreendimento. Ao comparar a taxa interna de retorno (TIR) de 26% do empreendimento com a taxa mínima de atratividade (TMA) de 12% ao ano proposta para o estudo, observou-se que o empreendimento aquícola no estado do Mato Grosso do Sul foi promissor. O índice de lucratividade (Tabela 9) de 28,36% demonstrou o potencial do empreendimento em gerar lucros.

Tabela 9 – Indicadores de lucratividade Mato Grosso do Sul.

Fluxo de Caixa	MS	FÓRMULAS
Condição	MS	
Receita Bruta (R\$)	176.400,00	
Lucro operacional (R\$)	50.032,56	RB-COT
Margem bruta (%)	39,59	(LO/CTP)*100
Índice de lucratividade (IL) (%)	28,36	(LO/RB)*100
Ponto de nivelamento MI (PN)	526,53	CTP/PREÇO

Fonte: Autor

A receita bruta alcançada de 176.400,00 (Tabela 9) refere-se ao faturamento obtido através da venda como isca-viva pelo preço proposto de R\$ 240,00 por mil peixes adultos de 7 a 9 cm e 8g. Sendo que o ponto de nivelamento do empreendimento foi produzir pelo menos 526,53 unidades de milheiro e vendê-los ao preço analisado pelo estudo para que pague os custos.

O fluxo de caixa obtido na Tabela 10 demonstra o custo inicial obtido com a implantação da piscicultura (R\$ -36.480,23) e seu lucro operacional durante 10 anos de produção. Após 4 anos, gerando um lucro operacional ano de R\$ 9.316,17, o empreendimento paga os custos referentes a implantação inicial e começa a gerar lucro. O VPL é analisado por meio da diferença entre as entradas e saídas do caixa, quando o VPL é maior que zero significa que o investimento é positivo, e gera retorno econômico. Com isso sua taxa interna de retorno (TIR) é de 12% comparando com a taxa mínima de atratividade (TMA) sugerida para o projeto de 12%, observa-se que o empreendimento gerou lucro, e, economicamente viável. Porém, necessita de cuidados durante o ciclo de produção para que os índices produtivos não diminuam e gerem uma taxa interna de retorno menor que 12%.

Tabela 10 – Fluxo de caixa Santa Catarina.

Fluxo de caixa SC		
Valor	R\$	Saldo
venda		
0	-R\$ 36.480,23	-R\$ 36.480,23
1	R\$ 9.316,17	-R\$ 27.164,06
2	R\$ 9.316,17	-R\$ 17.847,89
3	R\$ 9.316,17	-R\$ 8.531,72
4	R\$ 9.316,17	R\$ 784,45
5	R\$ 9.316,17	R\$ 10.100,62
6	R\$ 9.316,17	R\$ 19.416,79
7	R\$ 9.316,17	R\$ 28.732,96
8	R\$ 9.316,17	R\$ 38.049,13
9	R\$ 9.316,17	R\$ 47.365,30
10	R\$ 9.316,17	R\$ 56.681,47
TIR	12%	
VPL 12%	16.158,21	

Fonte: Autor

A receita bruta obtida na produção da piscicultura em Camboriú-SC foi de R\$47.250,00 (Tabela 11). O lucro operacional gerado de R\$ 9.316,17 foi produzido exclusivamente pelas operações da piscicultura descontando as despesas. O empreendimento apresentou índice de lucratividade de 19,72%, sendo esse seu potencial para gerar lucro a partir das suas atividades operacionais.

Tabela 11 – Indicadores de lucratividade Santa Catarina.

Fluxo de Caixa	FÓRMULAS	
Condição	SC	
Receita Bruta (R\$)	47.250,00	
Lucro operacional (R\$)	9.316,17	RB-COT
Margem bruta (%)	24,56	(LO/CTP)*100
Índice de lucratividade (IL) (%)	19,72	(LO/RB)*100
Ponto de nivelamento (PN)	5.057,84	CTP/PREÇO

Fonte: Autor

3.4. Ponto de nivelamento

Para determinar um indicador de custo em questão de unidades produzidas foi utilizado o Ponto de Nivelamento (PN), que determina qual é a quantidade mínima necessária a ser produzida por quilograma, no caso de Santa Catarina, e por milheiro, no caso de Mato Grosso do Sul, para assim cobrir os custos em relação ao preço de venda praticado. Para o caso do cultivo no município de Camboriú-SC, é necessário produzir 5.057,84 kg e comercializar ao preço proposto para venda de R\$ 7,50/kg para cobrir os custos fixos (Tabela 11). Na piscicultura do Município de Terenos-MS é necessário produzir 526,53 unidades de milheiro praticando o preço proposto de venda (R\$ 240,00/unidade) para que a atividade se mostre financeiramente viável (Tabela 9). Ou seja, para que pague todos os custos provenientes da operação. Qualquer número de produção superior ao PN* (ponto de nivelamento) é considerado lucro para o produtor e inferior resultará em prejuízo.

*PN = CTP (custo total de produção) /PREÇO (preço unitário de venda do milheiro)

ou

*PN= CTP (custo total de produção) /PREÇO (preço unitário de venda do quilo)

Os resultados obtidos após análise econômica dos empreendimentos demonstraram que o cultivo do lambari em Terenos-MS, comercializado como isca-viva, gerou uma receita de R\$ 12,60/m²/ano ao empreendedor. Segundo Sussel

(2018) no caso dos produtores que atuam exclusivamente no mercado de iscas vivas, produzindo no sistema de tanques escavados, com 3 ciclos por ano, densidade padrão de 50 animais/m², custo de produção ao redor de R\$ 60,00 o milheiro e preço de venda ao intermediário por R\$ 160,00, a espécie tem proporcionado uma receita líquida ao redor de R\$ 15,00 /m²/ano.

Diferentemente, o cultivo do lambari para abate gerou somente R\$ 2,36/m²/ano ao piscicultor no município de Camboriú-SC.

Uma produção de pacus ou tilápias proporciona (em ambos os casos, considerando apenas os custos operacionais) uma receita de R\$ 4,00/m²/ano ao empreendedor/piscicultor (Sussel, 2018).

Vale salientar que o produtor catarinense, por não ter funcionários, seu valor com mão-de-obra apresentado no custo de produção (R\$ 1.843,20) por ciclo, traz um incremento na renda por ano de R\$ 5.529,60 ao ser somado com o valor encontrado como lucro operacional total ano (R\$ 9.316,17), totalizando R\$ 14.845,77 que pode ser visto como lucro líquido.

A produção sul mato grossense apresentou índice de lucratividade de 28,36%, superior ao encontrado por SABBAG et al. (2011) de 18,65% em análise realizada com custos e viabilidade econômica da produção de lambari-do-rabo-amarelo em Monte Castelo/SP.

Porém o índice de lucratividade de 18,65% do trabalho realizado por SABBAG et al. (2011) fica próximo do encontrado para produção voltada para o abate do lambari em Camboriú-SC, que é de 19,72%. Os seja, os índices de lucratividade da atividade voltada para abate e beneficiamento do peixe no estado Catarinense podem estar próximos aos de uma produção com intuito de comercialização como isca-viva no estado de São Paulo. Ao analisar os dois estudos ficam evidentes as características semelhantes das pisciculturas de cunho familiar.

As análises econômicas demonstraram que a piscicultura localizada no Mato Grosso do Sul voltada para produção e posterior comercialização do lambari como isca-viva demonstrou ser um empreendimento mais rentável, alcançando uma TIR de 26%.

Ao compará-la com a TMA proposta para o projeto de 12% demonstra que a produção para venda do peixe vivo é um empreendimento economicamente promissor, capaz de gerar retornos considerados atrativos ao investidor.

A produção catarinense para abate e beneficiamento do pescado apresentou uma TIR de 12%. Ao compará-la com a taxa mínima de atratividade de 12% proposta para o estudo, o empreendimento se mostra rentável, porém deve-se analisar se o produtor consegue atingir com frequência tais índices produtivos da piscicultura, como também se consegue realizar a venda integral do lote despescado pelo preço mínimo de R\$ 7,50/kg.

Caso tais índices de lucratividade sejam inferiores ao analisado pelo estudo, o produtor corre o risco de sua taxa interna de retorno ser inferior aos 12% analisados no estudo. Consequentemente, a TIR ficaria inferior aos 12% da TMA proposta pelo estudo, resultando então em um empreendimento que pode até gerar lucros, mas com risco alto ao investidor.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise econômica das produções conclui-se que estas são economicamente viáveis e apresentam lucratividade. Porém, a piscicultura localizada no estado do Mato Grosso do Sul foi considerada um empreendimento mais rentável com taxa interna de retorno (TIR) de 26% ao comercializar o lambari como isca-viva. O que pode ser explicado através do seu valor agregado e alta demanda por iscas pelos pescadores esportivos. O empreendimento aquícola catarinense apresentou TIR de 12% demonstrando que a produção e comercialização destinada para abate e beneficiamento é lucrativa na região, devido à indústria de beneficiamento realizar a compra integral dos peixes cultivados ao valor de R\$ 6,50/kg, além de possuir mecanização específica para espécie, agregada a demanda pelo produto final no mercado consumidor de bares, restaurantes e supermercados. Porém, o piscicultor catarinense necessita de cuidados durante o cultivo para não diminuir os índices de produtividade da piscicultura, pois caso apresente TIR inferior a taxa mínima de atratividade (TMA) de 12%, proposta para comparação no trabalho, o empreendimento pode se tornar vulnerável e de risco ao empreendedor de Santa Catarina.

REFERÊNCIAS

Castilho de Barros, L., Almeida, F.H., Henriques, M.B. et al. Economic evaluation of the commercial production between Brazilian samphire and whiteleg shrimp in an aquaponics system. *Aquacult. Int.* (2018) 26: 1187. <https://doi.org/10.1007/s10499-018-0277-8>

LUCENA, C. A. S. de, SOARES, H. G. 2016. REVIEW OF SPECIES OF THE *Astyanax bimaculatus* “caudal peduncle spot” subgroup sensu Garutti & Langeani (Characiformes, Characidae) from the Rio La Plata and Rio Sao Francisco drainages and coastal systems of southern Brazil and Uruguay. *Zootaxa*. 4072(1): pág.101-125. *Informações econômicas*, São Paulo, 36(8): 5-25.

MARTIN, B. N.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ANGELO A. J.; OKAWA, H.; Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 28, p. 7-28, 1998.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.E.N. de; DULLEY, R.D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I.A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v.23, n.1, p.123-139, 1976.

PEIXE BR. Associação Brasileira de Piscicultura. Anuário PeixeBR da Piscicultura. 18p. 2018. Disponível para download em <https://www.peixebr.com.br/anuario-peixe-br-da-piscicultura-2018>

PORTO-FORESTI, F.; CASTILHO-ALMEIDA, R.B.; SENHORINI, J.A.; FORESTI, F. Biologia e criação do lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*). Espécies nativas para piscicultura no Brasil. (Baldisserotto, B. & Gomes, L.C. ed), 2º ed, p 101-115. UFSM, Santa Maria, RS, BRASIL, 2010.

SABBAG, O. J.; TAKAHASHI S. L.; SILVEIRA N. A. ; ARANHA S. A. Custos e viabilidade econômica da produção de lambari-do-rabo amarelo em Monte Castelo/SP: um estudo de caso. *Boletim do Instituto de Pesca*. São Paulo: Inst Pesca, v. 37, n. 3, p. 307-315, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/9586>>.

SANCHES E. G.; SECKENDORFF V. W.R.; HENRIQUES B. M.; FAGUNDES L.; SEBASTIANI F. E. Viabilidade econômica do cultivo do bijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistema offshore. *Informações econômicas*, V.38, n.12 dezembro 2008.

SILVA N.J, Lopes M.C, Fernandes J.B.K, Henriques M.B, Caracterização dos sistemas de criação e da cadeia produtiva do lambari no estado de São Paulo, Brasil. São Paulo, 2011 pág. 18-26.

SUSSEL, F.R. 2012. Fontes e níveis de proteína na alimentação do lambari-do-rabo-amarelo: desempenho produtivo e análise econômica. (Tese de Doutorado. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo). Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-18032013-13324.php>> Acesso: 20/10/2018.

SUSSEL, Fábio Rosa. Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Secretaria de agricultura e abastecimento, cachoeira das emas, curso de reprodução induzida e técnicas de cultivo do lambari: Produção de lambari. 2015. Disponível em: <<http://www.pesca.sp.gov.br/destaque>> acesso em 01/11/2018

Sussel, F. R. Coluna: Lambaricultura, consolidando-se na aquicultura brasileira. Atualidades e tendências na aquicultura. AQUACULTURE BRASIL Ed. 11 março/abril 2018.

PROCESSAMENTO DE PESCADO DE DIFERENTES ESPÉCIES COMO ALTERNATIVA PARA AGRICULTURA FAMILIAR

Woshington Rocha Gervaz¹, Antônio Fernando Leonardo, Rafael Vilhena Neto, Ana Eliza Baccarin, Dariane Beatriz Schoffen Enke, Thais da Silva Oliveira

RESUMO

O objetivo deste trabalho consistiu na avaliação dos rendimentos de carcaça, filé e resíduos do processamento da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) e do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com peso médio de $0,611 \pm 0,32$ g e $0,812 \pm 0,01$ Kg, respectivamente, produzidos em viveiros escavados em pisciculturas familiares na região do Vale do Ribeira, estado de São Paulo. Utilizaram-se 50 peixes de cada espécie, alimentados com ração contendo 28% de proteína bruta e 3000 kcal/kg de energia bruta. Ao final do período de criação (7 meses), os peixes foram previamente depurados por 24 horas, em seguida foram submetidos a choque térmico para insensibilização e abate, pesados, medidos, eviscerados e filetados manualmente. Realizaram-se cortes de filé, pele e resíduos (espinha, cabeça, nadadeiras e vísceras) para verificação do rendimento de processamento. Verificaram-se rendimento de carcaça de 93,3 e 87,4% e filé sem pele de 43,2 e 31,05% para pacu e tilápia.

Palavras-chave: filetagem, pacu, processamento de pescados, tilápia.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the yields of carcass, fillet and processing residues of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and pacu (*Piaractus mesopotamicus*) with a mean weight of 0.611 ± 0.32 g and 0.812 ± 0.01 kg, respectively, produced in ponds of land in family farms in the region of Vale do Ribeira, state of São Paulo. At the end of the experimental period (7 months), fifty fish of each species were fed with feed containing 28% crude protein and 3000 kcal / kg crude energy. The fish were previously cleaned for 24 hours and then subjected to thermal shocks, weighed, measured, eviscerated and manually filleted. Cuttings of fillet, skin and residues (spine, head, fins and viscera) were made. Carcass yield of 93.3 and 87.4% and skinless fillet of 43.2 and 31.05% were found for pacu and tilapia.

Key words: filleting, pacu, fish processing, tilapia.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a agricultura familiar no Brasil vem sendo objeto de estudo e de amplo debate. De acordo com Castro et al. (2005), a agricultura familiar possui três definições a “Agricultura familiar consolidada, em transição e periférica”. A agricultura familiar consolidada é constituída por unidades de produção familiar, integradas ao mercado consumidor e com acesso a inovações tecnológicas e a políticas públicas. A de transição é constituída por unidades de produção familiar com

¹ Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP). woshington@gmail.com, rafael.vilhena@unesp.br, tsilva.engpesca@gmail.com. Bolsista CNPQ.

acesso apenas parcial aos circuitos da inovação tecnológica e ao mercado, sem acesso à maioria das políticas e programas governamentais, mas não estão consolidadas como empresas, (CASTRO *et al.*, 2005).

A produção brasileira de peixes, advindos da piscicultura, no ano de 2018, foi de 722 mil toneladas, tendo crescido 4,5% segundo o Anuário de Piscicultura da Associação Brasileira de Piscicultura (Peixe Br) – 2019. Ainda, segundo o mesmo Anuário, o Brasil em 2018, produziu 400 mil toneladas de tilápia, colocando o país entre os quatro maiores produtores do mundo. O Estado de São Paulo está em segundo lugar com uma produção de 69.500 toneladas em 2018.

Silva *et al.*, (2012) relatam que, existe uma grande lacuna de informações de projetos de rentabilidade e viabilidade econômica para espécies nativas que também apresentam potencial produtivo, como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), jundiá (*Rhamdia sp.*), surubim (*Pseudoplatystoma sp.*), entre outras não exóticas.

A piscicultura praticada em pequenas propriedades rurais se caracteriza como uma alternativa econômica que gera emprego e renda no meio rural. Uma das formas de agregar valor é colocar o peixe produzido pela agricultura familiar na merenda escolar, mas para que isso ocorra temos que conhecer qual espécie se adapta melhor ao sistema de criação proposto para região Sul do Estado de São Paulo. Sendo necessário conhecer o custo de produção e, principalmente, as características corporais dos peixes produzidos, para que possamos desenvolver produtos a partir dos subprodutos oriundos da filetagem (carcaça, vísceras, cabeça e pele).

Conhecer as partes comestíveis de um peixe é um dos passos mais importantes para selecionar seu potencial de mercado, a procura por filés ou produtos mecanicamente processados já é uma realidade nas escolas, hospitais, restaurantes e empresas etc. Segundo Maghelly *et al.* (2012), estabelecer índices e correlações entre características morfométricas de peixes é de grande importância para subsidiar estudos de seleção e de melhoramento genético das espécies, tais como os realizados com salmonídeos, ciprinídeos e ciclídeos.

Diante do contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os rendimentos de carcaça, filé e resíduos do processamento da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) e do pacu (*P. mesopotamicus*) com peso médio de $0,611 \pm 0,32$ g e $0,812 \pm 0,01$ kg, respectivamente, produzidos em viveiros escavados em pisciculturas familiares na região do Vale do Ribeira, estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Delimitação experimental

O presente trabalho foi conduzido de 01 de outubro de 2013 a 01 março 2014 no setor de Piscicultura da Agencia Paulista de Tecnologia e Agronegócios (APTA) Polo Regional de Pariquera-Açu, pertencentes ao Vale do Ribeira região sul do Estado de São Paulo. Foram utilizados dois viveiros escavados com 600m² de lâmina d'água com profundidade média de 1,50 cm.

Os viveiros avaliados apresentavam abastecimento individual, com água de represas de abastecimento, e escoamento por sistema de monge. Antes de iniciar o ciclo produtivo os viveiros foram mantidos secos por cinco dias, realizando a calagem com calcário dolomítico (MgCO₃) na quantidade de 30 g m⁻². Para Adubação foram utilizados 9,0 kg de P₂O₅ (superfosfato simples) ha⁻¹ e 9,0 kg N(uréia) ha⁻¹, renovando-se a adubação uma vez ao mês, segundo Boyd (1990).

Foram utilizados 600 alevinos de tilápia-do-Nilo e 300 alevinos de pacu com peso médio inicial de 11,0 ± 3,0g e 6,0 ± 2,0g, nas densidades de estocagem de um peixe m⁻² e 0,5 peixes m⁻², respectivamente.

Durante todo o período experimental os animais foram alimentados com dieta comercial contendo 28% de proteína bruta (PB), 3.000 kcal kg⁻¹ de energia digestível e 0,6% de fósforo total. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, durante sete dias por semana, com correção da quantidade fornecida através de biometrias mensais.

Desempenho produtivo

O desempenho produtivo de cada tanque foi avaliado durante o experimento através de biometrias mensais, com acompanhamento do ganho de peso, utilizando balança de precisão (0,1g), com amostragem de 10% dos exemplares de cada viveiro. Ao final do período de criação 50 peixes de cada espécie passaram por depuração durante 24 horas em um tanque de concreto com fluxo contínuo de água, em seguida foram insensibilizados através de hipotermia (gelo:água), abatidos por anóxia, pesados e medidos utilizando balança de precisão (0,1g) e paquímetro digital (precisão de 0,1mm).

Após serem abatidos e aferidas as medidas corporais (Tabela 1), os peixes foram higienizados em água clorada (0,05 ppm) e processados para obtenção dos pesos corporais (Tabela 2).

Tabela 9 **Medidas corporais aferidas após o abate**

Comprimento total	Comprimento entre a extremidade anterior da cabeça e o final da nadadeira caudal
Comprimento da cabeça	Comprimento entre a extremidade anterior da cabeça e a borda caudal do opérculo
Altura do corpo	Medida à frente do primeiro raio da nadadeira dorsal
Largura do corpo	Tomada na altura da base do primeiro raio da nadadeira dorsal
Peso do corpo	Obtido por exemplares inteiros
Peso eviscerado	Peso total menos o peso das vísceras

Tabela 10 **Pesos corporais aferidos após o abate**

Peso do filé	musculatura sem ossos e pele, obtida em dois cortes laterais
Peso da pele + espinha	Pele retirada com faca, a partir de corte oblíquo aos filés + Carcaça sem cabeça, filés e músculos abdominais
Peso da cabeça + nadadeira	Cortada na junção com a coluna vertebral, sem as brânquias + Peso de todas as nadadeiras dorsais exceto a caudal
Peso das vísceras	Peso das vísceras + gônadas+ brânquias

Quinzenalmente foram efetuadas medidas do oxigênio dissolvido ($6,53 \text{ mg l}^{-1} \pm 0,20$), do pH ($6,66 \pm 0,20$), alcalinidade total ($34,92 \text{ mg Ca CO}_3 \text{ l}^{-1} \pm 6,4$), transparência ($37,0 \text{ cm} \pm 6,6$) e temperatura da água ($24,6^\circ\text{C} \pm 3,9$), mantendo-se dentro do recomendado na legislação CONAMA 357/2005.

Avaliação econômica

Durante o período experimental, para avaliação econômica, foi levado em conta os custos: custo operacional total (COT), custo com ração (CR), mão de obra na alimentação, despesa e biometria (MO), custo com alevinos (CA), depreciação (DP) e receita líquida (RL), utilizando o método de Barros et al., (2010).

A estrutura do custo de produção utilizada nesta pesquisa foi baseada em Scorvo Filho et al., (2004), considerando os seguintes componentes:

a) Custo Operacional Efetivo (COE): constitui o somatório dos custos com a utilização e mão de obra e com os insumos utilizados na piscicultura (alevinos, calagem, adubação, ração) sendo, portanto, o dispêndio efetivo (desembolso) para a produção das tilápias.

b) Custo Operacional Total (COT): resulta no somatório do COE e dos custos indiretos monetários ou não monetários, tais como:

- Depreciação dos viveiros e outros equipamentos;
- Encargo direto sobre o custo com as horas gastas com a mão de obra permanente. Considerado um acréscimo de 45% sobre o valor nominal do salário.
- CESSR – Contribuição Especial da Seguridade Social Rural de 2,3% sobre a receita bruta.

A depreciação dos bens duráveis, diretamente empregados na produção, foi calculada pelo método linear, isto é, pela desvalorização durante a vida útil do equipamento, a uma cota constante. O valor final do bem, ou seja, a remuneração obtida pela venda do equipamento após sua vida útil foi considerada zero ou próxima a este (valor de sucata).

A rentabilidade da criação foi analisada levando-se em conta os seguintes índices:

- Receita Bruta: é a receita obtida com a venda da produção;
- Receita Líquida: é a diferença entre a RB e o COE (desembolso);
- Margem Bruta (do COT) é a relação entre Receita Líquida e o COT;
- MB (COT) = $\{(RB - COE)/COE\} \times 100$.

Avaliação dos dados coletados

Os dados obtidos passaram por análises descritivas, uma vez que as espécies foram produzidas sob diferentes condições e, portanto, sem delineamento estatístico definido previamente o que impossibilita uma análise inferencial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho produtivo

Os animais, tanto tilápias como pacus, apresentaram bom desempenho zootécnico criados em viveiros escavados na região do Vale do Ribeira utilizando ração comercial 28% proteína bruta durante todo ciclo de produção (Figura 1).

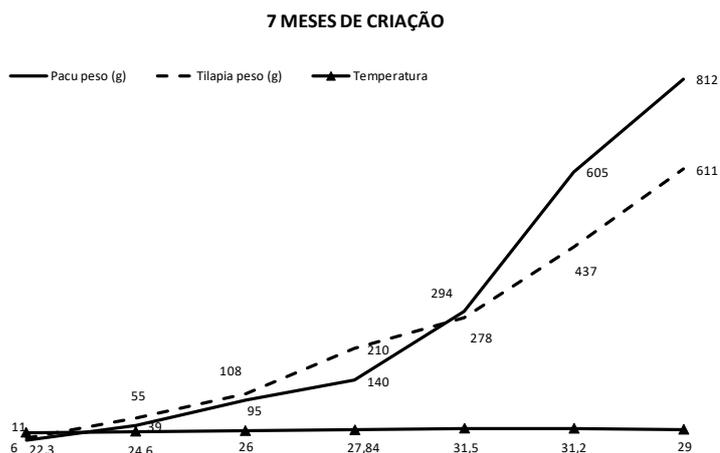


Figura 37 Evolução do peso final em relação ao aumento de temperatura da água dos viveiros escavados.

Em relação ao peso final e ganho de peso os pacus apresentaram valores superiores ($0,812 \pm 0,12g$) quando comparado com o desempenho das tilápias ($0,611 \pm 0,32$), atribuímos essa diferença aos parâmetros fisiológicos, metabólicos e densidade populacional nos viveiros escavados. Segundo Filho et al. (2014) os organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmico, limitações de temperatura para migração, desova e incubação dos ovos. Isto é, cada espécie possui sua zona de conforto, sendo, portanto, fundamental seu conhecimento, além de selecionar espécies capazes de manifestarem todo seu potencial genético e, com isso, proporcionarem maior produtividade.

No presente trabalho os pacus demonstraram um aumento na velocidade de crescimento na medida que a temperatura da água dos viveiros aumentava, mantendo a média de $30,5 \pm 1,3$ °C nos meses de janeiro e fevereiro. Esses mesmos resultados foram obtidos Dias-Koberstein et al (2004), estudando *P. mesopotamicus* em diferentes temperaturas o autor concluiu que temperaturas acima de 27°C melhoram os índices de absorção de alimento refletindo em maior peso final do lote. Piedras et al. (2006) observaram em seus estudos com *Clarias gariepinus* que na temperatura corpórea ideal, o alimento consegue ser melhor aproveitado, possibilitando a liberação de energia necessária para o crescimento. Justi et al. (2005), estudaram o efeito da temperatura da água sobre o desempenho e perfil de ácidos graxos de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), concluiu que a temperatura para bom desempenho zootécnico está na faixa de conforto térmico de 29 a 32°C.

No presente trabalho o conforto térmico não foi o problema que ocasionou um peso final inferior nas tilápias, entretanto a densidade populacional pode ter influenciado no desenvolvimento corroborando com trabalho de Silva et al. (1997) quando testaram a criação de pacu em viveiros escavados na densidade populacional 0,5 pacus m² e 1 pacu m² concluíram que o aumento da densidade foi inversamente proporcional resultado em menor peso final. Entretanto em relação ao comprimento total as tilápias são maiores como podemos observar na tabela 1.

Durante este trabalho, os valores do fator de condição (K) foram diferentes para cada espécie estudada, sendo que para tilápias foi de 3,3 bem superior ao trabalho de Araújo et al. (2010), com tilápias em tanques redes em viveiros circulares e para tambaqui foi de 3,5 corroborando com trabalho de Filho (2008) com tambaquis em diferentes densidades de estocagem obtendo valores de 3,4 a 3,8.

A sobrevivência final foi abaixo do preconizado nos trabalhos científicos realizados na região do Vale do Ribeira e outras regiões do Estado de São Paulo, para o presente estudo, as tilápias e pacus, em viveiros escavados, apresentaram 86,7% e 75,0%, respectivamente. Estes valores estão bem abaixo do preconizado Baccarin et al. (2009) trabalhando em comunidades Quilombolas do município de Eldorado (Vale do Ribeira) com a criação de tilápias em viveiros escavados obtendo a sobrevivência média de 90,89%. FurlaNetto et al. (2009) avaliando a criação de pacus em bicultivo (pacu + piau açu) na região Assis SP, obteve uma sobrevivência média de 90%. Segundo Leonardo et al. (2009) o Vale do Ribeira concentra a maior área contínua de Mata Atlântica do país; portanto, a presença de aves e mamíferos voadores de hábito diurno e noturno próximos aos viveiros é constante, o que provavelmente contribuiu para a baixa sobrevivência devido à predação influenciando diretamente na biomassa final.

Para as medidas morfométricas, foram observados valores diferentes para as espécies (Tabela 3).

Tabela 11 Valores médios e desvios padrão das variáveis de comprimento e razões morfométricas e variáveis de rendimento de tilápias e pacus criados em viveiros escavados na região do Vale do Ribeira

Variáveis morfométricas		
Variáveis	Tilápias	Pacus
Comprimento total (cm)	28,7±2,4	27,1±1,8
Comprimento da cabeça (cm)	7,13±0,004	8,36±0,003
Altura da cabeça (mm)	106,0±2,4	72,6±2,4
Altura do corpo (mm)	131,0±2,4	97,6±75
Largura do corpo (mm)	39,8±2,4	45,9±2,4
Variáveis de rendimento		

Variáveis	Tilápias	Pacus
Peso do Filé (g)	0,190 ± 0,04	0,351 ± 0,08
Peso da (Pele + Espinha) (g)	0,169 ± 0,04	0,267 ± 0,06
Peso da Cabeça + Nadadeira(g)	0,175 ± 0,03	0,142 ± 0,03
Peso das Visceras (g)	0,077 ± 0,05	0,052 ± 0,03
Porcentagem (Pele + Espinha) (%)	27,66 ± 0,08	32,88 ± 0,05
Porcentagem da Cabeça + Nadadeira (%)	28,64 ± 0,02	17,49 ± 0,03
Porcentagem das Visceras (%)	12,60 ± 0,05	6,40 ± 0,07
Rendimento do Filé (%)	31,10 ± 0,06	43,23 ± 0,04
Rendimento de Carcaça (%)	87,3 ± 0,04	93,6 ± 0,02

Em relação ao rendimento de carcaça, a tilápia apresentou 87,3% sendo inferior aos resultados obtidos por Correa et al. (2013) estudando o robalo peva *Centropomus parallelus* oriundos de água doce com 88,74% e salgada 89,44%, entretanto quando comparamos com outras espécies o rendimento da tilápias foi superior Maghelly et al. (2012) com 82% com surivi, Fernandes et al.(2010) com 82,6% a 83,3% para tambaquis.

Em relação a porcentagem de vísceras da tilápia (12,60%), observamos proximidade dos valores ao trabalho de Ribeiro e Miranda (1997) trabalhando com surubim de 9,33 a 12,43%, já para o pacu (6,32%), os valores apresentados no presente trabalho estão abaixo dos valores de porcentagem visceral de surivi de 7,65 a 8,39%, Maghelly et al. (2012), para jundiá de 7,80 a 9,97%, Caneiro et al. (2004). Não foi separado a gordura presente na cavidade celomática, contudo no processamento dos peixes, foi visível que as tilápias apresentavam maior proporção de gordura visceral.

Atribuímos este fato a fase de vida dos peixes em relação a velocidade de metabolismo e processos fisiológicos como crescimento, maturação gonadal, entre outras características, as tilápias com aproximadamente 600 gramas já são consideradas adultas do ponto de vista reprodutivo e pacus com aproximadamente 800 gramas ainda estão em fase de desenvolvimento, só se tornando adultos com idade acima de dois anos.

Em relação ao rendimento de filé a tilápia apresentou 31,1% o pacu 43,1%. Os valores para tilápia estão dentro dos preconizados pela literatura, entretanto os valores de filé para pacu demonstraram uma superioridade de 11 a 12% quando comparado com tambaqui (tabela 4). Os resíduos do processamento do pacu 56,77% e da tilápia 68,90%.

Tabela 12: Valores de rendimento de filé de diferentes espécies criadas na piscicultura brasileira

Espécie	Rendimento de filé (%)
Tilápia-do-Nilo <i>Oreochromis niloticus</i>	32,2

Cascudo <i>Hypostomus commersonii</i>	20,92 - 21,60
Tilápia-do-Nilo <i>Oreochromis niloticus</i>	32,7
Tilápia-do-Nilo <i>Oreochromis niloticus</i>	32,15 - 40,39
Piracanjuba <i>Brycon orbignyanus</i>	40
Traíra <i>Hoplias malabaricus</i>	44
Matrinxã <i>Brycon cephalus</i>	36 - 38
Pacu <i>Piaractus mesopotamicus</i>	46,73
Jundiá <i>Rhamdia quelen</i>	29 - 35
Pintado <i>Pseudoplatystoma corruscan</i>	33 -35
Curimbatá <i>Prochilodus lineatus</i>	40 – 46
Tambaqui <i>Colossoma macropomum</i>	31 - 32
Robalo peva <i>Centropomus parallelus</i>	44

Contreras-Guzmán (1994), Santos et al. (1995), Souza (1996), Macedo-Viegas et al. (1997), Santa Maria e Antunes, (1999), Santos et al. (2001), Gomieiro et al. (2003), Faria et al. (2003), Carneiro et al. (2004), Frascá-Scorvo et al. (2008), Machado e Foresti (2009), Fernandes et al. (2010) Correa et al. (2013).

Avaliação econômica

O custo de produção por kg de peixe produzido ao longo deste trabalho houve diferença entre as espécies, R\$ 3,45/kg da tilápia e R\$ 3,18/kg o pacu. Verificou-se que o COT médio para a criação de tilápias foi de R\$ 919,63 sendo influenciado pelo CR de 78,67% e MO que representou 7,98%, totalizando uma RL média de R\$ 518,33.

Tabela 13: Avaliação econômica da criação de tilápia e pacu em sistema de viveiros escavados na região do Vale do Ribeira

	Tilápia	Pacu
Área do viveiro (m ²)	600	600
Alevinos	600	300
Sobrevivência (%)	86,7%	75,0%
Peso médio (kg)	0,512	1,115
Biomassa Final (kg)	266,3	250,9
Preço de venda (R\$/kg)	5,00	6,00
Receita bruta (R\$)	1.331,71	1.505,25
Custos		
Ração (R\$)	656,25	584,44
%	71,4	73,3
Alevinos (R\$)	84,00	33,00
%	9,1	4,1
Mão de obra (R\$)	73,13	73,13
%	7,95	9,18
COE (R\$)	813,38	690,57
Depreciação (R\$)	43,00	43,00
Encargos + CESSR (R\$)	63,25	63,25
COT (R\$)	919,63	796,82
Receita líquida (R\$)	518,33	814,68
Margem bruta (%)	63,73	117,97
Custo do kg do peixe (R\$)	3,45	3,18

Aplicando a mesma metodologia para pacus o COT foi de R\$ 796,82 sendo influenciado pelo consumo de ração (73,3%) e mão-de-obra (9,18%), totalizando uma receita líquida de R\$ 814,67. Outro ponto que influenciou nos custos finais das duas espécies foi conversão alimentar aparente, as tilápias apresentaram conversão de 1,4 e o pacu 1,2.

CONCLUSÃO

Concluimos no presente trabalho que ambas as espécies demonstram grande potencial zootécnico, econômico e com bons rendimentos de processamento de pescado, assim sendo é uma fonte proteica animal com alto valor nutricional e comercial sendo uma alternativa para aumentar a renda do agricultor familiar.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Apoio Pesquisa do Estado de São Paulo processo 2012/14586-4, pelo auxílio financeiro para desenvolvimento deste projeto. Aos técnicos do setor de Piscicultura do Polo Regional do Vale do Ribeira, Benedito de Aguiar Martins e André Luís de Aguiar Martins pelo auxílio na execução do projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, G.S.; RODRIGUES, J.A.G.; DA SILVA, J W A.; FARIAS, W.R.L. Cultivo da tilápia do Nilo em tanques rede circulares em diferentes densidades de estocagem. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 428-434, May/June.2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA- PEIXE BR. 2019. **Anuário Brasileiro da Piscicultura**.
- BACCARIN, A. E. et al. Piscicultura em comunidade remanescente de quilombo: um estudo de caso. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 11, p. 42-47, nov. 2009.
- BARROS, A.F.; MARTINS, M.I.E.G; ABREU, J.S.; AMARAL, C,M,C. **Investimento com implantação e custo de produção em piscicultura no Estado de Mato Grosso**. Cáceres: Ed. UNEMAT 87 p. 2010
- BOYD, C.E. **Water Quality in Ponds for Aquaculture**. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, 482p. 1990.
- BRASIL. CONAMA. **Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Publicação DOU.: 18/03/2005. <http://www.mma.gov.br/port/conama>.

CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D.; BENDHACK, F.; IGNÁCIO, S.A. Processamento do jundiá *Rhamdia quelen*: rendimento de carcaça. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, 2(3): 11-17. 2004.

CASTRO, C.E.F.; BULISANI, E.A; PETTAN; K.B. CARBONELL. S.A.M.; MAIA, M.S.D. **Pontes para o Futuro** – COMSEPA. 1º Ed. Campinas, 149 p. 2005.

CONTRERAS-GUZMÁN, G.E. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Funep. 1994.

CORREA, C.F.; TACHIBANA, L.; LEONARDO, A.F.; BACCARIN, A.E. Rendimento de carcaça, composição do filé e análise sensorial do robalo-peva de rio e de mar. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 39(4): 401 – 410, 2013.

DIAS-KOBERSTEIN T.C.R; CARNEIRO D.J; URBINATI E.C. Comportamento alimentar de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, HOLMBERG, 1887) por meio das observações do tempo de retorno do apetite e do tempo de saciação dos peixes em duas temperaturas de cultivo. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 26:339-344. 2004

FARIA, R.H.S.; SOUZA, M.L.R.; WAGNER, P.M. Rendimento do processamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757) e do pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.25, n.1, p.21-24, 2003.

FERNANDES, T.R.C.; DORIA, C.R.C.; MENEZES, J.T.B. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. **Boletim do Instituto de Pesca**, 36(1): 45-52. 2010.

FILHO, A.S.M.; SOUZA, RA.L. Efeito da densidade de estocagem sobre o desenvolvimento do tambaqui, (*Colossoma macropomum*) (PISCES, CHARACIDAE) cultivado em tanque rede no reservatório da estação de piscicultura de castanhal-pa. XI seminário de iniciação científica da ufra e XII seminário de iniciação científica da embrapa amazônia oriental 2008.

FILHO, J.A.D. B; REBOUÇAS, P. M; LIMA, L.R; DIAS, I.F. Influência da oscilação térmica na água da piscicultura. **Jounal Animal Behav Biometerol**, v-2, n-2 p. 35-42. 2014.

FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; BACCARIN, A.E.; VIDOTTI, R.M.; ROMAGOSA, E.; SCORVO-FILHO, J.D.; AYROSA, L.M.S. Influência da densidade de estocagem e dos sistemas de criação intensivo e semi intensivo no rendimento de carcaça, na qualidade nutricional do filé e nas características organolépticas do pintado *Pseudoplatystoma corruscans*. **Boletim do Instituto de Pesca**, 34(4): 511–518. 2008.

FURLANETO, F.P. B.; ESPERANCINI, M. S. T.; BUENO, O. C.; AYROZA, L. M. S. Eficiência econômica do bicultivo de peixes em viveiros escavados na região

paulista do médio Paranapanema. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, n. 35, v. 2, p. 191-199, 2009.

GOMIEIRO, J.S.G.; RIBEIRO, P.A.P.; FERREIRA, M.W.; LOGATO, P.V.R. Rendimento de carcaça de peixe matrinxã (*Brycon cephalus*) nos diferentes cortes de cabeça. **Ciência e Agrotecnologia**, 27(1): 211-216. 2003.

Justi, K. C.; Padre, R. G.; Hayashi, C.; Soares, C. M.; Visentainer, J. V.; Souza, N. E.; Matsushita, M. Efeito da temperatura da água sobre desempenho e perfil de ácidos graxos de tilápia do Nilo graxos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Sci. Anim. Sci.** Maringá, v. 27, n. 4, p. 529-534, Oct./Dec., 2005.

MACEDO-VIEGAS, E.M. Estudo da carcaça de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em quatro categorias de peso. **Revista Unipar**, v. 19, n. 3, p. 863-870. 1997.

MACHADO, M.R.F. e FORESTI, F. Rendimento e composição química do filé de *Prochilodus lineatus* do rio Mogi Guaçu, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, 58(224): 663-670. 2009.

MAGHELLY, O.R.; HUERGO, G.M.; ZANIBONI FILHO, E.; ENKE, D.B.S. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS E RENDIMENTO CORPORAL DO SURUVI *Steindachneridion scriptum* AGRUPADOS POR SEXO. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, 40(3): 419 - 430, 2014. 2012.

PIEDRAS, S.R.N; MORAES, P.R; POUHEY, J.L.O.F. Desempenho de juvenis de catfish (*Ictalurus punctatus*) em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Agrociência**, 12:367-370. 2006.

RIBEIRO, L.P.; MIRANDA, M.O.T. Rendimentos de processamento do surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. In: MIRANDA, M.O.T. (Ed.) **Surubim**. Belo Horizonte: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais, 1997. p.101-111

SANTAMARIA, F. M.; ANTUNES, S. A. Coloração e rendimento do filé de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*, Valenciennes, 1849), (Pisces, Characidae) silvestre e criada em cativeiro. **Boletim do Instituto de Pesca**, 25: 27-30. 1999.

SANTOS, A.B. Estudo da carcaça do cascudo *Hypostomus commersonni* na região de Uruguaiana- RS/Brasil. In: ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3; ENCONTRO RIOGRANDENSE DE TÉCNICOS EM AQUICULTURA, 6, 1995, Ibirutubá. Anais... Porto Alegre: UFRGS, 1995. p.70-76. 1995.

SANTOS, A.B.; MELO, J.F.B.; LOPES, P.R.S.; MALGARIM, M.B. Composição química e rendimento do filé da traíra (*Hoplias malabaricus*). **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, 7/8(1): 140-150. 2001.

SCORVO FILHO, J. D. et al. Instrumentos para análise da competitividade na piscicultura. In: CYRINO, J. E. P. et al. (Eds.). Tópicos especiais em piscicultura de

água doce tropical intensiva. Jaboticabal: **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, 2004. p. 517-533.

SILVA, J.W.B.E; BERNARDINO, G; SILVA NOBRE, M.I.; FERRARI, V.A.; MENDONÇA, J.O.J. Cultivo de pacu *P. mesopotamicus* (Holmberg, 1887) em duas densidades de estocagem no nordeste do Brasil. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v.10, p 61-70. 1997.

SILVA, J. R. et al. Produção de pacu em tanques-rede no reservatório d de Itaipu, Brasil: retorno econômico. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 61, n. 234, p. 245-254, jun. 2012.

SOUZA, M.L.R. Efeito de sistema de aeração e densidade de estocagem sobre o desempenho e características de carcaça da tilápia do *Oreochromis niloticus* (Linnaeu, 1757). Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

COMPORTAMENTO REPRODUTIVO, DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO E PRIMEIROS ESTÁGIOS LARVAIS DO PEIXE-ANJO-ANÃO *Centropyge aurantonotus* EM CATIVEIRO

Raoani Cruz Mendonça¹, Douglas da Cruz Mattos, Ana Paula Lira de Souza, Ksenia Skorupa Ribeiro dos Santos, Sergio L. Araújo-Silva, Renata Ávila Ozório, Alcinéia Malzete Correia, Mônica Yumi Tsuzuki

RESUMO

Este trabalho descreve o comportamento reprodutivo, o desenvolvimento embrionário e os primeiros estágios de desenvolvimento larval do peixe-anjo-anão *Centropyge aurantonotus* em cativeiro. Um harém de *C. aurantonotus* selvagens (1 macho e 3 fêmeas) foi estabelecido em um tanque de 8.000L e observado através de filmagens diárias para descrição do comportamento reprodutivo. Para a descrição do desenvolvimento embrionário, os ovos foram incubados por 13 horas, a 26,5°C e amostrados em intervalos regulares de tempo até a eclosão. Na larvicultura, o primeiro alimento-vivo ofertado foi o rotífero *Brachionus rotundiformis*. A primeira desova ocorreu 3 meses após a formação do harém e, a partir disso, ocorreram desovas diárias durante os 90 dias de estudo. O número de ovos por dia apresentou valor médio de 1.701 (intervalo 975 – 4022), a taxa de fertilização foi de 74,6% (46,4 - 97%) e taxa de eclosão de 88% (80 - 97%). Os ovos apresentaram diâmetro médio de 670 µm. As larvas recém-eclodidas mediram 1,2 mm de comprimento total médio, apresentando grande volume de vitelo e a presença de uma gota de óleo. Com 72 Horas Após Eclosão (HAE), as larvas exibiram boca aberta e olhos pigmentados, além das nadadeiras peitorais evidentes. Observou-se através do trato digestório que, as larvas não foram hábeis para ingerir rotíferos, e por este fato, as mesmas sobreviveram somente até o esgotamento do vitelo, não ultrapassando 96 HAE.

Palavras-chaves: aquicultura marinha; ornamental; Pomacanthidae.

ABSTRACT

This paper describes the reproductive behavior, embryonic development and early stages of larval development of the dwarf angelfish *Centropyge aurantonotus* in captivity. A harem of wild *C. aurantonotus* (1 male and 3 females) was conditioned in 8,000L tank and observed through daily filming to describe reproductive courtship behavior. For the description of embryonic development, eggs were incubated for 13 hours at 26.5°C and sampled at regular intervals until hatching. In larviculture, the first food offered was the rotifer *Brachionus rotundiformis*. The first spawning occurred 3 months after harem formation and, since then, daily spawning occurred during the 90 days of study. The number of eggs per day presented an average value of 1,701 (range 975 - 4022), the fertilization rate was 74.6% (46.4 - 97%) and hatching rate of 88% (80 - 97%). The eggs had an average diameter of 670 µm. The newly hatched larvae measured 1.2 mm in average total length, with large volume of yolk sac and the presence of a oil drop. At 72 hours after hatching (HAE), the larvae exhibited open mouth and pigmented eyes, in addition to the evident pectoral fins. It was observed

¹ Departamento de Aquicultura, CCA, UFSC, Florianópolis, SC, Brasil. raoani@hotmail.com

through the digestive tract that the larvae were not able to ingest rotifers, and because of this fact, they survived only until the yolk sac exhaustion, until 96 HAE.

Keywords: marine aquaculture; ornamental; Pomacanthidae.

INTRODUÇÃO

Recifes de corais abrigam uma infinidade de peixes de diversos formatos, cores e comportamentos. A procura por esses organismos no mercado da aquariofilia tem crescido cada vez mais nos últimos anos (PRANG, 2007; WITTINGTON e CHONG, 2007, GURJÃO e LOTUFO, 2018) mostrando ser um setor promissor, principalmente devido ao alto valor dos espécimes. Para suprir essa demanda, estima-se que mais de 90% desses peixes são provenientes da extração no ambiente natural, sem controle das populações naturais. Além disso, existe uma grande preocupação com métodos de coleta invasivos (como cianetos e explosivos) e durante o processo de captura, manejo e transporte, ocorrem mortalidades de até 80% dos animais devido aos métodos agressivos de coleta, manejo precário e acometimento de doenças (WABNITZ *et al.*, 2003).

Para alterar este cenário, o desenvolvimento de tecnologias para a criação de peixes de recife-de-coral pode ser considerado uma solução para reduzir a pressão de pesca e garantir a conservação dos estoques e dos ambientes naturais. Complementarmente, peixes criados em cativeiro oferecem benefícios como maior adaptabilidade ao confinamento e as dietas artificiais, comportamento menos agressivo e maior controle de doenças (WITTENRICH, 2007).

A família Pomacanthidae, conhecida como peixes-anjo, está listada entre as dez famílias de peixes que compõem o comércio internacional de espécies para a aquariofilia (GREEN, 2003; GURJÃO e LOTUFO, 2018). Muitas espécies desta família são amplamente coletadas correspondendo a cerca de 8% do comércio total de peixes ornamentais marinhos no mundo (GREEN, 2003). A grande procura, associada ao elevado valor comercial de cada espécime, tem encorajado pesquisas para a sua produção em cativeiro. Isto tem sido observado através do incremento de estudos focados em resolver desafios relacionados com a desova e a criação de larvas (MOE JR, 1976; SUZUKI *et al.*, 1979; BAUER e BAUER, 1981; HIOKI *et al.*, 1982; HIOKI e SUZUKI, 1987; HIOKI *et al.*, 1990; ARAI 1994; HIOKI e SUZUKI, 1995a,b; HIOKI *et al.*, 1995; HOLT e RILEY, 2001; BAENSCH 2002, 2003; SAKAI *et al.*, 2003 OLIVOTTO

et al., 2006, BAENSCH e TAMARU 2009a,b; LEU *et al.*, 2009, 2010; CALLAN *et al.*, 2011, 2014; LEU *et al.*, 2015).

Até o momento, os avanços na produção de peixes-anjo em cativeiro são limitados, sendo observados altos índices de mortalidade ou mortalidade total nos primeiros dias de vida. Como para a maioria dos peixes marinhos, o maior gargalo para a produção de peixe-anjo se encontra no estágio larval que, segundo Baensch e Tamaru (2009a), tem se mostrado tecnicamente exigente.

O gênero *Centropyge* é o mais abundante da família Pomacanthidae, compreendendo um total de 32 espécies descritas. Está entre um dos mais populares e altamente comercializados, devido a coloração vibrante, tamanho reduzido na idade adulta e alta adaptabilidade às condições de cativeiro (PYLE, 2003). O peixe-anjo-anão *Centropyge aurantonotus* é encontrado do lado Ocidental do Oceano Atlântico, desde o sul das ilhas do Caribe até São Paulo, Brasil (FISHBASE, 2016), e também com ocorrência em Santa Catarina, Brasil (ANDERSON *et al.*, 2015). É a única espécie desse gênero encontrada na costa brasileira. Descrita por Blasiola Jr. (1976), apresenta a coloração amarelo-alaranjada na cabeça, seguindo pela parte superior do corpo até o final da nadadeira dorsal, e azul-escuro no restante do corpo, com as bordas das nadadeiras em tons reluzentes de azul claro. Encontrado em profundidades que variam de 6 a 24m, entre temperaturas de 20 a 25°C, observados sozinhos ou em pequenos grupos, com indivíduos mantendo alguma distância uns dos outros (BLASIOLA Jr., 1976). De acordo com dados do IBAMA (2007), a espécie encontra-se em 5º lugar na lista de peixes marinhos ornamentais brasileiros mais exportados.

Tendo em vista a expressiva contribuição do peixe-anjo-anão *C. aurantonotus* no mercado de peixes ornamentais marinhos e a escassez de trabalhos na literatura, particularmente sobre aspectos reprodutivos, estágios embrionários e fase inicial larval, este estudo teve como objetivo descrever pela primeira vez estas características, a fim de gerar informações que possam auxiliar no desenvolvimento de um pacote tecnológico para a futura produção da espécie em cativeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre fevereiro e maio de 2016, no Laboratório de Peixes e Ornamentais Marinhos (LAPOM), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em Florianópolis, Santa Catarina, Brasil (27°35'02.4"S 48°26'29.2"W).

2.1. Peixes e condições gerais de manutenção

Peixes adultos foram capturados no município de Guarapari, Espírito Santo (autorização SISBIO/ICMBio, nº 46575-3). Para a formação do harém, foram utilizados quatro indivíduos com tamanho entre 5,2 - 7,3cm de comprimento total. Por não apresentarem dimorfismo sexual foi considerado o padrão de espécies hermafroditas protogínicas do gênero *Centropyge* (DELBELIUS *et al.*, 2003), onde um indivíduo com tamanho superior a 7 cm (suposto macho) foi alocado com três indivíduos de tamanho inferior a 5,7cm (supostas fêmeas).

Os peixes foram mantidos em um tanque retangular (4,0x15x1,0m) de 8.000 litros ligado a um sistema fechado de recirculação de água do mar com uma taxa de renovação de água de 10L/min. A temperatura da água variou entre 24,2 - 28,5°C, a salinidade foi mantida em 33 ppt, pH 8,2, NO₂ e NO₃ <0,025. O fotoperíodo durante o estudo foi controlado para 14L:10E. Dentro do tanque foram alocados canos de PVC para refúgio dos peixes.

Os animais foram alimentados três vezes ao dia, até a saciedade aparente. A primeira alimentação consistia em uma mistura formulada com alimentos frescos (lula, mexilhão, salmão, ovas de peixe, ostra e camarão), suplementada com 1% de pré-mix vitamínico e mineral. As duas alimentações restantes foram compostas de ração comercial para peixes marinhos (59% proteína bruta e 16% lipídios-NRD, INVE, Bélgica).

2.2. Comportamento reprodutivo, desova e amostras de ovos e larvas

Durante 10 dias foram realizadas filmagens de 90 min, com auxílio de uma câmera digital submersa, antes do término do período de luz do laboratório (19h). O horário das desovas foi pré-determinado através de observações realizadas no LAPOM, e com base no trabalho de OLIVOTTO *et al.* (2006). Estas filmagens foram posteriormente analisadas em computador para avaliação do comportamento reprodutivo, corte e postura de ovos.

Após a desova, ovos recém-fertilizados foram coletados com tela de 250µm e identificados com auxílio de microscópio estereoscópico. O número de ovos foi estimado de forma volumétrica em três amostras de 10 mL retiradas de um Becker de 500mL, no qual os ovos eram concentrados após a coleta do tanque. Uma sub amostra foi colocada em um Becker de 1L para quantificar a viabilidade dos mesmos. Apenas os ovos que permaneciam flutuantes na coluna de água foram considerados

viáveis e a taxa de eclosão foi avaliada pelo número de larvas eclodidas, dividido pelo número de ovos viáveis.

Para a descrição do desenvolvimento embrionário e larval, os ovos foram mantidos em incubadoras experimentais confeccionadas com tubos de PVC com tela de 250µm na parte inferior, inseridas em um aquário com aeração e temperatura controlada em 26,5°C. Amostras de ovos e larvas foram coletadas com auxílio de uma pipeta e colocadas sobre uma lâmina de vidro (n=10). Os principais estágios de desenvolvimento foram fotografados em intervalos regulares (determinados por observações prévias), com auxílio de uma câmera acoplada a um microscópio óptico com aumento 10x (Leica, DM750). As larvas foram anestesiadas com benzocaína (Reagen®/Brasil) a uma concentração de 0,5 mg.L⁻¹. As medições dos ovos e larvas foram realizadas a partir do software Leica LAS EZ. Para medir a abertura de boca e investigar o conteúdo intestinal foram utilizadas 10 larvas anestesiadas. A abertura de boca foi calculada usando a fórmula:

$$AB = \sqrt{(CMS^2 + CMI^2)}$$

Onde: AB = abertura de boca; CMS = comprimento da mandíbula superior; e CMI = comprimento da mandíbula inferior.

2.3. Cultivo do alimento-vivo e larvicultura de *C. aurantonotus*

Os rotíferos da espécie *Brachionus rotundiformis*, com tamanho entre 90 e 180µm, foram cultivados em caixas plásticas de 60L com aeração moderada e temperatura 26°C (desvio padrão), salinidade 25 e alimentados com microalga *Nannochloropsis oculata*, ofertada a uma densidade de aproximadamente 1.10⁵ a 1.10⁶ célula/mL, diariamente.

Foram realizadas aproximadamente 50 tentativas de larvicultura, com diferentes desovas. Para isso, aquários de 20L foram utilizados, e estocados com 500 ovos fertilizados (25 ovos/L) por desova. Os aquários tinham laterais de cor preta e fundo branco e a água foi mantida em 26,0 ± 0,5°C, salinidade 33 ppt, com aeração suave. A iluminação foi fornecida por duas lâmpadas fluorescentes tubulares de 36W, suspensa a 70 cm do tanque, com intensidade luminosa em torno de 1000 lux e fotoperíodo de 18L:06E. Após 72 HAE, momento em que as larvas apresentavam a boca aberta, foram ofertados rotíferos na densidade de 10 a 20 indivíduos/mL. A larvicultura foi realizada em sistema de água verde, onde a microalga *Nannochloropsis oculata* foi adicionada a uma densidade de 1.10⁴ a 1.10⁵ células/mL.

3. RESULTADOS

3.1. Corte e desova

A hipótese de que o maior peixe era o suposto macho foi confirmada com comportamento reprodutivo e presença de desova. Ocorreu pouca interação entre o macho e as fêmeas durante o dia (período de luz do laboratório até as 19h). No entanto, ao fim do período de luz do laboratório ocorreu o início do ritual de corte. O macho dava início a uma natação ascendente em movimentos circulares, com o corpo posicionado lateralmente, que durava cerca de 4 segundos e percorria uma altura inferior a 30 cm. Este processo foi repetido sucessivas vezes, ocorrendo tanto a liberação dos ovócitos quanto dos espermatozoides (Fig. 1). O comportamento de corte ocorreu em um intervalo de 52 a 82 minutos, e a desova entre 35 a 50 min.



Figura 1: Ritual de desova, onde o macho utiliza a boca para realizar compressão na barriga da fêmea (próximo à região do orifício genital) para liberação dos ovos.

Foi observada uma alteração no padrão de coloração de escuro à claro em uma das fêmeas e no macho. Em geral, a fêmea maior impunha dominância sobre as menores em momentos como alimentação e corte de desova.

O *C. aurantonotus* apresentou desova natural em cativeiro. A primeira desova foi observada após dez meses da chegada dos peixes ao laboratório e três meses após a formação do harém. Este período coincidiu com a estação mais quente do ano, o verão, quando a temperatura da água chegou a 28,5°C. Foram observadas desovas diárias durante toda fase do estudo (fevereiro a maio de 2016).

O harém de *C. aurantonotus* produziu um número médio de ovos por dia de 1.701 (intervalo 975 – 4.022), com taxa de fertilização média de 74,6% (46,4- 97%) e

taxa de eclosão média de 88% (80 -97%) (Fig. 2). A ocorrência de desova, número de ovos e presença de ovos viáveis não apresentou relação com a lua cheia, variando durante os dias de observação (Fig. 2).

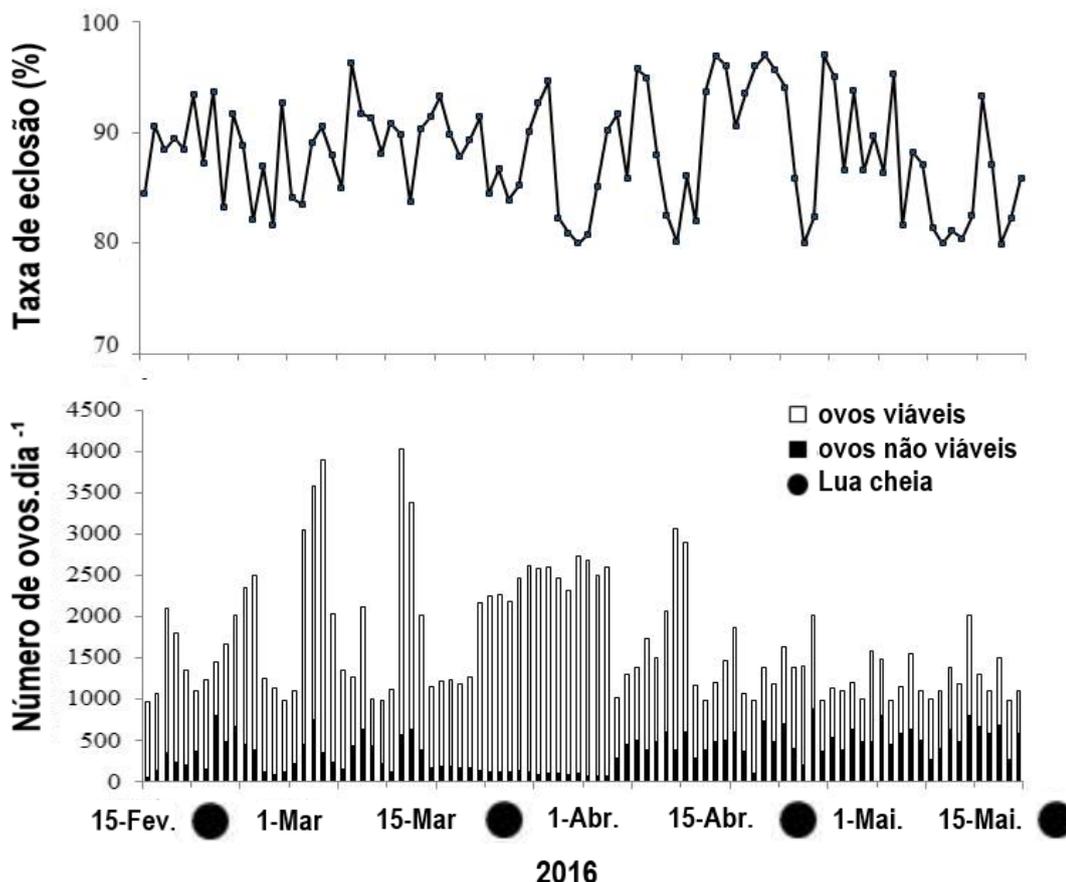


Figura 2: Número de ovos diários do harém (1 macho e 3 fêmeas) e taxa de eclosão de *Centropyge aurantonotus* durante os 90 dias de estudo.

3.2. Desenvolvimento embrionário

Os ovos fertilizados de *C. aurantonotus* são transparentes, esféricos e pelágicos, com diâmetro de $0,67 \pm 0,02$ mm (média \pm SD; 0,64 - 0,72 mm, n=15), apresentando espaço perivitelínico estreito, córion liso e fino, um vitelo homogêneo e não segmentado e uma única gota de óleo medindo 0,16 – 0,18mm ($0,17 \pm 0,01$ mm, n=15). A temperatura durante a incubação foi mantida em 26,5°C.

A primeira divisão celular ocorreu 10 min pós-fertilização (pf) e resultou em duas células (Fig. 3A). O estágio de quatro células foi alcançado em 17min pf (Fig. 3B) e o estágio de 16 células em 30 min pf. (Fig. 3C). Aproximadamente 3h pf, o estágio de gástrula foi alcançado (Fig. 3F), e 7h 30min pf, iniciou-se a formação de melanóforos (Fig. 3I). Em 9h pf foi possível diferenciar a cabeça da cauda, verificar o surgimento do primórdio óptico e da vesícula de Kupffer's, evidente na região posterior

do embrião (Fig. 3J). As eclosões iniciaram-se com 13h pf, as larvas continham cerca de 17 somitos, presença de melanóforos na cabeça, corpo, saco vitelínico e gota de óleo (Fig. 3K). As larvas eclodiram num intervalo de 13 - 14h pf.

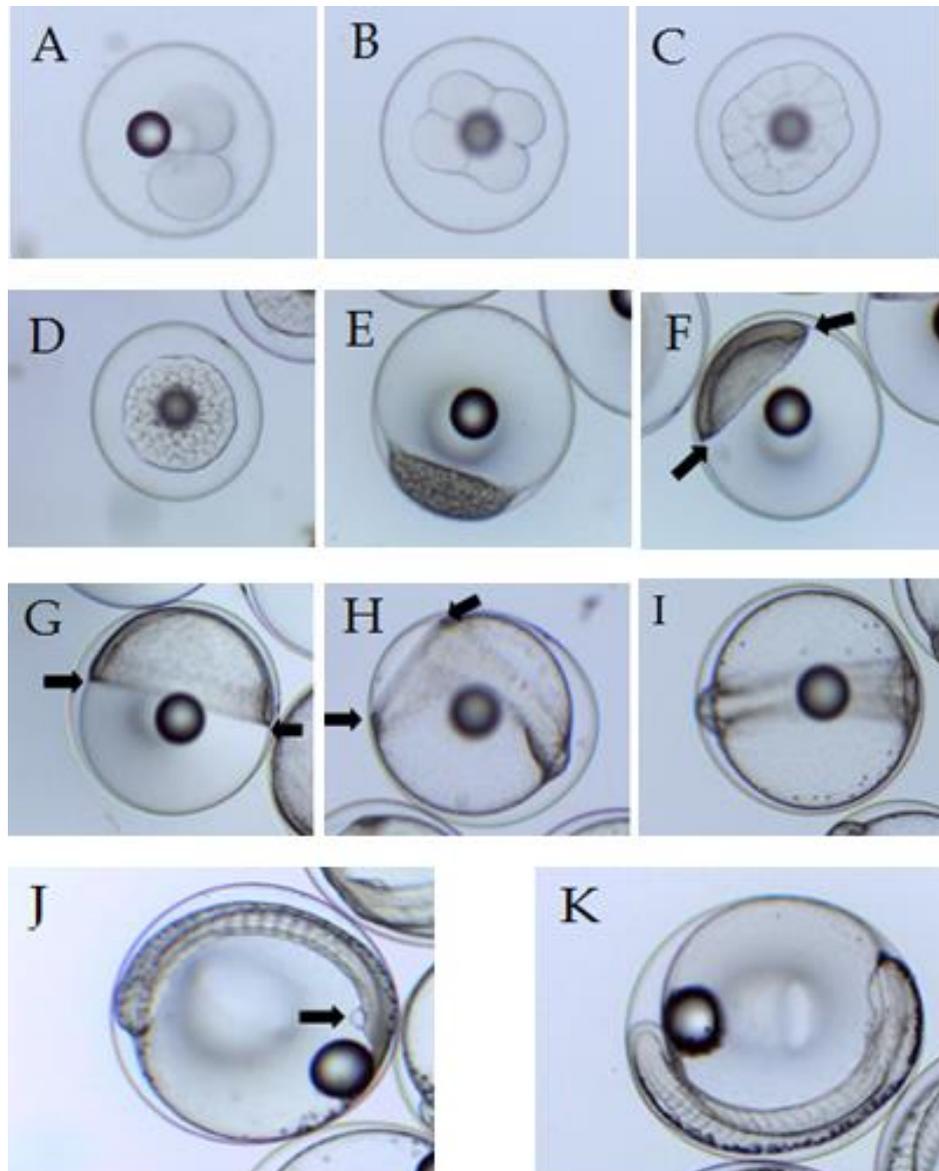


Figura 3: Desenvolvimento embrionário de *Centropyge aurantonotus*: clivagem blástula, gástrula e diferenciação do eixo embrionário. (A) Ovo recém-fertilizado com dois blastômeros (10 min). (B) 4 blastômeros (17 min). (C) 16 blastômeros (30 min). (D) 64 blastômeros. (E) Blástula (estágio inicial). (F) Gástrula (estágio inicial). (G) Gástrula 40%. (H) Gástrula 90%. (I) Diferenciação do eixo embrionário. (J) embrião com 17 somitos; seta indica vesícula de Kupffer's. (K) Embrião (último estágio).

3.3. Desenvolvimento larval

Larvas recém-eclodidas apresentaram tamanho de $1,22 \pm 0,04$ mm em comprimento total (CT), (1,15 - 1,27mm, n = 10) com um grande saco vitelínico de forma elíptica. Possuem uma única gota de óleo localizada no ventre posterior, medindo 0,16 – 0,18mm de diâmetro ($0,17 \pm 0,01$ mm, n = 10) (Fig. 4A). As larvas

apresentavam vesícula óptica, entretanto pouco desenvolvida e sem presença de otólitos. A pigmentação era presente ao longo de todo o corpo, com exceção da ponta da notocorda.

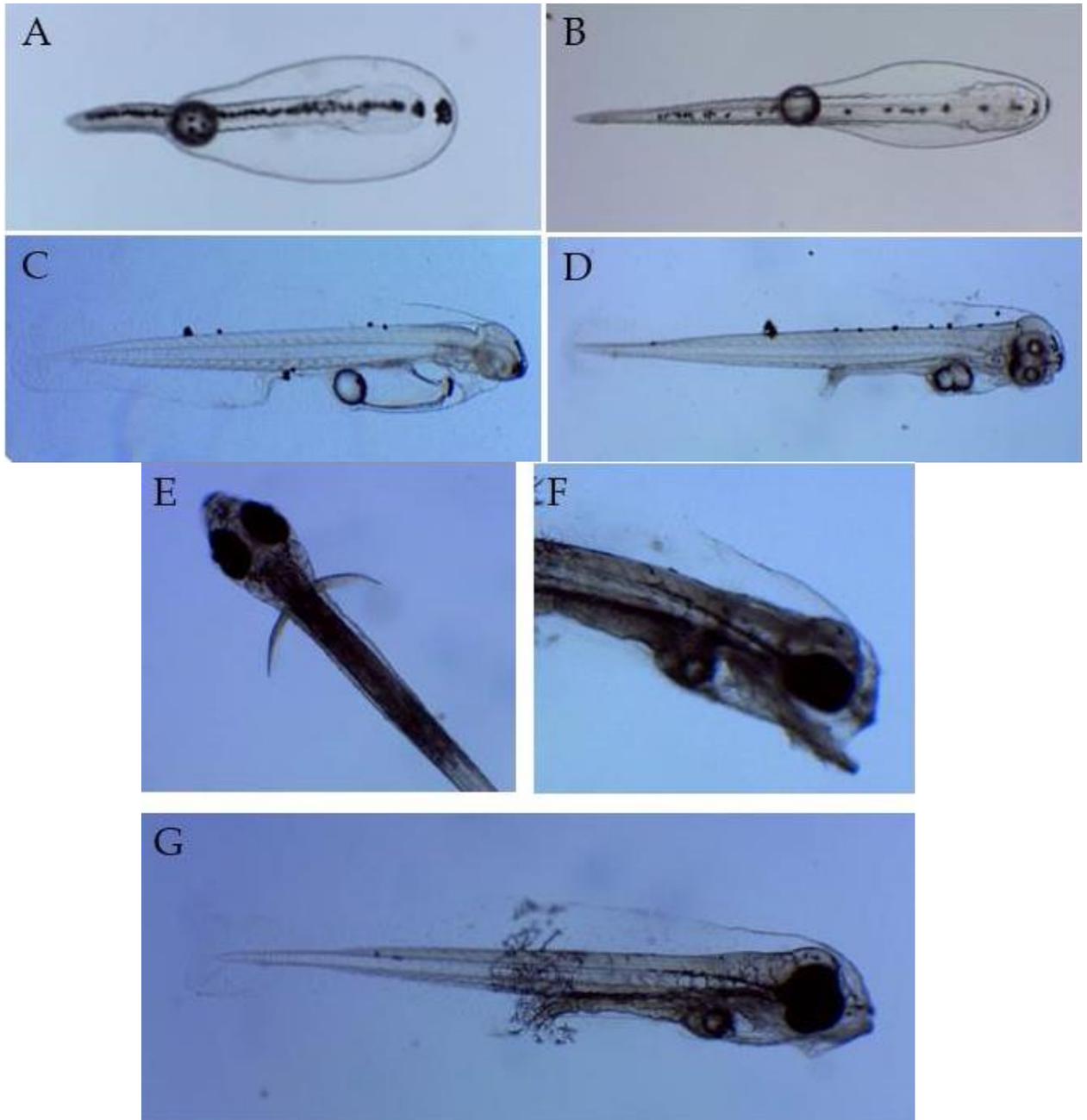


Figura 4: Desenvolvimento de larvas de *Centropyge aurantonotus*. (A) larvas recém-eclodidas; (B) larvas com 8 horas após a eclosão (HAE); (C) 24 HAE com vitelo reduzido e formação do olho visível; (D) 48 HAE com sistema digestório primitivo e visível; (E) larvas com 72HAE com presença de nadadeiras peitorais; (F) boca aberta; (G) possível visualização das ramificações dos melanóforos e olhos bem pigmentados.

Em 24 HAE, as larvas apresentaram comprimento total (CT) de $2,27 \pm 0,10\text{mm}$ ($2,17 - 2,46\text{mm}$, $n = 10$) e tinham 23 somitos. O saco vitelínico foi reduzido em aproximadamente dois terços e a gota de óleo também havia sido reduzida (Fig. 4B).

Em 48 HAE, as larvas mediam $2,50 \pm 0,10$ mm CT ($2,31 - 2,60$ mm, $n = 10$), apresentavam saco vitelínico residual e gota de óleo com $0,13 \pm 0,01$ mm ($0,12 - 0,14$ mm, $n = 10$) (Fig. 4C).

Com 72 HAE, as larvas mediam $2,63 \pm 0,10$ mm CT ($2,50 - 2,72$ mm, $n = 10$), com saco vitelínico e gota de óleo bastante reduzidos. Surgiram numerosos melanóforos ramificados na região central do peixe que se estendiam dorso-ventralmente e na região do sistema digestório. A boca e ânus estavam abertos e observou-se a presença de nadadeira peitoral. Os olhos estavam completamente pigmentados, e aparentemente funcionais devido aos visíveis ataques às presas e o saco vitelínico tinha sido quase totalmente absorvido (Fig. 4 D, E, F). A abertura de boca mediu entre 247 a 273 μ m.

As larvas sobreviveram até 96 HAE, quando ainda apresentavam natação ativa e orientada por toda coluna d'água. Após este período não foi possível acompanhar o desenvolvimento larval, devido a mortalidade total, possivelmente pela falta de alimento com tamanho adequado.

Tabela 1. Estágios de desenvolvimento de embriões e larvas de *Centropyge aurantonotus* incubados em temperatura de 26,5°C.

	Estágio	Tempo (pós fertilização)	Descrição - Embriões
	Recém-fertilizados	0	
Clivagem do zigoto	2 células	10 min	
	4 células	17 min	
	16 células	30 min	
	32 células	45 min	
Blástula	128 -1028 células	1h 30min – 2h 45min	
Gástrula	10%	3h 30min	
	50%	6h	
	90%	7h:00	
	95%	7h 30min	Início do fechamento do blastóporo, presença de melanóforos no vitelo
Organogênese	6- somitos	7h 30min	Blastóporo fechado
	9-somitos	9h	Possível diferenciar cabeça e cauda, vesícula de Kupffer's, surgimento do primórdio óptico e aumento dos melanóforos distribuídos ao longo do eixo embrionário
	Estágio	Tempo (pós eclosão)	Descrição – Larvas
	13-somitos	10h	Maior pigmentação ao longo do eixo embrionário e somitos se organizando em "V"

Larva	Período de eclosão	13h	Vesícula óptica pouco desenvolvida, vesículas óticas sem presença de otólitos
	19-somitos	21h 30min	Batimento cardíaco e começo da circulação. Vesícula óptica bem evidente vesicular óptica? com otólitos.
	23-somitos	37h	Redução do saco vitelínico em dois terços
		60h	Vitelo residual. Olho mais pigmentados
		84h	Boca e ânus abertos. Presença da nadadeira peitoral. Olhos funcionais.
		96h	Consumo total do vitelo e gota de óleo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.4 Cultivo de larvas de *C. aurantonotus*

As larvas sobreviveram até 96 HAE. Apesar de serem observadas frequentes tentativas de ataque às presas, não foram encontrados rotíferos no conteúdo intestinal das larvas.

4. DISCUSSÃO

O padrão de comportamento reprodutivo, horário de corte e desova em cativeiro do *C. aurantonotus* ocorreram antes das 19h, quando o período de luz era encerrado. Bauer e Bauer (1981) descreveram o comportamento de desova de outras seis espécies do gênero *Centropyge* em laboratório e no ambiente natural durante um período de 4 a 7 anos. Nessa pesquisa eles observaram que as espécies do gênero *Centropyge* possui ritual de desova crepuscular diário. Em cativeiro, as cortes eram iniciadas cerca de 1h:30min h antes que as luzes se apagassem e se tornavam mais intensas antes de iniciar a liberação de gametas. Na natureza, eles observaram um padrão semelhante ao presente trabalho, onde a corte começou no crepúsculo e a desova ao pôr do sol, com o fim do período de luz.

Acredita-se que peixes do gênero *Centropyge* podem reproduzir durante todo o ano, com pico de desovas nos meses mais quentes. O presente trabalho ocorreu no verão que compreende a estação com temperaturas mais elevadas (26,5 - 28,5°C), quando foram iniciadas as observações de desovas, que seguiram diariamente pelos 90 dias de estudo. Resultados semelhantes foram encontrados para *C. flavissimus*, que apresentou um pico de desova no verão, quando as temperaturas da água ultrapassaram 27°C (OLIVOTTO *et al.*, 2006).

Ao longo do período experimental, não foi observada interferência da fase lunar nas desovas para *C. aurantonotus* em cativeiro. Bauer e Bauer (1981) também citaram

que três espécies do gênero *Centropyge* (*C. argi*, *C. flavissimus* e *C. bicolor*) desovaram no ambiente natural ao longo do ano sem interferência lunar. No entanto, Lobel (1978) relata que *C. potteri* desova apenas durante a semana que antecede a lua cheia, e para *Centropyge loriculus*, as desovas ocorreram por períodos prolongados (>2 anos) em cativeiro, tendo sua produção máxima na fase escura lunar (CALLAN, 2007). Desta forma, a influência lunar em cativeiro parece variar para cada espécie.

O padrão de coloração corporal alterado em uma das fêmeas e no macho que foi observado no presente estudo, também foi relatado por Bauer e Bauer (1981), onde seis espécies do gênero *Centropyge* alteraram sua coloração durante o momento da corte e desova.

O comportamento de dominância da maior fêmea sobre as menores, principalmente na hora de alimentação e da corte, ocorreu para *C. aurantonotus*. O mesmo comportamento foi observado no ambiente natural por Sakai e Kohda (1997), que reportam uma correlação positiva entre o número de ataques e o tamanho das fêmeas de *C. ferrugatus*. Contudo, na maior parte do dia (horas de luz) houve pouca interação social, período no qual os peixes ficavam forrageando o fundo e as paredes do tanque, com apenas algumas perseguições aleatórias entre os indivíduos.

Segundo Baensch (2003) para uma propagação bem-sucedida dos peixes-anjo devem ser seguidos: a) duas a três alimentações diárias de alta qualidade; b) longo comprimento de dia (14 – 16 horas de luz); c) temperatura da água entre 26 e 28°C; d) tanque com tamanho adequado (>300L) com pelo menos 50 cm de profundidade para permitir a subida para a desova; e e) excelente qualidade de água. No presente trabalho os resultados de taxas de fecundidade, fertilização e eclosão, provavelmente, são reflexo do cumprimento dos requisitos apontados.

Embora não tenha sido possível identificar quantas fêmeas desovavam por dia, ou ainda a taxa de fecundidade por fêmea, quando se analisa o total de ovos produzidos por esse harém, as taxas de viabilidade dos ovos e de eclosão das larvas obtidos neste estudo, podem ser consideradas altas quando comparadas com outras espécies do gênero, como por exemplo *C. flavissimus* (OLIVOTTO *et al.*, 2006); *C. debelius* (BAENSCH e TAMURU, 2009a) e *Centropyge fisheri* x *C. resplendens* (BAENSCH e TAMURU, 2009b).

Ovos e fases iniciais de larvas do peixe-anjo-anão são bastante semelhantes às descritas para a família Pomacanthidae (HIOKI e SUZUKI, 1987). Leu *et al.* (2009)

resumiram em tabela uma comparação de ovos e larvas recém-eclodidas de 16 espécies de peixes-anjo, no qual fica evidente essa semelhança no padrão. O diâmetro dos ovos fertilizados (0,64 – 0,72 mm) ficou dentro da média para outros pomacantídeos e assemelhou-se a outros do mesmo gênero, como *C. interruptus* (0,68 – 0,70 mm) (HIOKI e SUZUKI, 1987); *C. fisheri*, *C. loricula*, *C. multicolor* (0,7 mm) (BAENSCH, 2002, 2003) e *C. flavissimus* 0,70mm (OLIVOTTO *et al.*, 2006).

As larvas de *C. aurantonotus* examinadas neste estudo mostram muitas características comuns às outras espécies de peixes-anjo, incluindo a presença de uma única gota de óleo, situada na extremidade posterior do saco vitelino, corpo moderado e lateralmente comprimido, com a ponta da notocorda estreita e fortemente pigmentada com melanóforos escuros uniformes. A presença de otólitos foi visível as 8 HAE e aumentou de tamanho até o período mixotrófico de natação orientada e exaustão do vitelo. O otólito tem papel importante na transdução do som e do equilíbrio (GAULDIE e NELSON, 1988), e desempenha um papel importante na natação das larvas e na captura de presas. O número de somitos é espécie específico, e as larvas de *C. aurantonotus* apresentavam 23 somitos ao final do das 96 HAE. O número de somitos é geralmente utilizado para definir os estádios de desenvolvimento (GORODILOV, 2004).

No presente estudo, não foi possível manter as larvas vivas por mais de 96 HAE. Possivelmente a mortalidade esteja relacionada à falta de um alimento-vivo de tamanho apropriado, visto que não foram encontrados rotíferos no conteúdo intestinal das larvas, apesar de serem observadas frequentes tentativas de ataque às presas. Devido a ausência de rotíferos no trato digestório, não é possível discutir a respeito da adequabilidade do valor nutricional de *B. rotundiformis* para larvas de *C. aurantonotus*. Concluiu-se, portanto, que as larvas foram incapazes de ingerir o rotífero *B. rotundiformis*, que é comumente utilizado como alimentação inicial para muitas espécies de peixes marinhos (LEE e OSTROWSKI, 2001; LEU *et al.*, 2003), pela limitação da abertura de boca. O tamanho da boca é um fator importante na criação de larvas, limitando o tamanho máximo da presa que pode ser consumida. Deve-se ter em média de 25% da abertura da boca (SHIROTA, 1970). Vários estudos têm mostrado que o sucesso na primeira alimentação de larvas de peixes-anjo está ligado ao uso específico do copépode *Parvocalanus* spp. devido ao pequeno tamanho dos naúplios (70x45µm) ou de zooplâncton selvagem (BAENSCH, 2002, 2003; OLIVOTTO *et al.* 2006). Outros autores também citam que, o uso de ciliados como

primeiro alimento em larvas de peixes-anjos podem aumentar as taxas de sobrevivência (NAGANO *et al.*, 2000a,b; YOO e HUR, 2002; OLIVOTTO *et al.*, 2005; LEU *et al.*, 2015).

Dessa forma, pressupõe-se que, para avançar no cultivo de larvas do peixe-anjo *C. aurantonotus* seja necessária a utilização de organismos com tamanho adequado para as larvas, como é o caso de determinados grupos de copépodes, além do uso de protozoários ciliados que podem facilmente ser enriquecidos com algas ou produtos comerciais.

5. CONCLUSÃO

O peixe-anjo-anão *Centropyge aurantonotus* selvagem apresentou fácil adaptação às condições de cativeiro. Este estudo mostrou pela primeira vez o comportamento de desova, desenvolvimento embrionário e primeiros estágios larvais desta espécie em condições controladas. Outros tipos de alimento-vivo como copépodes e protozoários ciliados precisam ser explorados na larvicultura desta espécie, uma vez que as larvas não foram capazes de ingerir o rotífero *Brachionus rotundiformis*. Estas informações fornecerão bases para futuros estudos visando a obtenção da produção deste peixe, bastante apreciado e um dos mais exportados pelo Brasil para o mercado da aquarioria.

REFERÊNCIA

- ANDERSON, A.B.; CARVALHO-FILHO, A.; MORAIS, R.A.; NUNES, L.T.; QUIMBAYO, J.P.; FLOETER, S.R. Brazilian tropical fishes in their southern limit of distribution: checklist of Santa Catarina's rocky reef ichthyofauna, remarks and new records. **Check List**, v. 11(4): p. 1688, 2015.
- ARAI, H. Spawning behavior and early ontogeny of a pomacanthid fish, *Chaetodontoplus duboulayi*, in an aquarium. **Japanese Journal of Ichthyology**, v.41: p. 181-187, 1994.
- BAENSCH, F. The culture and larval development of three pygmy angelfish species: *Centropyge fisheri*, *Centropyge loriculus* and *Centropyge flavissimus*. **Freshwater and Marine Aquarium**, v.25: p. 4-12, 2002.
- BAENSCH, F. Marine copepods and the culture of two new pygmy angelfish species. **Freshwater and Marine Aquarium**, v.26: p. 156-162, 2003.
- BAENSCH, F.; TAMARU, C.S. Spawning and development of larvae and juveniles of the rare blue Mauritius angelfish, *Centropyge debelius* (1988), in the hatchery. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.40: p. 425-439, 2009a.

BAENSCH, F.; TAMARU, C.S. Captive hybridization of two geographically isolated pygmy angelfish species, *Centropyge fisheri* and *Centropyge resplendens*. **Journal of Fish Biology**, v.75: p. 2571–2584, 2009b.

BAUER, J.A.; BAUER, S. E. Reproductive biology of pigmy angelfishes of the genus *Centropyge*. **Bulletin of Marine Science**, v.31: p. 495- 513, 1981.

BLASIOLA JR., C.G. *Centropyge aurantonotus* BURGESS, 1974 (*Pisces: Chaetodontidae*): range, extension, and redescription. **Bulletin of Marine Science**, v.26(4): p. 564-568, 1976.

CALLAN, C.K. **Assessment of the flameangel fish (*Centropyge loriculus*) as a model species in studies on egg and larval quality in marine fishes**. 2007. 217 f. Tese de Doutorado - The University of Maine, 2007.

CALLAN, C.K.; LAIDLEY, C.W.; FORSTER, I.P.; LIU, K.M.; KLING, J.L.; PLACE, A.R. Examination of broodstock diet effects on egg production and egg quality in flame angelfish (*Centropyge loriculus*). **Aquaculture Research**, v.43: p. 696-705, 2011.

CALLAN, C.K.; LAIDLEY, C.W.; KLING, J. L.; BREEN, N. E.; RHYNE, A. L. The effects of dietary HUFA level on flame angelfish (*Centropyge loriculus*) spawning, egg quality and early larval characteristics. **Aquaculture Research**, 45: p. 1176–1186, 2014.

DELBELIUS, H.; TANAKA, H.; KUITER, R.H. **Angelfishes**: A comprehensive guide to Pomacanthidae. TMC Publishing, Chorleywood, UK. 208p. 2003.

FISHBASE. ***Centropyge aurantonotus*** Burgess, 1974. Disponível em: <<http://www.fishbase.org/summary/Centropyge-aurantonotus.html>> Acesso em: 18 jul. 2017.

GAULDIE, R.W.; NELSON, D.G.A. Aragonite twinning and neuroprotein secretion are the cause of daily growth rings in fish otoliths. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.90: p. 501–6, 1988.

GORODILOV, Y.N. Studies of temporal and spatial peculiarities of somitogenesis in fish embryos. **Russian Journal of Developmental Biology**, v.35: p. 92–105, 2004.

GREEN, E. International trade in marine aquarium species: using the global marine aquarium database. In: CATO, J.; BROWN, C. **Marine ornamental species**: collection, culture and conservation. Iowa State Press, Iowa, USA. p. 31–48, 2003.

GURJÃO, L.M.; LOTUFO, T.M.C. Native species exploited by marine aquarium trade in Brazil. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 3, 2018.

HIOKI, S.; SUZUKI, K. Reproduction and early development of the angelfish, *Centropyge interruptus*, in an aquarium. **Journal of the Faculty of Marine Science and Technology**, Tokai University, v.24: p. 133-140, 1987.

HIOKI, S.; SUZUKI, K. Spawning behavior, eggs, and larvae of the angelfish, *Chaetodontoplus mesoleucus*, in the aquarium. **Journal of the Faculty of Marine Science and Technology**, Tokai University, v.39: 195-205, 1995a.

HIOKI, S.; SUZUKI, K. Spawning behavior, eggs, and larvae of the angel fish, *Apolemichthys trimaculatus*, in captivity. **Bulletin of Institute of Oceanic Research and Development**, Tokai University, v.16: p.13-22, 1995b.

HIOKI, S.; SUZUKI, K.; TANAKA, Y. Spawning behavior, egg and larval development, and sex succession of the hermaphroditic pomacanthine, *Genicanthus melanospilos*, in the aquarium. **Journal of the Faculty of Marine Science and Technology**, Tokai University, v.15: p. 359-366, 1982.

HIOKI S.; SUZUKI K.; TANAKA, Y. Development of eggs and larvae in the angelfish, *Centropyge ferrugatus*. **Japanese Journal of Ichthyology**, v.37: p. 34-38, 1990.

HIOKI, S.; TANAKA, Y.; SUZUKI, K. Reproductive behavior, egg, larvae, and sexuality of two angelfishes, *Genicanthus watanabei* and *G. bellus*, in an aquarium. **Journal of the Faculty of Marine Science and Technology**, Tokai University, v.40: p.151-171, 1995.

HOLT, G.J.; RILEY, C.M. Laboratory spawning of coral reef fishes: effects of temperature and photoperiod. **Japan natural resources aquaculture panel: spawning and maturation of aquaculture species**, Japan Cooperative Program in Natural Resources (UJNR), Technical Report, v.28, p. 33–38, 2001.

IBAMA. Estatística de peixes ornamentais. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-recursos-pesqueiros/estatistica-peixes-ornamentais>. Acesso em 9 dez. 2016.

LEE, C. S.; OSTROWSKI, A.C. Current status of marine finfish larviculture in the United States. **Aquaculture**, v.200: p. 89-109, 2001.

LEU, M.Y.; CHEN, I.H.; FANG, L.S. Natural spawning and rearing of mangrove red snapper, *Lutjanus argentimaculatus*, larvae in captivity. *The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgeh*, v.55: p. 22-30, 2003.

LEU, M.Y.; LIOU, C.H.; WANG, W.H.; YANG, S.D.; MENG, P.J. Natural spawning, early development, and first feeding of the semicircle angelfish [*Pomacanthus semicirculatus* (Cuvier, 1831)] in captivity. **Aquaculture Research**, v.40: p. 1019–1030, 2009.

LEU, M.Y.; MENG, P.J.; HUANG, C.S.; TEW, K.S.; KUO, J.; LIOU, C.H. Spawning behaviour, early development and first feeding of the bluestriped angelfish [*Chaetodontoplus septentrionalis* (Temminck & Schlegel, 1844)] in captivity. **Aquaculture Research**, v.41: p. 39–52, 2010.

LEU, M.Y.; SUNE, Y.H.; MENG, P.J. First results of larval rearing and development of the bluestriped angelfish *Chaetodontoplus septentrionalis* (Temminck & Schlegel)

from hatching through juvenile stage with notes on its potential for aquaculture. **Aquaculture Research**, v.46: p. 1087–1100, 2015.

LOBEL, P.S. Diel, lunar, and seasonal periodicity in the reproductive behavior of a pomacanthid fish, *Centropyge potteri*, and some other reef fishes in Hawaii. **Pacific Science**, v.32: p.193-207, 1978.

MOE, J.R.M.A. Rearing Atlantic angelfish. **Marine Aquarist**, v.7: p. 17-26, 1976.

NAGANO, N.; IWATSUKI, Y.; KAMIYAMA, T.; NAKATA, H. Effects of marine ciliates on survivability of the first-feeding larval surgeonfish, *Paracanthurus hepatus*: laboratory rearing experiments. **Hydrobiologia**, v.432: p. 149–157, 2000a.

NAGANO, N.; IWATSUKI, Y.; KAMIYAMA, T.; SHIMIZU, H.; NAKATA, H. Ciliated protozoans as food for first feeding larval grouper, *Epinephelus septemfasciatus*: laboratory experiment. **Plankton Biology and Ecology**, v.47: p. 93–99, 2000b.

OLIVOTTO, I.; ZENOBI, A.; ROLLO, A.; MIGLIARINI, B.; AVELLA, M; CARNEVALI, O. Breeding, rearing and feeding studies in the cleaner goby *Gobiosoma evelynae*. **Aquaculture**, v.250: p. 175–182, 2005.

OLIVOTTO, I.; HOLT, S.A.; CARNEVALI, O.; HOLT, G.J. Spawning, early development, and first feeding in the lemonpeel angelfish *Centropyge flavissimus*. **Aquaculture**, v.253: p. 270-278, 2006.

PRANG, G. An industry analysis of the freshwater ornamental fishery with particular reference to the supply of brazilian freshwater ornamentals to the UK market. **Uakar**, v.3: p. 7–51, 2007.

PYLE, R. L. **Taxonomic revision of the genus *Centropyge* (Pisces: Perciformes: Pomacanthidae), Honolulu, USA**. 2003. Tese de Doutorado - University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, 2003.

SAKAI, Y.; KOHDA, M. Harem structure of the protogynous angelfish, *Centropyge ferrugatus* (Pomacanthidae). *Environmental Biology of Fishes*, v.49: p. 333–339, 1997.

SAKAI, Y.; KARINO, K.; KUWAMURA, T.; NAKASHIMA, Y.; MARUO, Y. Sexually dichromatic protogynous angelfish *Centropyge ferrugata* males can change back to females. **Zoological Science**, v.20: p. 627– 633, 2003.

SHIROTA, A. Studies on the mouth size of fish larvae. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.36: p. 353-368, 1970.

SUZUKI, K.; HIOKI, S.; TANAKA, Y.; IWASA, K. Spawning behavior, eggs, larvae, and sex reversal of two pomacanthine fish, *Genicanthus lamarck* and *G. semifasciatus*, in the aquarium. **Journal of the Faculty of Marine Science and Technology**, Tokai University, v.12, p. 149-165, 1979.

WABNITZ, C.; TAYLOR, M.; GREEN, E.; RAZAK, T. **From Ocean to Aquarium: The Global Trade in Marine Ornamental Species**. Cambridge: UNEP-WCMC. 64p, 2003.

WITTENRICH, M.L. **The complete illustrated breeders guide to marine aquarium fishes**. Neptune City: TFH Publications. 304p, 2007.

WITTINGTON, R.J.; CHONG, R. Global trade in ornamental fish from an Australian perspective: The case for revised import risk analysis and management strategies. **Preventive Veterinary Medicine**, v.81: p. 92–116, 2007.

YOO J.H.; HUR S.B. Evaluation of ciliate *Euplotes sp.* as a live food for marine fish larvae. **Journal of the Korean Fisheries Society**, v.35: p. 542–544, 2002.

AVANÇOS NA REPRODUÇÃO DA TAINHA *Mugil liza*: MATURAÇÃO E DESOVA DE REPRODUTORES SELVAGENS E F1 EM CATIVEIRO

Caio Magnotti¹, Filipe dos Santos Cipriano e Vinicius Ronzani Cerqueira

RESUMO

O presente capítulo descreve a manutenção de reprodutores selvagens, o desenvolvimento de um plantel com peixes nascidos em cativeiro, além de desovas induzidas de tainha (*Mugil liza*) ocorridas nos últimos cinco anos no Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR-UFSC). Nesse período foi possível acompanhar a maturação sexual de exemplares nascidos no laboratório (F1). Os machos F1 apresentaram espermatozoides viáveis aos 11 meses de idade, com comprimento de $25,7 \pm 0,4$ cm e peso de $205,7 \pm 11,5$ g. As fêmeas F1 estavam aptas para reprodução aos três anos de idade, com comprimento de $47,4 \pm 1,4$ cm e peso de $1263,0 \pm 64,6$ g, considerando as condições climáticas da região (latitude 27° S) e de cultivo do laboratório. A realização das desovas ocorreu mediante indução hormonal, com fêmeas que apresentaram diâmetro de ovócito maior de $600 \mu\text{m}$ e machos que liberavam sêmen quando submetidos à massagem abdominal. As desovas de 2015 a 2018, foram com exemplares selvagens, já em 2019 o plantel de reprodutores F1 estava apto para reprodução induzida. Os parâmetros mais importantes registrados para as desovas foram o diâmetro médio dos ovócitos no momento da indução hormonal, a taxa de fertilização, a fecundidade total e a taxa de eclosão. Em 2019 algumas fêmeas desovaram duas vezes na mesma estação reprodutiva. Após a primeira desova um outro grupo de ovócitos se desenvolveu e atingiu o tamanho recomendado para a indução hormonal no mesmo período reprodutivo. Esta é uma característica pouco usual para espécies migradoras de desova total. A principal contribuição do presente trabalho é o domínio do ciclo de vida da espécie em cativeiro, através da reprodução dos indivíduos nascidos no laboratório. Este é um passo importante para a criação comercial da espécie.

Palavras-chave: Mugilidae, reprodução, indução de desova, piscicultura marinha.

RESUMEN

En este capítulo se describe el mantenimiento de los reproductores capturados del medio natural, el desarrollo de un grupo de peces nacidos en cautiverio, además de las reproducciones de la liza (*Mugil liza*) que ocurrieron en los últimos cinco años en el Laboratorio de Piscicultura Marina (LAPMAR - UFSC). En este período fue posible acompañar los procesos de maduración sexual de los ejemplares nacidos en el laboratorio (F1). Los machos F1 presentaron espermatozoides viables a los 11 meses de edad, con una talla mínima de $25,7 \pm 0,4$ cm y un peso de $205,7 \pm 11,5$ g. En el caso de las hembras su maduración es mas lenta, siendo aptas para la inducción en el tercer año de edad, con una talla mínima de $47,4 \pm 1,4$ cm y peso de $1263,0 \pm 64,6$ g, considerando las condiciones climáticas y de cultivo del laboratorio (27° S). La realización de las reproducciones sucede mediante la inducción hormonal de las hembras que presentan ovocitos con diámetros mayores a $600 \mu\text{m}$ y de los machos que presentaron liberación de semen cuando sometidos al masaje abdominal. Las

¹ Doutor em Aquicultura

reproducciones que ocurrieron desde el 2015 hasta el 2018, se dieron con ejemplares silvestres y en 2019 el grupo de reproductores F1 estuvo apto para la reproducción inducida. Se describen las características de los desoves obtenidas en los periodos del 2015 hasta el 2019, tales como el diámetro promedio de los ovocitos en el momento de la inducción hormonal, la tasa de fertilización, la fecundidad total y la tasa de eclosión. Fue posible observar durante el año 2019, que las hembras pudieron reproducir dos veces en el mismo período reproductivo, una vez que presentaron el desarrollo de otro grupo de ovocitos después del primer desove. Esta es una característica poco usual en las especies que hacen migración, pues generalmente son desovantes totales. El control del ciclo de vida en cautiverio, a través de la reproducción de los individuos nacidos en el laboratorio, es un paso importante para el desarrollo comercial del cultivo de la especie.

Palabras clave: Mugilidae, reproducción, inducción de desove, piscicultura marina.

INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Mugil* pertencem à família Mugilidae, ordem Perciformes e classe Actinopterygii. A tainha *M. liza* (Valenciennes, 1836) (Fig. 1) é encontrada desde o Caribe até a Argentina (DURAND et al., 2012; LEMOS, 2014; MENEZES et al., 2010). São peixes catádromos, com recrutamento dos juvenis em lagoas e estuários, seguido de um período de migração no mar para reprodução (ALBIERI; ARAUJO, 2010; LEMOS et al. 2014; VIEIRA, 1991; VIEIRA, SCALABRIN, 1991). O período de migração reprodutiva é de abril a julho, sendo a maior parte dos indivíduos do Sul e Sudeste do Brasil oriundos da Argentina (38° S) e da Lagoa dos Patos no Rio Grande do Sul (32° S) (LEMOS et al. 2014; VIEIRA, 1991; VIEIRA, SCALABRIN, 1991). Os cardumes migram ao norte por mais de 1000 km e se agrupam para desovar no nordeste do Estado de Santa Catarina e Estado do Paraná (26° S) (LEMOS et al. 2014). Um número menor de peixes se move até o Estado de São Paulo (24° S) (VIEIRA, 1991).

Figura 1. Reprodutor fêmea F1 de tainha (*Mugil liza*) com comprimento de 45 cm.



Fonte: Morgana Angelo, 2019

Na última década a espécie teve o seu status taxonômico revisado (DURAND et al., 2012; FRAGA et al., 2007; MENEZES et al., 2010). Fraga et al. (2007) sugeriram que *Mugil liza* e *M. platanus* poderiam ser consideradas uma só espécie, ou consideradas apenas populações da *M. cephalus*. Menezes et al. (2010) analisando métrica e morfometricamente espécimes coletados do Uruguai e Argentina até a Venezuela sugeriram que nesta região existe somente uma espécie, denominada *M. liza*, e que não podem ser consideradas *M. cephalus* (indivíduo tipo do mar Mediterrâneo Linnaeus, 1758). Durand et al. (2012), corroborando com Menezes et al. (2010), analisaram exemplares de mugilídeos de todo o mundo, concluindo que o grupo *M. cephalus* pode ser dividido em até 14 espécies, entre elas a *M. cephalus* (indivíduos tipo coletados no mar Mediterrâneo) e *M. liza* (Indivíduos coletados no Uruguai, Guiana Francesa e Venezuela).

Os peixes desta família, conhecidos popularmente no Brasil como tainhas e paratis, possuem grande importância na pesca comercial e artesanal na costa brasileira. A tainha *M. liza* está associada historicamente à subsistência e à cultura de comunidades de pescadores artesanais em regiões costeiras (REIS; D'INCAO, 2000). Em 2004 foi classificada como sobreexplotada (IBAMA, 2007). Atualmente é categorizada no Brasil como espécie quase ameaçada de extinção (NT) segundo a IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), e passa por avaliação de seu estado de conservação populacional para definição de estratégias de manejo e ordenamento pesqueiro (MPA; MMA, 2015).

A espécie apresenta características que a qualificam como promissora para a piscicultura, tais como: ampla faixa de tolerância a diferentes salinidades e temperaturas, elevada robustez e fácil manejo alimentar, aceitando com facilidade a dieta inerte (CERQUEIRA, 2004; CERQUEIRA et al., 2017; MIRANDA-FILHO et al., 2010; NETO, SPACH, 1998; SAMPAIO et al., 2001; SAMPAIO et al., 2002). Além destas características, outras têm despertado o interesse do setor produtivo. Quando a tainha é inserida no cultivo multitrófico integrado (IMTA) com o camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) ocorre redução das colônias de Vibrios nos tanques, diminuindo assim a carga de patógenos, quando comparado ao monocultivo do camarão (BORGES, 2019; LEGARDA et al., 2019). No aspecto ambiental a integração

entre essas espécies aumenta a retenção de fósforo, além de otimizar o uso das estruturas, com produção de maior biomassa na mesma área (BORGES, 2019; LEGARDA et al., 2019).

Apesar de todas estas características favoráveis ao cultivo da tainha, existem poucos relatos sobre sua reprodução, desova e larvicultura em cativeiro. Os primeiros relatos são da década de 80 no Rio de Janeiro e em Santa Catarina (ANDREATA et al., 1981; 1983; BENETTI, FAGUNDES-NETTO, 1980; 1983). No mesmo período, Alvarez-Lajonchère et al. (1988) realizaram a desova e larvicultura de *M. liza* em Havana (Cuba). Na década de 90 estudos foram desenvolvidos pelo Instituto de Pesca de São Paulo, entre eles os de Yamanaka et al. (1992) e Godinho et al. (1993). Posteriormente, no Rio de Janeiro, Monteiro-Ribas e Bonecker (2001) induziram a desova e realizaram estudos sobre o desenvolvimento larval da *M. liza* durante 29 dias. Nos últimos cinco anos vários estudos foram realizados na Universidade Federal de Santa Catarina, no Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR). Neste laboratório foram realizadas pesquisas relativas a captura, transporte e adaptação de reprodutores selvagens em cativeiro, indução hormonal, desova e larvicultura (CARVALHO et al., 2014; 2019; CERQUEIRA et al., 2017; PASSINI et al., 2015), assim como estudos analisando a qualidade do sêmen e a aplicação de técnicas de conservação de gametas (CASTRO et al., 2019; MAGNOTTI et al., 2018a; 2018b).

Serão descritos nesse documento os manejos e estruturas empregadas na manutenção de reprodutores selvagens, reprodução induzida, desenvolvimento do plantel de reprodutores com tainhas nascidas em cativeiro, além dos dados de maturação e das desovas obtidas de reprodutores selvagens e reprodutores nascidos em cativeiro

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Reprodutores selvagens

O primeiro lote de reprodutores foi formado com exemplares adultos de *Mugil liza* capturados entre abril e julho de 2014 (período autorizado para a pesca em Santa Catarina) em Laguna - SC (28°29'41.449" S; 48°45'1.494" W). Foram transportados para o Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR-UFSC; 27°35'8.960" S; 48°26'24.235" W) quatorze tainhas adultas, 4 fêmeas e 10 machos, onde foram

mantidos (CARVALHO et al. 2019; PASSINI et al. 2015). Em julho de 2018 foram adicionadas duas fêmeas (Selv 04, 2,3 kg; Selv 05, 3,3 kg), capturadas na região da Ilha do Xavier, (Florianópolis-SC).

2.2 Reprodutores F1

Foram separados dois lotes de peixes, provenientes de reproduções e larviculturas realizadas no laboratório, um nascido em 2015 e um segundo lote composto com peixes nascidos em 2016. Todos os peixes foram mantidos no LAPMAR em tanques circulares de 12 m³. O tanque recebia fluxo contínuo (taxa de 250-300%) com água do mar bombeada da praia do Moçambique, Florianópolis-SC (27°34'1.73" S; 48°25'42.663" W) e aeração no centro do tanque por meio de soprador radial com anel de mangueira microporosa (35 cm \varnothing). A temperatura da água (mín. 17° e máx. 30 °C) e fotoperíodo (27° S; fotoperíodo mín. 10 h e máx. 14 h) variaram de acordo com as estações do ano. A biomassa máxima de peixes foi de 3 kg/m³ durante a fase de engorda e 1,5 kg/m³ durante a fase de maturação gonadal. A alimentação ocorreu quatro vezes ao dia até a saciedade aparente com ração comercial 2,5 mm (45% proteína bruta, 8,6% extrato etéreo).

2.3 Seleção dos peixes para indução hormonal

Todos os peixes passaram por manejos, previamente aprovados e autorizados pelo comitê de ética e uso de animais da UFSC – (Protocolo CEUA n° PP00861). Para avaliar o estágio de maturação gonadal os peixes foram anestesiados com benzocaína na concentração de 50 mg/L (BRAZ et al., 2017). A análise de maturação das fêmeas foi feita a partir de biópsia intraovariana, com uma sonda de PVC atóxico (sonda traqueal n° 04) inserida no oviduto e aspiração de uma amostra de ovócitos. Os diâmetros de 50 ovócitos foram medidos em lupa estereoscópica (Leica EZ4HD). As fêmeas consideradas aptas para a indução hormonal, foram as que apresentaram o diâmetro médio dos ovócitos superior a 600 μ m (CERQUEIRA et al., 2017). Para os machos, foram considerados maduros e aptos à reprodução aqueles que após massagem abdominal liberaram sêmen, que foi coletado por meio de seringa (CASTRO et al., 2019; MAGNOTTI et al., 2018a; 2018b).

2.4 Metodologia de indução hormonal

Para a indução hormonal os peixes receberam uma injeção intramuscular na região dorsal (agulha 22G x 1 ¼"). O protocolo consiste de duas doses na fêmea, sendo 20 mg/kg de extrato de pituitária de carpa (EPC) na primeira, e após 24 h uma de 200 µg/kg de LHRHa (des-Gly¹⁰, D-Ala⁶ LH-RH *ethylamid acetate salt hydrate*, L4513, Sigma-Aldrich, St. Louis, USA) (PASSINI et al., 2015; YOUSIF et al., 2010). Os machos recebem uma injeção de 100 µg/kg de LHRHa no momento da primeira injeção da fêmea.

Em 2018, houve uma pequena modificação neste protocolo, com a primeira dose de 20 mg/kg de EPC logo na chegada da fêmea ao laboratório, após a captura em ambiente natural; uma segunda dose de 300 µg/kg de LHRHa após 24 h; e uma terceira dose com 150 µg/kg de LHRHa após 72h.

2.5 Desova e coleta de ovos

Após a primeira injeção, uma fêmea e dois machos foram transferidos para um tanque circular de 2 m³. O tanque foi abastecido com fluxo contínuo de água (taxa de renovação diária de 250%) e acoplados a dois coletores de ovos de 35 L de formato cilíndrico cônico (CARVALHO et al., 2019; CERQUEIRA et al., 2017). A temperatura da água foi controlada por um aquecedor de titânio de 1000W conectado a um termostato digital (Coel tlz-11). A temperatura inicial foi mantida igual à dos tanques de reprodutores no momento da seleção dos peixes (19,7 ± 1,1 °C), foi elevada paulatinamente, até atingir 22,5 °C na segunda e até 24,5 °C no momento da desova. A fertilização foi natural em todas as desovas, com exceção de uma em 2018 (fêmea SELV 04) pois não houve desova no período de 120 h após a primeira indução, e ao fazer uma nova biópsia intraovariana, ocorreu a liberação parcial de ovócitos. Foi então decidido fazer a extrusão manual dos ovócitos através de pressão abdominal.

2.6 Avaliação dos índices reprodutivos

Quando os embriões estavam no estágio de fechamento do blastóporo (aproximadamente 16 horas após a desova) foram coletadas três amostras de 5,5 mL para a quantificar o total de ovos e para verificar a taxa de fertilização (em %), utilizando uma lupa binocular (Leica EZ4HD).

Para verificar a taxa de eclosão foram coletadas três amostras de 200 ovos, cada uma em becker de 2 L, com aeração e em banho termostático, na temperatura de 24,5 °C. A contagem de larvas ocorreu 12 h após o início da primeira eclosão (tempo para eclosão de 40 h).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em maio de 2015, no plantel de reprodutores selvagens, todos os machos estavam liberando sêmen (peso 1642,9 ± 198,0 g e comprimento total de 47,3 ± 2,5 cm), enquanto que três de quatro fêmeas (Selv 01, Selv 02, Selv 03, Selv 04; peso médio 2378.1 ± 273.0 g e comprimento total médio de 54,5 ± 2,5 cm), apresentaram ovócitos vitelogênicos acima de 600 µm. Até o final do período reprodutivo, todas as fêmeas apresentaram maturação gonadal avançada, sendo submetidas ao procedimento de indução à desova.

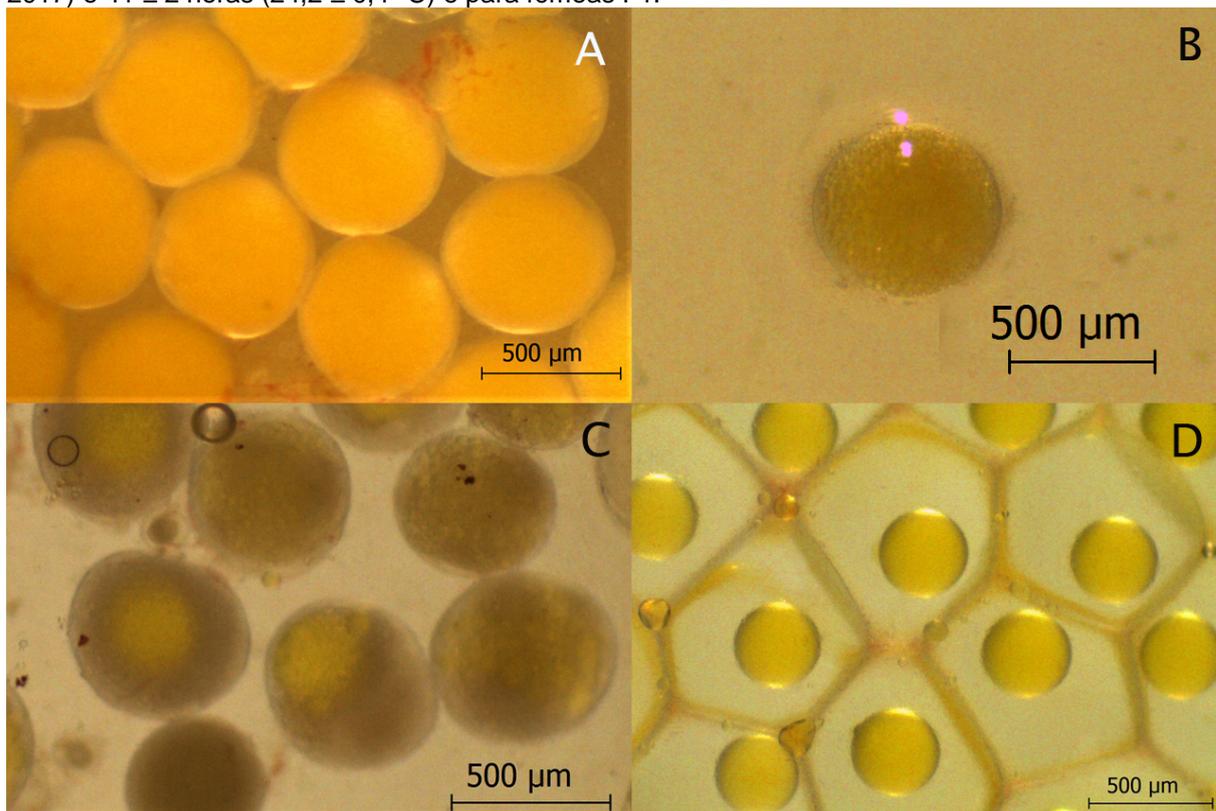
A primeira fêmea induzida apresentou uma segunda maturação dos ovócitos, o diâmetro médio de 671 ± 68 µm, três meses após a desova (CARVALHO et al., 2019). Isso é importante pois possibilita uma segunda desova dentro do mesmo período reprodutivo, semelhante ao descrito para as fêmeas de *Mugil cephalus* (TAMARU et al., 1989).

Esse mesmo grupo de reprodutores foi utilizado para as desovas dos anos de 2016, 2017 e 2018. De junho a setembro de 2016 todos os indivíduos maturaram, com as fêmeas apresentando diâmetro médio de ovócito acima de 630 µm. Foram obtidas duas desovas, com taxa de eclosão aproximada de 60%. Em 2017, as fêmeas apresentaram sinais de maturação, mas o diâmetro médio de ovócito (<600 µm) não estava adequado para a indução hormonal de desova.

Já em 2018, as fêmeas selvagens recém capturadas chegaram ao laboratório com as gônadas maduras e aptas para a indução hormonal. Entretanto tinham lesões na pele, perda de escamas e estavam muito estressadas devido à captura com redes de pesca e transporte em sacos plásticos de 60L. Uma fêmea (Selv 04) foi imediatamente induzida, enquanto a outra (Selv 05) foi destinada ao banco de reprodutores. Possivelmente, devido ao estresse, a fêmea induzida não respondeu no tempo esperado e foi necessário modificar o protocolo de indução. Efetivamente, somente após 120h da primeira injeção, ocorreu maturação dos ovócitos (Fig. 2). O

poro urogenital estava dilatado facilitando a extrusão de ovócitos. Após este manejo a fêmea foi eutanasiada, pois estava muito debilitada. A extrusão manual de sêmen foi feita em 3 machos. A fertilização ocorreu após a mistura dos ovócitos com o sêmen, com acréscimo de água salgada (24,5 °C, salinidade 35) para ativar os espermatozoides. De um milhão de ovos liberados, 200.000 foram incubados em um tanque cilíndrico de 5 m³ com água a 23 °C e 35 de salinidade. A taxa de fertilização foi de 84% e a taxa de eclosão de 61% (Tabela 1).

Figura 2. Desenvolvimento dos ovócitos de tainha (*Mugil liza*) durante o procedimento de indução hormonal (reprodutor SELV 04). A- Ovócito pós-vitelogênico, sem indícios de clareamento do vitelo, ovoplasma opaco e uniforme (>600 µm), no momento da injeção de EPC. B- Ovócito em maturação apresentando ovoplasma granular, após 24 h da injeção de EPC e antes da primeira injeção de LHRHa. C- Ovócito em maturação apresentando início do clareamento do vitelo e formação de gotículas lipídicas, mas ainda com ovoplasma granular, após 72 h da injeção de EPC e antes da segunda injeção de LHRHa. D- Ovócitos totalmente maduros, transparentes e com gota lipídica única, no momento da extrusão, após 120 h da primeira injeção de EPC. O processo descrito leva normalmente de 54-57h (23°C) para fêmeas selvagens adaptadas ao cativeiro (CARVALHO et al., 2019; CERQUEIRA et al., 2017) e 41 ± 2 horas (24,2 ± 0,4 °C) e para fêmeas F1.



Fonte: Elaborado pelos autores

3.1 Reprodutores F1

Os machos F1 de tainha (*M. liza*), nascidos no ano de 2014, apresentaram maturação gonadal, com espermatozoides viáveis a partir de 11 meses de idade

(MAGNOTTI et al., 2018b). Foi verificado o comprimento mínimo de $25,7 \pm 0,4$ cm e peso de $205,7 \pm 11,5$ g nos machos aptos a reprodução (CASTRO et al., 2019). Todos os machos de tainha que nasceram e foram mantidos no LAPMAR alcançaram a maturação sexual.

Em 2018, ocorreu pela primeira vez a maturação de ovócitos de fêmeas F1. De um lote de 30 peixes nascidos em 2015, além dos machos, uma fêmea estava madura e três peixes indiferenciados. Entretanto, os ovócitos desta fêmea não possuíam diâmetro suficiente ($<600 \mu\text{m}$). Em 2019, o lote nascido em 2015 era composto por 14 peixes, sendo 12 machos ($1198,9 \pm 146,7$ g, $48,2 \pm 1,6$ cm) e 2 fêmeas ($1722,0 \pm 39,6$ g, $55,0 \pm 1,4$ cm), e o lote de 2016 era composto por 30 peixes, sendo 17 machos ($967,3 \pm 107,4$ g e $44,5 \pm 1,8$ cm) e 13 fêmeas ($1263,0 \pm 64,6$ g e $47,4 \pm 1,4$ cm). O desenvolvimento inicial dos ovócitos foi verificado a partir de abril, com amostragem de 7 fêmeas ($42,3 \pm 0,5$ cm) apresentando ovócitos com diâmetro de $260 \pm 23 \mu\text{m}$. Todas apresentaram ovócitos com diâmetro acima dos valores recomendados ($>600 \mu\text{m}$) no mês de junho, sendo realizadas dez induções a desova (Tabela 1).

Para cada desova, uma fêmea e dois machos foram induzidos. Nas desovas das fêmeas F1 01 (desova de junho), F1 04, F1 05 e F1 08 foram usados machos do mesmo lote (irmãos). Para as demais, as fêmeas nascidas em 2016 foram cruzadas com machos nascidos em 2015, e a fêmea nascida em 2015 com machos de 2016 (desova de setembro). Em todas as desovas utilizando peixes de mesmo lote (irmãos) houve mortalidade durante o desenvolvimento embrionário, resultando em taxas de eclosão abaixo de 5%. Isto pode estar relacionado com a consanguinidade dos embriões provenientes do acasalamento entre irmãos. Dentro de um plantel a consanguinidade ocasiona depressão nas variáveis produtivas, reduzindo taxa de crescimento e afetando desempenho reprodutivo (FESSEHAYE, et al., 2009).

Tabela 1. Índices reprodutivos referentes às desovas das tainhas (*Mugil liza*) selvagens e F1 no LAPMAR nos anos de 2015 a 2019.

Ano	Mês desovas	de Fêmea (Tag)	Diâmetro ovócitos (μm)	Taxa de fertilização (%)	Fecundidade total (ovos)	Taxa de eclosão (%)
2015*	Maio	Selv 01	703 ± 37	98	1827000	96
	Junho	Selv 02	675 ± 19	96	805526	49

	Julho	Selv 03	600 ± 25	79	930750	47
	Agosto	Selv 01	671 ± 68	95	2249017	92
2016	Agosto	Selv 01	665 ± 21	-	2049154	63
	Setembro	Selv 03	636 ± 18	-	1635319	54
2018	Julho	Selv 04	> 650	84	1000000	61
	Julho	Selv 05	747 ± 45	-	1400000	0
2019	Junho	F1 01	644 ± 24	99	1080000	1**
	Julho	F1 02	637 ± 15	98	1039000	65
	Julho	F1 03	625 ± 22	99	1634000	72
	Julho	F1 04	615 ± 16	50	1246500	5**
	Agosto	F1 05	641 ± 23	98	897000	3**
	Agosto	F1 06	641 ± 23	99	1836200	83
	Agosto	F1 07	677 ± 26	93	1142818	26
	Agosto	F1 08	629 ± 17	90	863600	2**
	Setembro	F1 01	656 ± 26	97	1539000	53
	Outubro	F1 03	655 ± 33	97	1120800	49

Fonte: Elaborado pelos autores. * Modificado de Carvalho et al. (2019). ** Desovas com peixes irmãos

A média da fecundidade relativa das fêmeas F1 foi de 924 ± 238 ovos/g (mín. 638, máx. 1426), superior à de fêmeas selvagens em 2015, com 786 ± 378 ovos/g (mín. 436, máx. 1216) (CARVALHO et al., 2019). As fêmeas de 2015 tiveram perda de peso de $258,0 \pm 11,3$ g, e as de 2016 de $144,4 \pm 33,4$ g após as desovas. Essa diferença deve corresponder ao peso dos ovócitos liberados.

Apesar da recomendação do diâmetro mínimo de ovócitos ser 600 μ m, a taxa de fertilização foi maior quando os ovócitos tinham diâmetros próximos ou superiores à 650 μ m (Tabela 1). Para a *Mugil cephalus*, a indução hormonal é recomendada quando os ovócitos estão com diâmetro mínimo de 600 μ m, porém preferencialmente acima de 650 μ m (KUO e NASH, 1975; NASH & SHEHADE, 1980; TAMARU, 1993).

Assim como verificado em 2015, a ocorrência de uma segunda maturação de ovócitos também foi verificada em 2019. A fêmea F1 01, que desovou em junho, estava apta para uma nova indução hormonal após 82 dias, com ovócitos de 656 ± 26 μ m. Esta fêmea foi induzida em setembro e apresentou fecundidade relativa de 932 ovos/g e taxa de eclosão de 53%. O mesmo foi verificado para a fêmea F1 03, que foi induzida a segunda desova 75 dias após a primeira e apresentou fecundidade relativa de 862 ovos/g e taxa de eclosão de 49% (Tabela 1). A segunda maturação em uma mesma temporada de desovas também foi verificada nas outras fêmeas do plantel,

com exceção da F1 06, cujo oviduto se encontrava muito estreito, impossibilitando a amostragem de ovócitos por canulação (Tabela 2).

Tabela 2. Data de medição (dia/mês) e tamanho dos ovócitos (μm ; média \pm DP) das fêmeas F1 de tainha (*Mugil liza*) durante o período reprodutivo de 2019.

Fêmea	Lote	Ovócito 25/04	Ovócito 21/05	Data de desova	Ovócito	Ovócito 16/09	Ovócito 02/10
F1 01	2015	256 \pm 49	-	27/06	644 \pm 24	656 \pm 26*	-
F1 02	2016	265 \pm 46	-	08/07	637 \pm 15	544 \pm 36	633 \pm 44*
F1 03	2016	283 \pm 40	405 \pm 43	17/07	625 \pm 22	590 \pm 30	655 \pm 33*
F1 04	2016	237 \pm 47	-	29/07	615 \pm 16	292 \pm 38	366 \pm 32
F1 05	2016	303 \pm 43	454 \pm 33	05/08	641 \pm 23	431 \pm 37	526 \pm 23
F1 06	2016	252 \pm 35	-	12/08	641 \pm 23	#	#
F1 07	2016	235 \pm 37	-	22/08	677 \pm 26	#	598 \pm 39
F1 08	2016	249 \pm 51	-	27/08	629 \pm 17	188 \pm 22	210 \pm 33

Fonte: Elaborado pelos autores. * Fêmeas aptas à desova após rematuração dos ovócitos. # Oviduto não dilatado, inviabilizou a amostragem de ovócitos.

3.2 Indução hormonal e desova

A dosagem de hormônio pode ser elevada para 20 mg/kg de EPC e 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de LHRHa para fêmeas e 150 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de LHRHa para machos, sem prejudicar as desovas. A concentração dos hormônios utilizados na indução deve ser inversamente proporcional ao tamanho dos ovócitos pós-vitelogênicos (KUO & NASH, 1975). Desse modo, fêmeas que apresentam ovócitos com tamanho menor, próximos a 600 μm , precisam de uma dose maior de hormônios, gerando um estímulo mais forte para a maturação final e posterior desova (NASH & SHEHADE, 1980).

O nível de estresse dos peixes afeta negativamente a produção dos hormônios relacionados com a maturação dos ovócitos e desova (FUZZEN et al., 2011), podendo afetar a resposta da indução hormonal. Os hormônios liberados em resposta ao estresse modificam os três níveis do eixo hipotálamo-pituitária-gônadas (HPG). No Hipotálamo, inibem a secreção do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), na pituitária, o déficit de GnRH afeta a liberação do hormônio folículo estimulante (FSH) e do hormônio luteinizante (LH) e nas gônadas, provoca alteração no efeito estimulatório das gonadotrofinas na secreção de esteroides sexuais (RIVIER & RIVEST, 1991). Desta maneira, para contornar o feedback negativo gerado pelo excesso de hormônios oriundos do estresse, e reverter o cenário fisiológico

inadequado para a reprodução, é necessário uma maior dose hormonal durante as induções. Um exemplo deste caso foi a indução realizada na fêmea Selv 04 em julho de 2018.

A adaptação às condições de cativeiro, que implica em familiaridade com os procedimentos próprios ao manejo reprodutivo, favorece o aumento do bem estar animal e conseqüentemente a efetividade de doses menores na obtenção das desovas. O tempo de latência após a primeira injeção também foi significativamente menor nas fêmeas F1, com 41 ± 2 horas ($24,2 \pm 0,4$ °C), comparado com as 54-57 h (23 °C) em fêmeas selvagens (CARVALHO et al., 2019; CERQUEIRA et al., 2017).

4. CONCLUSÃO

Os trabalhos realizados no LAPMAR entre 2015 e 2019 permitiram um grande avanço no controle da reprodução em cativeiro da tainha. A maturação das gônadas e a reprodução dos indivíduos nascidos no laboratório é o aspecto que mais destaca, demonstrando regularidade nos índices de desova e de qualidade dos ovos. O domínio sobre todo esse processo é inédito para a tainha (*M. liza*) e pode facilitar a domesticação e abre caminho para novos estudos, como exemplo: nutrição de reprodutores, produção de população monosexo e melhoramento genético, aumentando os ganhos produtivos e o fornecimento contínuo de formas jovens para pesquisa e engorda.

5. AGRADECIMENTO

Apoio: CNPq (Universal CNPq 422460/2016-8), CAPES (Ciências do Mar 2, CAPES nº 43/2013 AUXPE nº 1969/2014).

REFERÊNCIAS

- ALBIERI, R. J.; ARAÚJO, F. G. Reproductive biology of the mullet *Mugil Liza* (Teleostei:Mugilidae) in a tropical Brazilian bay, **Zoologia**, v. 27, p. 331-340, 2010.
- ALVAREZ-LAJONCHERE, L.; ARRITOLA, J. B.; AVERHOFF, O. L.; BELLIDO, S. D. Positive Results of Induced Spawning and Larval Rearing Experiments with *Mugil Liza* Val, a Grey Mullet from Cuban Waters. **Aquaculture**, v. 73, p. 349-355, 1988.

ANDREATTA E. R.; ROCHA, I. P.; RODRIGUES, J. B. Ensaio sobre desova induzida de tainha, *Mugil brasiliensis* Spix et Agassiz (1931). In: *Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*, 2, Recife pp. 463-468, 1981.

ANDREATTA, E. R.; SILVA, I. D.; BELTRAME, E. Consideração sobre a incubação de ovos e o cultivo de larvas de tainha, *Mugil liza*, em laboratório. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*, 3, 1983, Manaus: AEP-AM, p. 163-174, 1983.

BENETTI D. D.; FAGUNDES NETTO, E. B. Considerações sobre desova e alevinagem da tainha (*Mugil liza* Valenciennes, 1836). **Instituto de Pesquisas da Marinha**, v. 135, p. 26, 1980.

BENETTI D. D.; FAGUNDES NETTO, E. B. Desova, larvicultura e criação de tainhas. In: *Manual de Maricultura*. Ministério da Marinha - **Instituto de Pesquisas da Marinha**, Rio de Janeiro, p. 57, 1983.

BORGES. B. A. Cultivo integrado de *Litopenaeus vannamei* e *Mugil liza* em sistema de cultivo com bioflocos na fase de berçário. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Aquicultura, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 74p. 2019.

BRAZ, R. S.; SILVA, I. O.; TESSER, M. B.; SAMPAIO, L. A.; RODRIGUES, R. V. Benzocaína, MS-222, Eugenol e Mentol como anestésicos para juvenis de tainha *Mugil liza*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 43, n. 4, p. 605-613, 2018.

CARVALHO, C.; PASSINI, G.; COSTA, S. W.; ANDREATTA, E. R.; CERQUEIRA, V. Produção de juvenis de tainha *Mugil liza* no Estado de Santa Catarina. In: *Simpósio Internacional de Carcinicultura, Simpósio Internacional de Aquicultura*. Natal, RN: Associação Brasileira de Criadores de camarões, p. 14. 2014.

CARVALHO, C. V. A. D.; PASSINI, G.; STERZELECKI, F. C.; BALOI, M. F.; CERQUEIRA, V. R. Maturation, spawning and larviculture of the mullet *Mugil liza* under laboratory conditions. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, p. 31-36, 2019.

CASTRO, J.; MAGNOTTI, C.; ANGELO, M.; STERZELECKI, F.; PEDROTTI, F.; OLIVEIRA, M. F.; SOLIGO, T.; FRACALLOSSI, D.; CERQUEIRA, V. R. Effect of ascorbic acid supplementation on zootechnical performance, haematological parameters and sperm quality of lebranche mullet *Mugil liza*. **Aquaculture Research**, 2019.

CERQUEIRA V. R. Cultivo de peixes marinhos. In: *Aquicultura experiências brasileiras* (ed. by POLI, C. R.; POLI, A. T.; ANDREATTA, E. R.; BELTRAME, E.). Editora UFSC, Florianópolis/SC p.369-406, 2004.

CERQUEIRA, V. R.; CARVALHO, C. V. C.; SANCHES, E. G.; PASSINI, G.; BALOI, M.; RODRIGUES, R. V. Manejo de reprodutores e controle da reprodução de peixes marinhos da costa brasileira. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 41, p. 94-102, 2017.

DURAND, J. D.; SHEN, K. N.; CHEN, W. J.; JAMANDRE, B. W.; BLEL, H.; DIOP, K.; NIRCHIO, M.; GARCIA, F. J. L.; WHITFIELD, A. K.; CHANG, C. W.; BORSA, P. Systematic of the grey mullets (Teleostei: Mugiliformes: Mugilidae): molecular phylogenetic evidence challenges two centuries of morphology-based taxonomy. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 64, p. 79-92, 2012.

FESSEHAYE, Y.; BOVENHUIS, H.; REZK, M. A.; CROOIJMANS, R.; VAN ARENDONK, J. A.; KOMEN, H. Effects of relatedness and inbreeding on reproductive success of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 294, p. 180-186, 2009.

FRAGA, E.; SCHNEIDER, H.; NIRCHIO, M.; SANTA-BRIGIDA, E.; RODRIGUES-FILHO, L. F.; SAMPAIO, I. Molecular phylogenetic analyses of mullets (Mugilidae, Mugiliformes) based on two mitochondrial genes. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 23, p. 598-604, 2007.

FUZZEN, M. L. M.; BERNIER, N. J.; VANDER, K. G. Stress and reproduction. In: Hormones and reproduction of vertebrates. **Academic Press**, p. 103-117, 2011.

GODINHO, H. M.; KAVAMOTO, E. T.; ANDRADE-TALMELLI, E. D.; SERRALHEIRO, P. D. S.; PAIVA, P.; FERRAZ, E. M. Induced spawning of the mullet *Mugil platanus* Gunther, 1980, in Cananéia, São Paulo, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 20, p. 59-66, 1993.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Relatório de reunião Técnica para ordenamento da pesca da tainha (Mugil platanus, M. liza) na região Sudeste/Sul do Brasil*. Itajaí, SC, p. 85, 2007.

KUO, C. M.; NASH, C. E. Recent progress on the control of ovarian development and induced spawning of the grey mullet (*Mugil cephalus* L.). **Aquaculture**, v. 5, p. 19-29, 1975.

LEGARDA, E. C.; POLI, M. A.; MARTINS, M. A.; PEREIRA, S. A.; MARTINS, M. L.; MACHADO, C.; LORENZO, M. A.; VIEIRA, F. N. Integrated recirculating aquaculture system for mullet and shrimp using biofloc technology. **Aquaculture**, v. 512, p. 734308, 2019.

LEMOS, V. M.; VARELA JR, A. S.; SCHWINGEL, P. R.; MUELBERT, J. H.; VIEIRA, J. P. Migration and reproductive biology of *Mugil liza* (Teleostei: Mugilidae) in south Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 85, p. 671-687. 2014.

MAGNOTTI, C. C. F.; CASTRO, J. D. J. P.; PEDROTTI, F. S.; STERZELECKI, F. C.; SANCHES, E. G.; CERQUEIRA, V. R. Short-term storage of lebranche mullet *Mugil liza* (Valenciennes, 1836) semen in natura and diluted with CF-HBSS. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, 2018a.

MAGNOTTI, C.; FIGUEROA, E.; FARIAS, J. G.; MERINO, O.; VALDEBENITO, I.; OLIVEIRA, R. P. S.; CERQUEIRA, V. Sperm characteristics of wild and captive

lebranche mullet *Mugil liza* (Valenciennes, 1836), subjected to sperm activation in different pH and salinity conditions. **Animal reproduction science**, v. 192, p. 164-170, 2018b.

MENEZES, N. A.; OLIVEIRA, C.; NIRCHIO, M. An old taxonomic dilemma: the identity of the western South Atlantic lebranche mullet (Teleostei: Perciformes: Mugilidae). **Zootaxa**, v. 2519, p. 59-68, 2010.

MIRANDA-FILHO, K. C.; TESSER, M. B.; SAMPAIO, L. A.; GODINHO, H. M. Tainha. In: BALDISSEROTTO, B. E.; GOMES, L. C. (Org.). Espécies nativas para a piscicultura no Brasil. UFSM: Santa Maria, p.541-552, 2010.

MONTEIRO-RIBAS W. M.; BONECKER, A. C. T. Artificial fertilization and development in laboratory of *Mugil liza* (Valenciennes, 1836) (Osteichthyes, Mugilidae). **Bulletin of Marine Science** v. 68, p. 427-433, 2001.

MPA; MMA. Plano de gestão para o uso sustentável da tainha, *Mugil liza* Valenciennes, 1836, no sudeste e sul do Brasil. (eds MPA; MMA), Brasília pp. 238. 2015.

NASH, C. E.; SHEHADEH, Z. H., Review of breeding and propagation techniques for grey mullet, *Mugil cephalus* L. ICLARM Studies and Reviews 3, 87 p. International Center' for Living Aquatic Resources Managment, Manila, Philippines, 1980.

NETO, J. C. F.; SPACH, H. L. Sobrevivência de juvenis de *Mugil platanus* Günther, 1880 (Pisces, Mugilidae) em diferentes salinidades. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 25, p. 13-17, 1998.

PASSINI, G.; CARVALHO, C.; STERZELECKI, F. C.; BALOI, F.; MAGNOTTI, C.; PEDROTTI, F. S.; CERQUEIRA, V. R. Reprodução e larvicultura da tainha (*Mugil liza*) no Estado de Santa Catarina. In: **FENACAM & LACQUA/SARA (WAS)**, Brasil. 2015.

REIS, E. G; D'INCAO, F. The present status of artisanal fisheries of extreme Southern Brazil: na effort towards community-based management. **Ocean & Coastal Management**, v. 43, p. 585-595, 2000.

RIVIER, C.; RIVEST, S. Effect of stress on the activity of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis: peripheral and central mechanisms. **Biology of reproduction**, v. 45, n. 4, p. 523-532, 1991.

SAMPAIO, L. A.; FERREIRA, A. H.; TESSER, M. B. Effect of stocking density on laboratory rearing of mullet fingerlings, *Mugil platanus* (Günther, 1880). **Acta Scientiarum**, v. 23, p. 471-475, 2001.

SAMPAIO, L. A.; WASIELESKY, W.; MIRANDA-FILHO, K. C. Effect of salinity on acute toxicity of ammonia and nitrite to juvenile *Mugil platanus*. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 68, p. 668-674, 2002.

TAMARU, C. S.; FITZGERALD, W. J.; SATO, V.; CARLSTROM-TRICK, C. **Hatchery manual for the artificial propagation of striped mullet (*Mugil cephalus* L.)**. Guam Aquaculture Development and Training Center and the Oceanic Institute, Dept. of Commerce, 1993.

TAMARU, C. S.; KELLEY, C. D.; LEE, C. S.; AIDA, K.; HANYU, I. Effects of chronic LHRH-a+ 17-methyltestosterone or LHRH-a+ testosterone therapy on oocyte growth in the striped mullet (*Mugil cephalus*). **General and Comparative Endocrinology**, v. 76, n. 1, p. 114-127, 1989.

VIEIRA, J. P. Juvenile mullets (Pisces: Mugilidae) in the estuary of Lagoa dos Patos, RS Brazil. **Copeia**, p. 409–418, 1991.

VIEIRA, J. P.; SCALABRIN, C. Migração reprodutiva da Tainha (*Mugil platanus*, Günther, 1880) no sul do Brasil. **Atlântica**, v. 13, p. 131–141, 1991.

YAMANAKA, N.; PIMENTEL, C. M. M.; DOMINGUES, C. H. D. M.; OLIVEIRA, I. R.; GALVÃO, M. S. N.; ROJAS, N. E. T.; PORTELLA, M. C. Larvicultura e observações sobre o crescimento da tainha *Mugil* sp. em cativeiro (Cananéia, SP). In: *Simpósio Brasileiro de Aquicultura*, 7, Peruíbe, SP. São Paulo: ACIESP, 1992. p.124. 1992.

YOUSIF, O. M.; FATAH, A. A.; KRISHNA, K.; MINH, D. V.; HUNG, B. V. Induced spawning and larvicultura of grey mullet, *Mugil cephalus* (Linnaeus 1758) in the Emirate of Aby Dhabi. **Marine Finfish Aquaculture Network**, v. 15, p.41-43, 2010.

SISTEMAS DE BIOFLOCOS HETEROTRÓFICO E MADURO NO CULTIVO INTEGRADO DE CAMARÃO BRANCO DO PACÍFICO E TILÁPIA DO NILO

Mateus Aranha Martins¹, Moisés Angel Poli, Esmeralda Chamorro Legarda, Isabela Claudiana Pinheiro, Ramon Felipe Siqueira Carneiro, Patriula Kaliana Moreira Pereira, Felipe do Nascimento Vieira

RESUMO

Este estudo avaliou os efeitos dos sistemas de bioflocos heterotrófico e maduro no desempenho zootécnico, qualidade de água e produção de lodo no cultivo integrado de *Litopenaeus vannamei* e *Oreochromis niloticus* por meio de um experimento de 53 dias. Dois tratamentos foram avaliados: um sistema com suplementação de carbono (C) orgânico (tratamento heterotrófico), no qual foi feita a suplementação de C orgânico ao longo de todo experimento e não foi utilizado inóculo de bioflocos no início, e um tratamento maduro em que metade do volume dos tanques dos camarões foi preenchido com água rica em bioflocos de um ciclo de cultivo anterior antes do início do experimento. Os camarões ($3,34 \pm 0,03$ g) foram alimentados conforme uma tabela de alimentação enquanto os peixes ($5,73 \pm 0,06$ g) foram alimentados com uma taxa de 1% de sua biomassa para estimular a ingestão dos bioflocos. As densidades utilizadas foram 300 camarões m^{-3} e 344 peixes m^{-3} . O desempenho de crescimento dos camarões não foi afetado ($p > 0,05$), mas os peixes mantidos no tratamento heterotrófico apresentaram um melhor desempenho de crescimento para todas as variáveis avaliadas ($p < 0,05$). Nitrogênio amoniacal total e nitrito apresentaram concentrações menores no tratamento maduro ($p < 0,05$). A produção de lodo foi 114% maior no tratamento heterotrófico ($p < 0,05$). Esta pesquisa mostra que o sistema com suplementação de C orgânico (tratamento heterotrófico) favoreceu o crescimento dos peixes no cultivo integrado, mantendo qualidade de água adequada para a criação dos animais. Em contraste, o sistema maduro produziu menos lodo e manteve menores concentrações dos compostos nitrogenados tóxicos.

Palavras-chave: *Litopenaeus vannamei*; *Oreochromis niloticus*; BFT; aquicultura multitrófica integrada.

ABSTRACT

This study evaluated the effects of heterotrophic and mature biofloc systems on yield, water quality and sludge production in *Litopenaeus vannamei* and *Oreochromis niloticus* integrated culture through a 53-day experiment. Two treatments were evaluated: an organic carbon (C) supplemented system (heterotrophic treatment), in which organic C was supplemented throughout the whole experiment and no biofloc inoculum was added at the beginning, and a mature treatment in which half of the volume of shrimp units was filled with biofloc-rich water from a previous rearing cycle before the culture started. Shrimp (3.34 ± 0.03 g) and fish (5.73 ± 0.06 g) were stocked under 300 shrimp m^{-3} and 344 fish m^{-3} . The former were fed according to a feeding table, while the latter were fed at the rate of 1% of their biomass to stimulate the

¹ Graduando em Engenharia de Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina, bolsista de Iniciação Científica pelo CNPq (119737/2017-5), membro do Laboratório de Camarões Marinhos (CCA/UFSC). Florianópolis/SC. Email: m.martins95@live.com. CV: <http://lattes.cnpq.br/2606458849484024>.

ingestion of bioflocs. Shrimp growth performance was unaffected ($p>0.05$), but fish reared in the heterotrophic treatment exhibited better values for all growth performance variables evaluated ($p<0.05$). Total ammonia nitrogen and nitrite were lower in the mature treatment ($p<0.05$). Total sludge produced in the heterotrophic treatment was 114% higher than that in the mature treatment ($p<0.05$). This research shows that the organic C supplemented system (heterotrophic treatment) favored fish growth in the integrated rearing, maintaining water quality suitable for growing organisms. In contrast, the mature system produced less sludge and maintained lower concentrations of the toxic nitrogenous compounds.

KEYWORDS: *Litopenaeus vannamei*; *Oreochromis niloticus*; BFT; integrated multitrophic aquaculture.

INTRODUÇÃO

A produção mundial de animais aquáticos foi de 80 milhões de toneladas em 2016, depois de 10 anos de um crescimento anual de 5,8%, sendo um crescimento mais rápido comparado com outros setores de produção animal (FAO, 2018). A criação de crustáceos é um importante segmento da aquicultura, representando 24,6% do valor total de produção em 2016, com o camarão *Litopenaeus vannamei* sendo a principal espécie produzida (FAO, 2018).

Contudo, a aquicultura tem sofrido pressão devido aos seus impactos ambientais, que incluem destruição de manguezais e poluição de corpos d'água naturais (MARTINEZ-PORCHAS; MARTINEZ-CORDOVA, 2012). Uma forma de abordar esses problemas é por meio da utilização da tecnologia de bioflocos, um método de criação que permite intensificar a produção sem necessariamente aumentar o uso de terras e água (AVNIMELECH et al., 2008). Esse é um sistema com renovação mínima de água, no qual agregados microbianos suspensos na coluna d'água são responsáveis por remover os compostos nitrogenados tóxicos por assimilação heterotrófica, nitrificação ou assimilação fotoautotrófica (AVNIMELECH, 2015).

Em sistemas que empregam biomassas maiores que $0,5 \text{ kg m}^{-3}$, processos bacterianos tendem prevalecer em relação a processos algais (AVNIMELECH, 2015). Conforme aumenta-se a razão C:N desses sistemas pela suplementação de carbono orgânico, a assimilação de amônia por bactérias heterotróficas é estimulada (AVNIMELECH, 2015). Por outro lado, em baixas razões C:N a oxidação de amônia em nitrato é favorecida (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006). Como bactérias

nitrificantes possuem uma taxa de crescimento mais lenta em comparação com as heterotróficas, sistemas de bioflocos tendem a iniciar com suplementação de carbono orgânico. Contudo, é possível reduzir o tempo de desenvolvimento das bactérias quimioautotróficas utilizando-se bioflocos maduros, i.e. água rica em bioflocos de ciclos de cultivo anteriores na qual a comunidade nitrificante já se desenvolveu (EMERENCIANO et al., 2017; KRUMMENAUER et al., 2014).

Bactérias heterotróficas geram 40 vezes mais biomassa por unidade de substrato quando comparadas às quimioautotróficas, além de assimilarem 100% de uma dada quantidade de amônia, em contraste às nitrificantes que oxidam 97,5% da mesma quantidade em nitrato (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006). Como consequência, em sistemas de bioflocos suplementados com carbono orgânico, a concentração de sólidos suspensos totais (SST) aumenta a uma taxa maior (PANIGRAHI et al., 2018; RAY; LOTZ, 2014). Contudo, uma maior proporção do nitrogênio excretado poderia ficar disponível como biomassa microbiana nos bioflocos, medida como sólidos suspensos voláteis (SSV), quando comparado com sistemas que dependem principalmente da nitrificação, como aqueles que utilizam bioflocos maduros. Peixes e camarões, como *Oreochromis niloticus* e *L. vannamei*, respectivamente, poderiam se beneficiar, considerando que essas espécies são capazes de se alimentar dos bioflocos (AVNIMELECH, 2007; BURFORD et al., 2004).

Um desafio encontrado durante o manejo de sistemas de bioflocos é o aumento na concentração de SST ao longo do cultivo, o que pode obstruir as brânquias dos animais aquáticos e gerar mais efluente (HARGREAVES, 2013; SCHVEITZER et al., 2013). Se os nutrientes da ração forem utilizados mais eficientemente, esse problema pode ser reduzido. Isso pode ser feito ao se integrar espécies de diferentes níveis tróficos em um único sistema, i.e. Aquicultura Multi-trófica Integrada (AMTI) (CHOPIN et al., 2001). Em um trabalho inspirado no conceito da AMTI, o uso de *O. niloticus* para se alimentar dos resíduos de *L. vannamei* criados em sistema de bioflocos aumentou a retenção de nutrientes (POLI et al., 2019). Porém, ainda não foi avaliado como diferentes sistemas de bioflocos podem afetar o cultivo integrado, principalmente ao se considerar que os agregados microbianos poderiam se tornar mais nutritivos pela suplementação de carbono orgânico, além da consequência indesejável de maiores taxas de produção de SST (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006).

O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos nos índices produtivos, qualidade da água e produção de lodo de dois sistemas de bioflocos no cultivo integrado de *L. vannamei* e *O. niloticus*: um sistema de bioflocos maduro e um sistema com suplementação de carbono orgânico (tratamento heterotrófico).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento durou 53 dias e foi realizado no Laboratório de Camarões Marinhos (LCM), pertencente ao Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

2.1. Material Biológico

Foram utilizados juvenis de *L. vannamei* (linhagem HB16, Aquatec LTDA) previamente cultivados em um tanque do LCM; enquanto que os juvenis de *O. niloticus* (linhagem GIFT) foram adquiridos da Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), mantidos em água clara e gradualmente aclimatadas à salinidade utilizada no estudo. Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UFSC (Protocolo 1023030417).

2.2. Delineamento experimental e unidades experimentais

As unidades experimentais foram compostas por um tanque de 800 L de volume útil para os camarões e um tanque de 90 L de volume útil para as tilápias. Para manter a temperatura em 28 °C, aquecedores de 800 W e 100 W foram colocados nos tanques dos camarões e dos peixes, respectivamente. Para manter a concentração de oxigênio dissolvido acima de 5 mg L⁻¹ e os bioflocos em suspensão, foi empregado um sistema de aeração que consistia em mangueiras microperfuradas para os tanques dos camarões e 4 pedras porosas por tanque para os tanques dos peixes, todos conectados a um soprador de ar. Substratos verticais constituídos por 100% poliéster de alta densidade Needlona® correspondendo a 80% da área de superfície do tanque foram instalados nas unidades dos camarões. Em cada unidade experimental, uma bomba submersa (Sarlo-Better 650 L h⁻¹) localizada no tanque dos camarões enviava água ao tanque das tilápias, a qual retornava aos tanques maiores por gravidade. As unidades estavam localizadas em uma estufa agrícola.

Dois tratamentos foram testados em um delineamento completamente ao acaso em quadruplicata: um sistema de bioflocos maduro (tratamento maduro) e um sistema predominantemente heterotrófico (tratamento heterotrófico).

2.2.1. Tratamento Heterotrófico

Para o tratamento heterotrófico, um tanque de 800 L de volume útil equipado com os mesmos sistemas de aeração e aquecimento utilizados nos tanques dos camarões foi preenchido com 800 L de água do mar (33 g L^{-1}). Cinco dias antes do início do experimento, a fertilização do tanque foi iniciada com o intuito de providenciar um inóculo inicial de bioflocos para as 4 unidades experimentais. No dia 1 da fertilização, ração para camarão (560 g) (Guabi-poti Mirim QS 40J, 40% proteína bruta) foi adicionada. Nos 4 dias seguintes, açúcar foi adicionado diariamente, totalizando 418 g. A razão C:N resultante foi 12,5, assumindo que 50% da ração é C e 99,6% do açúcar é carboidrato. Oxigênio dissolvido ($6,5 \pm 0,4 \text{ mg L}^{-1}$) e temperatura ($25,4 \pm 1,7 \text{ }^\circ\text{C}$) foram monitorados diariamente. Os valores das variáveis de qualidade de água no quinto dia foram: nitrogênio amoniacal total (NAT) $2,32 \text{ mg L}^{-1}$; nitrito (N-NO_2^-) $0,03 \text{ mg L}^{-1}$; sólidos suspenso totais (SST) 764 mg L^{-1} ; pH 8,14; alcalinidade 280 mg L^{-1} e salinidade $33,6 \text{ g L}^{-1}$. No dia seguinte, o volume do tanque foi igualmente distribuído entre o quatro tanques de camarão do tratamento heterotrófico para proporcionar um concentração de SST de aproximadamente 200 mg L^{-1} . Cada tanque foi então preenchido com 223 L de água salgada e, após a estocagem dos camarões, o volume restante foi preenchido com água doce.

Ao longo do experimento, o acúmulo de nitrogênio inorgânico foi controlado de duas formas. A primeira consistia na adição de açúcar com base na estimativa de que 75% do nitrogênio presente na ração dos animais é excretado como amônia. Para cada grama de NAT, 20 g de carboidrato foram adicionados (AVNIMELECH, 1999). Além disso, qualquer concentração de NAT observada durante a análise de qualidade de água foi seguida pela adição de açúcar utilizando-se a mesma relação carboidrato: NAT. A quantidade diária de açúcar foi dividida em duas provisões fornecidas às 10:00 e às 16:00.

Os valores de qualidade de água no primeiro dia do experimento foram: nitrogênio amoniacal total (NAT) $7,2 \pm 1,04 \text{ mg L}^{-1}$; nitrito (N-NO_2^-) $0,1 \pm 0,03 \text{ mg L}^{-1}$;

nitrito (N-NO₂⁻) 1,09±0,52 mg L⁻¹; sólidos suspensos totais (SST) 208,50±7,42 mg L⁻¹; pH 7,79±0,06 ;alcalinidade 83±2 mg L⁻¹ e salinidade 18,1±0,3 g L⁻¹.

2.2.2. Tratamento Maduro

Cada um dos 4 tanques de camarão do tratamento maduro foram preenchidos com 423 L de água de um tanque de cultivo de camarão em bioflocos de 50 m³, no qual a nitrificação já estava estabelecida, para fornecer um inóculo inicial de bioflocos maduros. Os valores da qualidade de água no tanque matriz um dia antes da transferência da água eram: nitrogênio amoniacal total (NAT) 0,96 mg L⁻¹; nitrito (N-NO₂⁻) 0,71 mg L⁻¹; sólidos suspensos totais (SST) 302 mg L⁻¹; pH 7,66; alcalinidade 120 mg L⁻¹ e salinidade 32,8 g L⁻¹. O volume restante de cada tanque foi preenchido com água doce após a estocagem dos camarões.

Para prevenir concentrações tóxicas de amônia e nitrito, os mesmos procedimentos descritos para o tratamento heterotrófico foram realizados durante os primeiros 15 dias de cultivo. Contudo, ao invés de ser adicionado açúcar para remover qualquer concentração de NAT observada na qualidade de água, objetivou-se apenas impedir que a concentração não ultrapassasse 0,8 mg L⁻¹, para disponibilizar substrato para as bactérias nitrificantes.

Os valores da qualidade da água das unidades do tratamento maduro no primeiro dia do experimento foram: nitrogênio amoniacal total (NAT) 1,07±0,10 mg L⁻¹; nitrito (N-NO₂⁻) 1,21±0,52 mg L⁻¹; sólidos suspensos totais (SST) 131,75±5,50 mg L⁻¹; pH 7,99±0,02 ; alcalinidade 78±4 mg L⁻¹ e salinidade 18,2±0,1 g L⁻¹.

2.2.3 Estocagem dos animais e manejo do sistema

Os camarões foram estocados sob uma densidade de 300 camarões m⁻³ (240 camarões tanque⁻¹). A densidade de tilápia utilizada foi determinada com base na metodologia descrita por Poli et al. (2019). Foi considerada que a biomassa final de peixe estimada (0,9 kg) corresponderia a 30% da biomassa final do camarão estimada (3,0 kg), sendo o tratamento que apresentou o melhor desempenho no estudo citado. No presente estudo, os peixes (5,73±0,06 g) foram estocados sob a densidade de 344 peixes m⁻³ (31 peixes tanque⁻¹), considerando um peso médio final de 30 g.

Uma ração comercial contendo 38% de proteína bruta (Guabi-Poti Mirim 1.6 mm) foi fornecida aos camarões 4 vezes ao dia, de acordo com uma tabela de alimentação (VAN WYK, 1999) às 8:30, 11:30, 14:30 e 17:30. Uma bandeja de alimentação foi utilizada para conferir a presença de restos e, quando considerado necessário, a quantidade de ração foi reduzida. Semanalmente, uma amostra de camarões foi pesada para ajustar a quantidade de ração a ser administrada.

Os peixes foram alimentados a uma taxa de 1% da biomassa ao invés dos 8% recomendados na literatura para a respectiva faixa de peso (OSTRENSKY; BOEGER, 1998), com o intuito de induzir a ingestão dos bioflocos. Uma ração comercial contendo 45% de proteína bruta (Nutripiscis Starter 45) foi fornecida diariamente às 9:30. No trigésimo dia do experimento, todos os peixes de cada tanque foram pesados e a quantidade de ração ajustada.

Decantadores cônicos (90 L) e uma bomba submersa (Sarlo-Better 650 L h⁻¹) foram utilizados para remover o excesso de lodo. O objetivo foi manter a concentração de SST entre 400 e 600 mg L⁻¹ (SCHVEITZER et al., 2013)

Ao longo do experimento, água perdida por evaporação foi repostada com água doce, enquanto água perdida pela remoção de lodo foi repostada com água salgada para manter a salinidade em 18 g L⁻¹. Para manter a alcalinidade acima de 120 mg L⁻¹, hidróxido de cálcio foi adicionado.

2.3. Qualidade de Água e Quantificação do Lodo

Oxigênio dissolvido e temperatura foram medidos duas vezes ao dia (8:00 e 17:00) utilizando um oxímetro (YSI Pro20). Duas vezes na semana, NAT (GRASSHOFF; EHRHARDT; KREMLING, 1983), nitrito (STRICKLAND; PARSONS, 1970), alcalinidade (APHA; WWA; WEF, 2005), pH (pH-metro Tecnal®) e salinidade (Eco-Sense YSI EC3) foram medidos. Nitrato (APHA; WWA; WEF, 2005) foi analisado no início, no vigésimo nono dia e no final do experimento.

Duas vezes na semana foram medidos SST, SSV e sólidos suspensos fixos (FSS) (APHA; WWA; WEF, 2005). Quando os decantadores eram empregados, o volume de lodo era medido e uma amostra coletada para a análise da concentração de SST (APHA; WWA; WEF, 2005). O lodo total produzido em cada unidade experimental foi avaliado seguindo Poli et al. (2019).

2.4. Desempenho de crescimento

Ao final do experimento, o desempenho dos camarões foi avaliado por meio das variáveis: peso médio final (g), fator de conversão alimentar, sobrevivência (%) e biomassa final (kg). Em relação aos peixes, seu desempenho foi avaliado por meio de peso médio final (g), fator de conversão alimentar, sobrevivência (%) e biomassa final (kg). A produtividade do sistema também foi avaliada (kg m^{-3}).

2.5. Análise Estatística

Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Levene para avaliar normalidade e homocedasticidade, respectivamente. Dados percentuais passaram por transformação angular antes dos testes. Quando as suposições eram confirmadas, o teste-t de Student foi aplicado ($\alpha=0,05$). Nos dados que não cumpriam o pré-requisito, foi aplicado o teste de Mann-Whitney (ZAR, 2010).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Qualidade de Água e Quantificação de Lodo

Temperatura, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, salinidade e nitrato foram mantidos em valores adequados para o cultivo das duas espécies (DELONG; LOSORDO; RAKOCY, 2009; SURESH; LIN, 1992; VAN WYK; SCARPA, 1999). Em relação ao nitrogênio amoniacal total, foram observados picos de $7,2 \pm 1,0 \text{ mg L}^{-1}$ e $1,7 \pm 0,2 \text{ mg L}^{-1}$ nos tratamentos heterotrófico e maduro, respectivamente. A concentração observada no tratamento heterotrófico corresponde a $0,22 \pm 0,03 \text{ mg L}^{-1}$ de amônia não ionizada ($\text{NH}_3\text{-N}$), o que é maior do que o nível de segurança para juvenis de *L. vannamei* cultivados em uma salinidade de 15 g L^{-1} ($0,16 \text{ mg L}^{-1}$ de $\text{NH}_3\text{-N}$) (LIN; CHEN, 2001). Contudo, o desempenho da espécie parece não ter sido afetado, considerando que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1). No caso do nitrito, foram observados picos de $7,1 \pm 1,0 \text{ mg L}^{-1}$ e $3,1 \pm 0,3 \text{ mg L}^{-1}$ nos tratamentos heterotrófico e maduro, respectivamente. O nível de segurança para juvenis de *L. vannamei* cultivados em uma salinidade de 15 g L^{-1} é de $6,1 \text{ mg L}^{-1}$ de N-NO_2^- (LIN; CHEN, 2003) e para juvenis de *O. niloticus* cultivados em água doce é $8,1 \text{ mg L}^{-1}$ de N-NO_2^- (ATWOOD et al., 2001). A concentração observada no

tratamento heterotrófico foi possivelmente segura para ambas as espécies, considerando que a toxicidade do nitrito diminui conforme a salinidade aumenta (KROUPOVA; MACHOVA; SVOBODOVA, 2005) e que o desempenho de ambas as espécies não foi negativamente afetado no tratamento heterotrófico.

A concentração de SST significativamente maior no tratamento heterotrófico foi um resultado da significativamente maior quantidade de açúcar adicionada neste tratamento ($3,96 \pm 0,11$ kg comparado com $0,31 \pm 0,01$ kg no tratamento maduro, p-valor (Mann-Whitney) = 0,0209) já que quantidade de ração fornecida foi, apesar de significativamente diferente, numericamente parecida ($3922,93 \pm 14,36$ g no tratamento heterotrófico e $3862,68 \pm 2,80$ g no tratamento maduro, p-valor (teste-t) = 0,0001). Isto também explica a maior produção de lodo desse tratamento, que foi 114% maior quando comparada com o tratamento maduro. Apesar disso, ambas as concentrações de SST foram mantidas dentro do intervalo recomendado para camarão (SCHVEITZER et al., 2013) e tilápia (AVNIMELECH, 2015).

Bactérias heterotróficas produzem mais SSV por unidade de substrato (amônia) quando comparadas com as bactérias nitrificantes (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006). Isso explica a maior concentração de SSV observada no tratamento heterotrófico. A menor concentração de $N-NO_3^-$ também pode ser atribuída ao favorecimento das bactérias heterotróficas pela redução de substrato disponível para as bactérias nitrificantes (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006).

Tabela 1: Variáveis físico-químicas da água de sistemas maduro e heterotrófico de bioflocos no cultivo integrado de *Litopenaeus vannamei* e *Oreochromis niloticus* por 53 dias.

	Maduro	Heterotrófico	p-valor
Oxigênio dissolvido ($mg L^{-1}$) (Camarão)	$6,4 \pm 0,0$	$6,3 \pm 0,1$	0,2259
Oxigênio dissolvido ($mg L^{-1}$) (Peixe)	$6,2 \pm 0,1$	$5,9 \pm 0,1$	0,7827
Temperatura ($^{\circ}C$) (Camarão)	$28,3 \pm 0,3$	$28,4 \pm 0,5$	0,7827
Temperatura ($^{\circ}C$) (Peixe)	$28,2 \pm 0,2$	$28,2 \pm 0,4$	0,9515
Nitrogênio amoniacal total ($mg L^{-1}$)	$0,5 \pm 0,0^a$	$1,4 \pm 0,1^b$	<0,0001
Nitrito ($N-NO_2^-$)	$1,0 \pm 0,1^a$	$1,6 \pm 0,2^b$	0,0011
Nitrato ($N-NO_3^-$)	$10,8 \pm 1,9^a$	$2,9 \pm 1,1^b$	0,0003
Alcalinidade ($mg CaCO_3 L^{-1}$)	133 ± 1^a	172 ± 12^b	0,0005
pH	$7,99 \pm 0,06$	$8,04 \pm 0,05$	0,2414
Salinidade ($g L^{-1}$)	$18,5 \pm 0,1$	$18,4 \pm 0,1$	0,2035
SST ($mg L^{-1}$)	$415,3 \pm 7,6^a$	$495,0 \pm 27,2^b$	0,0209*
SSV (%)	$46,1 \pm 1,5^a$	$54,8 \pm 1,0^b$	<0,0001
SSF (%)	$53,9 \pm 1,5^a$	$45,1 \pm 1,0^b$	<0,0001
Total de lodo produzido(kg)	$1,02 \pm 0,16^a$	$2,18 \pm 0,22^b$	0,0209*

Dados apresentados como média±desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística pelo teste-t ($p < 0,05$).). *p-valor do teste de Mann-Whitney. Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2. Desempenho de crescimento

A adição de C orgânico suplementar em sistemas com renovação mínima de água para promover a assimilação de amônia por bactérias heterotróficas resulta em uma maior produção de biomassa bacteriana quando comparado às bactérias quimioautotróficas (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006). Isto também é sustentado pela maior porcentagem de SSV encontrado neste estudo (Tabela 1) e em outros trabalhos (RAY; LOTZ, 2014; XU; MORRIS; SAMOCHA, 2016, 2018). Essa maior produção de alimento natural, medida pela maior porcentagem de SSV pode ser benéfica aos animais aquáticos que são capazes de se alimentar dos bioflocos, como *L. vannamei* e *O. niloticus* (AVNIMELECH, 2007; BURFORD et al., 2004). Esse efeito foi observado por Poli et al. (2015) em larvas de jundiá *Rhamdia quelen* cultivadas em bioflocos. Os autores observaram que as larvas atingiram um peso médio final maior no tratamento em que os bioflocos possuíam a maior porcentagem de SSV. Isso sustenta o resultado obtido no atual trabalho em que as tilápias apresentaram um melhor desempenho no tratamento em que os bioflocos possuíam uma maior porcentagem de SSV (Tabela 2).

Tabela 2: Produtividade do sistema e desempenho zootécnico no cultivo integrado de *Oreochromis niloticus* e *Litopenaeus vannamei* em sistemas maduro e heterotrófico de bioflocos por 53 dias.

	Maduro	Heterotrófico	p-valor
Camarão			
Peso médio final (g)	11,69±0,74	11,44±0,33	0,5510
Sobrevivência (%)	89,38±1,68	88,33±2,78	0,5896
Fator de conversão alimentar	2,17±0,17	2,28±0,01	0,2754
Biomassa final (kg)	2,51±0,16	2,42±0,01	0,3234
Produtividade (kg m ⁻³)	3,13±0,20	3,03±0,01	0,3234
Tilápia			
Peso médio final (g)	21,48±1,96 ^a	45,10±3,72 ^b	<0,0001
Sobrevivência (%)	94,35±3,09 ^a	99,19±1,61 ^b	0,0321
Fator de conversão alimentar	0,38±0,06 ^a	0,20±0,02 ^b	0,0015
Biomassa final (kg)	0,63±0,07 ^a	1,38±0,10 ^b	<0,0001
Produtividade (kg m ⁻³)	6,99±0,76 ^a	15,40±1,10 ^b	<0,0001
Camarão + tilápia			
Biomassa final total (kg)	3,14±0,10 ^a	3,81±0,09 ^b	<0,0001

Dados apresentados como média±desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística pelo teste-t ($p < 0,05$). Fonte: Elaborado pelos autores.

Apesar de que ambos *O. niloticus* e *L. vannamei* são capazes de se alimentar dos agregados microbianos (AVNIMELECH, 2007; BURFORD et al., 2004), o desempenho dos camarões não foi afetado da forma como o desempenho dos peixes (Tabela 2). Isto pode ser atribuído ao fato de que os peixes foram subalimentados, o que resultou nos bioflocos compondo uma maior proporção de sua alimentação quando comparado com os camarões, que foram alimentados conforme uma tabela de alimentação. Esse argumento é sustentado pelos baixos FCA dos peixes em ambos os tratamentos, o que indica que o alimento natural contribuiu bastante à sua alimentação. Assim, qualquer variação nas características dos bioflocos que poderiam beneficiar os animais, e.g. uma maior porcentagem de SSV no tratamento heterotrófico, afetaria os peixes de forma mais intensa do que os camarões.

4. CONCLUSÃO

A utilização dos sistemas heterotrófico ou maduro no cultivo integrado de *L. vannamei* e *O. niloticus* em bioflocos apresenta efeitos significativos na produtividade, na qualidade de água e na produção de lodo. O sistema de bioflocos heterotrófico promove um maior crescimento dos peixes e maior produção de lodo. Em contrapartida, o sistema maduro promove menores concentrações dos compostos nitrogenados tóxicos, amônia e nitrito. O desempenho do camarão não foi afetado. Portanto, o desenvolvimento de cultivos integrados em sistemas de bioflocos deve levar em conta que os diferentes sistemas de manejo afetam o sistema de forma diferente.

5. FINANCIAMENTO

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) concedeu uma bolsa de Iniciação Científica ao primeiro autor (119737/2017-5), uma bolsa de produtividade de pesquisa a Felipe do Nascimento Vieira (305357/2017-4), e financiou o projeto de pesquisa ao qual pertence o atual estudo (406310/2016-5). Este trabalho também foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- APHA (American Public Health Association); WWA (Water Works Association); WEF (Water Environment Federation). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2005.
- ATWOOD, H.L.; FONTENOT, Q.C.; TOMASSO, J.R.; ISELY, J.J. Toxicity of Nitrite to Nile Tilapia: Effect of Fish Size and Environmental Chloride. **N. Am. J. Aquac.**, v. 63, p. 49–51, 2001. [https://doi.org/10.1577/1548-8454\(2001\)063<0049:TONTNT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8454(2001)063<0049:TONTNT>2.0.CO;2).
- AVNIMELECH, Y. **Biofloc Technology - A Practical Guidebook**. 3. ed. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2015. 258 p.
- AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, v. 264, p. 140–147, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.11.025>.
- AVNIMELECH, Y.; VERDEGEM, M.C.J.; KURUP, M.; KESHAVANATH, P. Sustainable land-based aquaculture: rational utilization of water, land and feed resources. **Mediterr. Aquac. J.**, v. 1, p. 45–55, 2008. <https://doi.org/10.21608/maj.2008.2663>.
- BURFORD, M.A.; THOMPSON, P.J.; MCINTOSH, R.P.; BAUMAN, R.H.; PEARSON, D.C. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. **Aquaculture**, v. 232, p. 525–537, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00541-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00541-6).
- CHOPIN, T.; BUSCHMANN, A.H.; HALLING, C.; TROELL, M.; KAUTSKY, N.; NEORI, A.; KRAEMER, G.P.; ZERTUCHE-GONZÁLEZ, J.A.; YARISH, C.; NEEFUS, C. Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: a key toward sustainability. **J. Phycol.**, v. 37, p. 975–986, 2001. <https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.2001.01137.x>.
- DELONG, D.P.; LOSORDO, T.M.; RAKOCY, J.E. Tank Culture of Tilapia. **SRAC Publ.**, n. 282, 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. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.2006.03.019>.
- EMERENCIANO, M.G.C.; MARTÍNEZ-CORDOVA, L.R.; MARTÍNEZ-PORCHAS, M.; MIRANDA-BAEZA, A. Biofloc Technology (BFT): A Tool for Water Quality Management in Aquaculture. In: Tutu, H. (Ed.). **Water Quality**. Rijeka: IntechOpen, 2017. p. 91–109. <https://doi.org/10.5772/66416>.

FAO. **The State of World fisheries and Aquaculture**. Rome: FAO, 2018. 227 p.
GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M.; KREMLING, K. **Methods of Seawater Analysis**. 2. ed. New York: Verlag Chemie Weinheim, 1983. 600p.

HARGREAVES, J.A. Biofloc production systems for aquaculture. **SRAC Publication**, n. 4503, 2013.

KROUPOVA, H.; MACHOVA, J.; SVOBODOVA, Z. Nitrite influence on fish: a review. **Vet. Med. (Praha)**, v. 50, p. 461–471, 2005. <https://doi.org/10.17221/5650-VETMED>.

KRUMMENAUER, D.; SAMOCHA, T.; POERSCH, L.; LARA, G.; WASIELESKY, W. The reuse of water on the culture of pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in BFT system. **J. World Aquac. Soc.**, v. 45, p. 3–14, 2014. <https://doi.org/10.1111/jwas.12093>.

LIN, Y.C.; CHEN, J.C. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. **Aquaculture**, v. 224, p. 193–201, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00220-5).

LIN, Y.C.; CHEN, J.C. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* boone juveniles at different salinity levels. **J. Exp. Mar. Bio. Ecol.**, v. 259, p. 109–119, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(01\)00227-1](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(01)00227-1).

MARTINEZ-PORCHAS, M.; MARTINEZ-CORDOVA, L.R. World aquaculture: environmental impacts and troubleshooting alternatives. **Sci. World J.**, v. 2012, n. 389623, 2012. <https://doi.org/10.1100/2012/389623>.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: Fundamentos e técnicas de manejo**. 1. ed. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária LTDA., 1998. 211 p.
PANIGRAHI, A.; SARANYA, C.; SUNDARAM, M.; VINOTH KANNAN, S.R.; DAS, R.R.; SATISH KUMAR, R.; RAJESH, P.; OTTA, S.K. Carbon: nitrogen (C:N) ratio level variation influences microbial community of the system and growth as well as immunity of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in biofloc based culture system. **Fish Shellfish Immunol.**, v. 81, p. 329–337, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.07.035>.

POLI, M.A.; LEGARDA, E.C.; LORENZO, M.A.; MARTINS, M.A.; VIEIRA, F.N. Pacific white shrimp and Nile tilapia integrated in a biofloc system under different fish-stocking densities. **Aquaculture**, v. 498, p. 83–89, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.08.045>.

POLI, M.A.; SCHVEITZER, R.; NUÑER, A.P.O. The use of biofloc technology in a South American catfish (*Rhamdia quelen*) hatchery: Effect of suspended solids in the performance of larvae. **Aquac. Eng.**, v. 66, p. 17–21, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2015.01.004>.

RAY, A.J.; LOTZ, J.M. Comparing a chemoautotrophic-based biofloc system and

three heterotrophic-based systems receiving different carbohydrate sources. **Aquac. Eng.**, v. 63, p. 54–61, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2014.10.001>.

SCHVEITZER, R.; ARANTES, R.; COSTÓDIO, P.F.S.; SANTO, C.M.E.; ARANA, L.V.; SEIFFERT, W.Q.; ANDREATTA, E.R. Effect of different biofloc levels on microbial activity, water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* in a tank system operated with no water exchange. **Aquac. Eng.**, v. 56, p. 59–70, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2013.04.006>.

STRICKLAND, J.D.H.; PARSONS, T.R. **A Practical Handbook of Seawater Analysis**. Ottawa: Fisheries Research Board of Canada, 1972. 310 p.

SURESH, A.V.; LIN, C.K. Tilapia culture in saline waters: a review. **Aquaculture**, v. 106, p. 201–226, 1992. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(92\)90253-H](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90253-H).

VAN WYK, P. Nutrition and feeding of *Litopenaeus vannamei* in intensive culture systems. In: VAN WYK, P. et al. **Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems**. Tallahassee: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, 1999. p. 141–161.

VAN WYK, P., SCARPA, J. Water quality management. In: Van Wyk, P. et al. **Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems**. Tallahassee: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, 1999. p. 141–161.

XU, W.J.; MORRIS, T.C.; SAMOCHA, T.M. Effects of two commercial feeds for semi-intensive and hyper-intensive culture and four C/N ratios on water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* juveniles at high density in biofloc-based, zero-exchange outdoor tanks. **Aquaculture**, v. 490, p. 194–202, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.02.028>.

XU, W.J.; MORRIS, T.C.; SAMOCHA, T.M. Effects of C/N ratio on biofloc development, water quality, and performance of *Litopenaeus vannamei* juveniles in a biofloc-based, high-density, zero-exchange, outdoor tank system. **Aquaculture**, v. 453, p. 169–175, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.11.021>.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**. 5. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010. 944 p.

SILAGEM ÁCIDA DE RESÍDUOS DO ENLATAMENTO DE SARDINHA sob DUAS CONDIÇÕES TÉRMICAS: PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

Maria Fernanda Oliveira da Silva¹, Maria Beatriz Abreu Gloria, Dariane Beatriz Schoffen Enke, Débora Machado Fracalossi.

RESUMO

A silagem de pescado é uma alternativa proteica na fabricação de rações para aquicultura. A temperatura afeta a hidrólise de proteínas e, portanto, pode afetar a composição e a qualidade da silagem. Para testar esta hipótese, comparou-se a silagem ácida de resíduos do enlatamento de sardinhas produzida no verão ($21,87 \pm 0,99$ °C) com a produzida no inverno ($16,93 \pm 0,70$ °C). Após moagem dos resíduos de sardinha, foi adicionado ácido acético a 10% (volume:peso) e a mistura foi homogeneizada e armazenada. Após 30 dias, foram obtidas três frações diferentes: líquida, pastosa e sólida. Em todas as frações, a matéria mineral foi maior na silagem de verão, enquanto a proteína bruta foi maior na silagem de inverno para frações sólidas e pastosas. As concentrações de aminoácidos foram significativamente maiores na fração pastosa da silagem de inverno e o teor de cálcio foi maior na fração sólida da silagem de inverno. A qualidade da silagem de resíduos de sardinha, avaliada através da proliferação de microrganismos indesejáveis, não foi afetada pela preparação no verão ou no inverno. No entanto, a silagem produzida no verão mostra maior concentração de aminas biogênicas, indicando maior deterioração da matéria-prima. Ocorreu hidrólise de proteínas na silagem preparada nas duas condições térmicas; no entanto, foi maior na silagem de verão. O aumento da solubilidade de proteínas demonstra a eficácia da silagem ácida para aumentar a disponibilidade de proteínas e seu bom potencial para uso em rações para animais.

Palavras-chave: nutrição; subproduto; pescado; hidrolisado; substituição.

ABSTRACT

Fish silage is a potential alternative protein for aquafeeds. Temperature affects protein hydrolysis and therefore could affect silage composition and quality. To test this hypothesis, acid silage of sardine canning waste prepared in the summer (21.87 ± 0.99 °C) was compared to that produced in the winter (16.93 ± 0.70 °C). After grinding sardine waste, 10% acetic acid (v:w) was added and the mixture was homogenized and stored. After 30 days, three different fractions were obtained: liquid, pasty and solid. In all fractions, ash was higher in summer silage while crude protein was higher in winter silage for solid and pasty fractions. Amino-acid concentrations were significantly higher in pasty fraction of winter silage and calcium content was higher in solid fraction of winter silage. Quality of sardine waste silage, evaluated through the proliferation of undesirable microorganisms, was not affected by preparation in the summer or winter. However, silage produced in summer shows higher concentration of biogenic amines, indicating further deterioration of the raw material. Protein hydrolysis occurred in silage prepared under both thermal conditions; however, it was higher in summer silage. The increase in protein solubility demonstrates the

¹ Departamento de Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia Admar Gonzaga, 1346, Florianópolis, SC 88034-001, Brasil

effectiveness of acid silage to increase protein availability and its good potential for use in aquafeeds.

Key-words: feedstuffs, protein hydrolysis, fisheries by-product

INTRODUÇÃO

O Estado de Santa Catarina é destaque na produção aquícola e pesqueira, desta forma, um grande volume de resíduos de processamento de peixes é gerado pela indústria e seu descarte inadequado pode ser altamente prejudicial ao meio ambiente, sendo necessário procurar usos alternativos para esses resíduos. A sardinha é um importante recurso pesqueiro nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. No estado de Santa Catarina, as principais espécies de sardinha capturadas são *Sardinella brasiliensis*, *Harengula clupeiola* e *Ophistonema oglinum*, que totalizaram 23,0 t em 2010 (UNIVALI / CTTMar, 2011). Antes do processo de enlatamento, a cabeça, nadadeira e as vísceras da sardinha são removidas e os resíduos gerados têm um grande potencial para serem utilizados como matéria-prima na produção de silagem, uma vez que é um resíduo padrão.

A silagem ácida é um uso alternativo interessante dos resíduos de processamento de peixes. É um produto líquido produzido pela acidificação de peixes inteiros ou partes de peixes hidrolisados por enzimas já presentes no peixe. As enzimas decompõem as proteínas do tecido em unidades solúveis menores, e o ácido ajuda a acelerar sua atividade, evitando a deterioração bacteriana (OETTERER, 1994; FAO, 2001). O produto final é uma fonte de proteínas e minerais de alta qualidade para alimentação animal. Durante o processamento e armazenamento de ingredientes proteicos pode ocorrer a deterioração da proteína, seja de forma enzimática endógena ou bacteriana. Os aminoácidos podem sofrer desaminação, formando amônia e compostos contendo carbonos ou sofrer descarboxilação, formando aminas biogênicas e gás carbônico (LASZLO et al., 1986). As aminas biogênicas são boas indicadoras da qualidade da matéria-prima pois são metabólitos de origem bacteriana e resistentes ao tratamento térmico (GLORIA, 2006). Portanto, esses compostos devem ser monitorados para não constituir um risco potencial em silagens de peixes. Outro determinante da qualidade é a temperatura na qual a silagem é realizada, pois afeta a hidrólise de proteínas (OETTERER, 1994). Além disso, as temperaturas

prevalentes nas diferentes estações do ano também podem alterar a composição do tecido do peixe (OGAWA e MAIA, 1999). Desta forma, é importante garantir que o produto final tenha boa qualidade, além de propriedades nutricionais adequadas. Além disso, o excesso de fósforo em qualquer alimento para animais é uma questão importante na aquicultura, pois pode levar à eutrofização do ambiente devido ao aumento da excreção de fósforo nas fezes de peixes. Portanto, a separação das frações da silagem para reduzir a matéria mineral pode ser uma alternativa interessante, considerando que o teor ósseo dos resíduos de peixe pode aumentar o teor de matéria mineral na silagem.

A silagem de resíduos de peixe responde às preocupações ambientais causadas pela falta de descarte adequado da indústria de peixes e oferece vantagens econômicas (OLIVEIRA et al, 2006; BORGHESI et al., 2007; FERRAZ de ARRUDA et al., 2007). Além disso, a produção de silagem é viável em pequena escala e com baixo custo, mostrando viabilidade para uso em alimentos para aquicultura (KOMPIANG, 1981; BEERLI et al, 2004; OLIVEIRA et al, 2006). No entanto, não há informações disponíveis sobre a composição de diferentes frações da silagem de peixes. Além disso, são necessários estudos para garantir a composição nutricional e a segurança da silagem de peixes, no que diz respeito às aminas biogênicas e ao conteúdo microbiológico. Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar a qualidade nutricional e de segurança de diferentes frações (líquidas, pastosas e sólidas) de silagens ácidas produzidas com resíduos do enlatamento de sardinha no verão e inverno.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em duas condições térmicas: a) verão durante o mês de março e b) inverno durante o mês de agosto. Os resíduos de sardinha foram adquiridos nas indústrias de processamento de peixes localizadas em Itajaí, Santa Catarina, Brasil.

Produção da silagem

Trinta quilogramas de resíduos de sardinha compostos por cabeças, vísceras e nadadeiras, foram pesados e moídos em um moedor de carne elétrico e depois divididos em três lotes de 10 kg e armazenados em tambores de plástico de 40 L com

tampas. Após trituração dos resíduos, foram adicionados 10% de ácido acético (volume:peso) e 2% de BHT. A mistura foi homogeneizada manualmente uma vez ao dia durante os primeiros cinco dias, para proporcionar contato uniforme do ácido com a matéria-prima (SEIBEL e SOARES-SOUZA, 2003) e armazenada por 30 dias. O pH e a temperatura da silagem foram monitorados diariamente com um potenciômetro e um termômetro de mercúrio, respectivamente. Após 30 dias, o produto final foi separado em três frações: líquida, pastosa e sólida. A fração sólida foi obtida pressionando a silagem, utilizando uma prensa manual, enquanto as frações pastosa e líquida foram obtidas por centrifugação (5000 g por 25 min) do produto restante. O rendimento das respectivas frações foi calculado.

Análises laboratoriais

Análises da matéria-prima

As análises de composição proximal foram realizadas de acordo com AOAC (1999): proteína bruta (microKjeldhal; fator de conversão 6,25; método 945,01), extrato etéreo (Soxhlet; método 920,39C), matéria seca (gravimétrica a 105 °C, método 950,01), matéria mineral (incineração em um forno mufla; método 942.05). As análises de qualidade (aminas microbiológicas e biogênicas) foram realizadas no início e no final do processo de ensilagem. As análises microbiológicas realizadas foram: *Staphylococcus* coagulase positivo, coliformes e *Salmonella* spp. As amins biogênicas foram analisadas após extração com ácido tricloroacético a 5% e separação por derivação pós-coluna de fase reversa em pares de íons por HPLC com o-ftalaldeído e detecção fluorimétrica (Gloria e Vale, 1997). As amins determinadas foram: agmatina (AGM), cadaverina (CAD), espermidina (SPD), espermina (SPM), feniletilamina (PHM), histamina (HIM), putrescina (PUT), tiramina (TYM) e triptamina (TRM).

Análises do Produto Final

Durante o processo de ensilagem, o grau de hidrólise de proteínas foi monitorado através da determinação do nitrogênio solúvel, obtido por precipitação das proteínas de 1 g da amostra com 10 mL de água destilada e 10 mL de ácido tricloroacético a 40% (Haard et al. 1985). Após repouso por 30 min, o nitrogênio

solúvel no filtrado foi determinado pelo método de micro-Kjeldahl (método 945.01; AOAC, 1999). Análises microbiológicas e de aminas biogênicas também foram realizadas no produto final.

Análises das frações

As análises de composição proximal (matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral) foram realizadas nas três frações, da mesma forma que na descrição da análise da matéria-prima. O perfil mineral foi analisado na fração sólida, após extração por calcinação e digestão ácida por absorção atômica (ANFAR, 2009). Na fração pastosa, além do perfil mineral, o perfil de aminoácidos também foi determinado após a hidrólise da proteína com HCl 6 N por 24 h a 110 ° C. Os aminoácidos liberados reagiram com fenilisotilcianato (PITC) e foram separados por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) na fase reversa e detectados por UV a 254 nm. A quantificação foi realizada por calibração interna multinível usando o ácido aminobutírico como padrão interno (HAGEN et al., 1989).

Análise Estatística

Os dados mostraram normalidade e homoscedasticidade e foram submetidos ao teste t de Student ($\alpha = 0,05$) para determinar diferenças na composição nutricional das silagens produzidas no verão e no inverno, bem como entre as diferentes frações da silagem. O software estatístico utilizado foi o Statistica®, versão 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No verão, a temperatura média do sistema foi de $21,87 \pm 0,99$ ° C, enquanto no inverno, a temperatura média registrada foi de $16,93 \pm 0,70$ ° C. O valor inicial de pH da matéria-prima do verão foi de 6,45 e diminuiu para $4,22 \pm 0,14$, após a adição de ácido acético; enquanto que no inverno, o pH inicial foi de 6,60 e, após acidificação, de $4,11 \pm 0,05$. Nas duas estações, o início da liquefação foi durante o terceiro e o quarto dias e aumentou gradualmente até o trigésimo dia. O produto final foi líquido e pastoso, devido à hidrólise proteica contínua devido a enzimas proteolíticas presentes no resíduo de sardinha, principalmente no intestino. A composição nutricional dos resíduos de sardinha utilizados como matéria-prima é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição nutricional das matérias-primas nas diferentes estações.

Composição	g/100 g matéria seca	
	Verão	Inverno
Matéria seca	28,28 ± 0,53 ^a	26,20 ± 0,97 ^b
Proteína bruta	53,90 ± 2,06 ^b	58,95 ± 2,12 ^a
Extrato etéreo	22,41 ± 0,57 ^a	15,17 ± 1,97 ^b
Matéria mineral	22,90 ± 2,21 ^a	14,94 ± 1,16 ^b

^{a,b} Médias dentro de uma linha seguidas por letras diferentes, são significativamente diferentes (P <0,05)

O teor de proteína dos resíduos coletados no inverno foi significativamente maior em comparação ao coletado no verão, enquanto os níveis de extrato etéreo, matéria mineral e matéria seca foram menores. Segundo OGAWA e MAIA (1999), a composição dos peixes varia de acordo com a época do ano, alterações metabólicas durante o crescimento animal, maturação sexual e também devido a alterações na composição da dieta, salinidade e temperatura da água. Além disso, no caso de resíduos do enlatamento de sardinha, o tamanho do peixe pode afetar o tamanho do intestino, da cabeça ou da nadadeira, bem como a proporção das partes residuais: um número elevado de cabeças e nadadeiras contribui para a diminuição do teor de proteínas e o aumento do teor mineral de vísceras, enquanto maior quantidades tendem a aumentar o valor da proteína.

Algumas aminos biogênicas ocorrem naturalmente no tecido de peixes. Em condições normais, o músculo contém altos níveis de espermina e espermidina e baixos níveis de histamina e putrescina (MIETZ e KARMA, 1977; BARDOCZ, 1995; GLORIA e IZQUIERDO-PULIDO, 1999). Neste estudo, com exceção da tiramina, todos os teores de poliaminas (espermina e espermidina) e aminos biogênicas foram maiores no verão (Tabela 2).

Tabela 2 – Concentração das aminos biogênicas nas matérias-primas e silagens nas diferentes estações.

Aminos	Concentração (mg/100 g)			
	Matéria-prima		Silagem	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Putrescina	nd	nd	3,96 ± 0,68 ^a	1,00 ± 0,26 ^b
Cadaverina	32,16	13,93	15,74 ± 0,73 ^a	6,13 ± 1,06 ^b
Histamina	18,94	3,13	30,36 ± 4,03 ^a	4,96 ± 0,99 ^b
Tiramina	16,42	19,14	20,64 ± 0,03 ^a	3,10 ± 0,94 ^b
Agmatina	39,69	18,52	15,64 ± 1,16 ^a	5,10 ± 0,18 ^b
Espermidina	0,98	1,22	8,20 ± 2,53 ^a	4,19 ± 0,59 ^a
Feniletilamina	0,28	0,24	2,97 ± 0,66 ^a	0,40 ± 0,10 ^b

Espermina	0,99	nd	0,84 ± 0,08 ^a	nd ^b
Triptamina	nd	nd	4,02 ± 0,71 ^a	1,43 ± 0,27 ^b

nd = não detectada (<0.04 mg/100 g). ^{a,b} Médias dentro de uma linha seguidas por letras diferentes, são significativamente diferentes (P <0,05)

Muitos fatores podem afetar o conteúdo de aminas biogênicas nos peixes, incluindo: genética, ambiente, gênero, estágio fisiológico e tipo de tecido (DAWOOD et al., 1988; MIDDLEBROOKS et al., 1988; ABABOUCHE et al., 1991; VECIANA-NOGUÉS et al., 1997 e EEROLA et al., 1998). O local de captura, água, temperatura, manuseio pós-colheita, refrigeração, congelamento e sistema de armazenamento também podem influenciar o conteúdo de aminas biogênicas (PRICE et al., 1991; ARNOLD, 1978; FDA, 1996; GLORIA e IZQUIERDO-PULIDO, 1999).

No produto final da silagem, os teores de putrescina, histamina, espermidina, triptamina e feniletilamina aumentaram nas duas estações, enquanto cadaverina, agmatina e espermina diminuíram no verão e no inverno, quando comparados à composição da matéria-prima. A tiramina aumentou na silagem de verão, mas diminuiu a silagem de inverno. Estudos indicam uma diminuição na espermina e espermidina, mas um aumento no conteúdo de putrescina e histamina durante o armazenamento e deterioração de espécies como sardinha, atum, truta arco-íris, salmão e alguns peixes de água doce (MIETZ e KARMA, 1977; DAWOOD et al., 1988; GLÓRIA e IZQUIERDO-PULIDO, 1999). A formação e acumulação de cadaverina, tiramina, triptamina e feniletilamina depende da temperatura, pH, oxigênio, presença de nutrientes e aditivos (ABABOUCHE et al., 1991; MIDDLEBROOKS et al., 1988; WEI et al., 1990; RODRÍGUEZ- JEREZ et al., 1994 e VECIANO-NOGUÉS et al., 1997).

A importância das aminas biogênicas como indicativo de frescor / deterioração da matéria-prima e como critério de qualidade foi reforçada em estudos com salmão do Atlântico, *Salmo salar* (OPSTVEDT et al., 2000), "camarão azul", *Litopenaeus stylirostris* (TAPIA-SALAZAR et al., 2004) e truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss* (FAIRGRIEVE et al., 1994). Não houve diferença no desempenho do salmão do Atlântico alimentado com dietas a base de farinha de peixe fresco com ou sem suplementação de aminas biogênicas. No entanto, os autores concluíram que o impacto negativo causado pela má qualidade da farinha de peixe não se deve a aminas biogênicas, mas a outros motivos como redução da palatabilidade ou disponibilidade de aminoácidos (OPSTVEDT et al., 2000). Além disso, "camarão azul"

alimentado com dietas contendo farinha de peixe deteriorada apresentou piores taxas de produção, em comparação com aquelas alimentadas com farinha de peixe fresco suplementada com aminas biogênicas (TAPIA-SALAZAR et al., 2004). Por outro lado, Fairgrieve et al. (1994) observaram uma redução no consumo de ração e distensão intestinal em trutas arco-íris alimentadas com dietas suplementadas com histamina (2000 mg / kg).

Não foram detectadas diferenças na análise microbiológica de amostras de resíduos brutos coletados no verão ou no inverno, bem como entre os produtos finais das silagens de verão ou de inverno (Tabela 3). Esses resultados sugerem que os resíduos de sardinha tinham boa qualidade. De fato, todas as amostras de matérias-primas apresentaram baixos níveis basais. Além disso, é evidente a eficácia do agente acidificante (ácido acético) como um meio de impedir a proliferação de microrganismos. Da mesma forma, Oliveira et al. (2006) não encontraram organismos coliformes na silagem de resíduos de tilápia (3% de ácido fórmico) em amostras obtidas no 1º, 15º e 30º dias de silagem ácida; no entanto, a composição microbiológica da matéria-prima antes da acidificação não foi analisada nesse estudo.

Tabela 3 – Análise microbiológica das matérias-primas e silagens nas diferentes estações.

Análise	Contagem de microrganismos (UFC ¹ /g)			
	Matéria-prima ²		Silagem ³	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Coliformes termotolerantes (45 °C)	< 1.0 x10 ¹	< 1.0 x10 ¹	< 1.0 x10 ¹	< 1.0 x10 ¹
<i>Staphylococcus</i> Coagulase positiva	< 1.0 x10 ²	< 1.0 x10 ²	< 1.0 x10 ²	< 1.0 x10 ²
<i>Salmonella</i> spp	Ausência em 25 g	Ausência em 25 g	Ausência em 25 g	Ausência em 25 g

¹ Unidades formadoras de colônia. ² Análise realizada em duplicata. ³ Análise realizada em triplicata.

O rendimento da fração do processo de ensilagem foi calculado como a razão entre a quantidade da fração no produto e a quantidade de matéria-prima utilizada (Tabela 4). No entanto, apenas a fração líquida diferiu entre as estações, sendo maior no verão

Tabela 4 – Rendimento das frações obtidas a partir das silagens.

Frações	Rendimento (%)	
	Verão	Inverno
Líquida	11,13 ± 1,28 ^a	5,71 ± 0,87 ^b

Sólida	9,63 ± 0,67 ^a	11,49 ± 4,37 ^a
Pastosa	79,24 ± 1,24 ^a	82,80 ± 3,88 ^a

^{a,b} Médias dentro de uma linha seguidas por letras diferentes, são significativamente diferentes (P <0,05)

A separação do produto final em frações permite melhor aproveitamento pela indústria, uma vez que as propriedades nutricionais variam em cada fração (Tabela 5). Os principais grupos de nutrientes encontrados na fração líquida, nas duas estações, foram proteína e extrato etéreo; no verão, o teor de matéria mineral foi significativamente maior, enquanto na silagem de inverno o teor de extrato etéreo foi maior. Durante a liquefação, a proteína é hidrolisada por enzimas para diminuir produtos de peso molecular, como peptídeos e aminoácidos livres (HERTRAMPF e PIEDAD - PASCUAL, 2000). Consequentemente, o aumento da fração proteica solúvel, que é a razão nitrogênio não proteico: nitrogênio total, serve como índice de solubilização da silagem (BERAQUET e GALACHO, 1983). A fração líquida obtida no verão continha 27,84% de proteína solúvel (o que corresponde a 52,48% de proteína total nessa fração), enquanto a obtida no inverno continha 27,82% de proteína solúvel, correspondendo a 51,30% de proteína total. Ambas as frações líquidas de diferentes épocas contêm quantidade considerável de proteína e podem ser incorporadas na fração pastosa ou usadas como aditivo para aumentar a atratividade e a palatabilidade dos alimentos. Nas frações sólidas, o teor de matéria mineral foi significativamente maior no verão, enquanto as proteínas foram maiores no inverno. A separação da fração sólida pode reduzir o teor de matéria mineral do produto final, o que pode ser interessante quando é necessário um suplemento de proteína. Por outro lado, a fração rica em minerais pode ser usada como fertilizante (OETTERER, 1994) ou como suplemento alimentar mineral para galinhas poedeiras ou ruminantes.

A fração pastosa apresentou diferenças significativas entre as estações do ano para todos os grupos de nutrientes, exceto para os teores de proteínas solúveis. A proteína bruta (PB) foi maior no inverno, enquanto o cinza e o extrato etéreo foram maiores no verão, seguindo a mesma tendência encontrada nas matérias-primas. Os teores de PB foram superiores aos reportados para silagem de tilápia, 59,27% de PB (FERRAZ de ARRUDA et al., 2006); silagem de papa terra (*Geophagus surinamensis*), 33% de PB (ABIMORAD et al., 2009); silagem de peixes de água doce, 44,38% de PB (VIDOTTI et al., 2003); e farinha de sardinha com 50,57% de PB

(BOELTER et al., 2011). No entanto, o conteúdo de proteína da fração pastosa do presente trabalho foi menor do que o relatado para a silagem de resíduos de peixes marinhos com 69,91% de PB (VIDOTTI et al., 2003). O teor de matéria mineral das frações pastosas foi menor do que o relatado por Boelter et al. (2011) e Ferraz de Arruda et al. (2006) (27,20% e 19,23%, respectivamente), mas nesses estudos a silagem não foi separada em frações. No presente estudo, o extrato etéreo não foi eficientemente separada em uma fração, estando presente nas três frações, provavelmente devido à sua emulsificação. No entanto, o teor de extrato etéreo das frações pastosas foi semelhante ao registrado para silagem de tilápia (18,40%) por Ferraz de Arruda et al. (2006).

Tabela 5 – Composição das frações (líquida, sólida, pastosa) das silagens produzidas em diferentes estações.

Nutriente	g/100g (%) matéria seca					
	Líquida		Sólida		Pastosa	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno
Matéria seca	24,80 ± 0,96 ^a	18,61 ± 0,82 ^b	32,34 ± 0,30 ^a	35,59 ± 3,33 ^a	32,35 ± 1,00 ^a	30,53 ± 0,30 ^b
Proteína bruta	53,05 ± 1,21 ^a	54,23 ± 1,73 ^a	35,85 ± 1,72 ^b	45,24 ± 1,38 ^a	55,79 ± 3,11 ^b	63,75 ± 4,78 ^a
Proteína solúvel	27,84 ± 1,43 ^a	27,82 ± 0,31 ^a	-	-	27,64 ± 2,63 ^a	26,76 ± 1,58 ^a
Extrato etéreo	23,13 ± 1,67 ^b	39,86 ± 2,18 ^a	13,25 ± 0,47 ^a	9,30 ± 1,70 ^a	23,22 ± 3,9 ^a	14,86 ± 1,97 ^b
Matéria mineral	15,48 ± 3,34 ^a	5,18 ± 2,72 ^b	49,08 ± 1,13 ^a	43,92 ± 3,76 ^b	17,34 ± 1,10 ^a	11,44 ± 1,16 ^b

^{a,b} Médias dentro de uma fração, seguidas por letras diferentes, são significativamente diferentes (P <0.05).

Apesar da pequena mudança na composição da fração pastosa quando comparada à matéria-prima (Tabela 1 e Tabela 5), foi observado o aumento da solubilidade da proteína ao longo do processo de ensilagem. O conteúdo inicial de proteína solúvel na matéria-prima do verão foi de 11,30% (20,96% de PB), enquanto no inverno foi de 13% (22,05% de PB). No verão, houve um rápido aumento de proteína solúvel até o quinto dia do procedimento, uma mudança gradual até o 25º dia e um aumento nos últimos dias, provavelmente devido ao aumento da temperatura ambiente. No inverno, a proteína solúvel aumentou gradualmente. A hidrólise de proteínas aumenta com o tempo de armazenamento (BERAQUET e GALACHO, 1983) e também é favorecida em temperaturas mais altas (OETTERER, 1994), o que

pode explicar por que a proteína solúvel da fração líquida na silagem de verão (27,64%) foi significativamente maior do que na silagem de inverno (26,76%). A silagem obtida a partir de resíduos gerais de peixe, a 20 ° C e após 14 dias, mostrou 38% de proteína solúvel em relação à PB total (BERAQUET e GALACHO, 1983). O conteúdo de proteína solúvel obtido no presente estudo foi inferior ao encontrado para 'espadilhas' (*Sprattus sprattus*) e resíduo total de matéria-prima de bacalhau (TATTERSON e WINDSOR, 1974). Após 10 dias de armazenamento a 23 ° C, a proteína solúvel constituiu aproximadamente 75% de PB total para ambas as silagens ácidas. Possivelmente, essa diferença ocorreu devido à matéria-prima utilizada naquele estudo, que era peixe inteiro (maior atividade enzimática) e não na forma de resíduos, como no presente estudo

A maioria dos aminoácidos foi encontrada em concentrações mais altas na fração pastosa da silagem de inverno (Tabela 6). A fração pastosa obtida na silagem de verão apresentou excelente perfil de aminoácidos, mesmo com menor teor de proteína quando comparada à fração obtida no inverno. Além disso, o teor de histidina e metionina foi maior nas silagens do que na farinha de peixe inteiro. Exceto pela arginina, o conteúdo de aminoácidos relatados aqui foi maior do que o relatado para a silagem de sardinha (*Opisthonema oglinum*) (BOELTER et al., 2011). Níveis mais elevados de aminoácidos do que os aqui apresentados foram encontrados na silagem de resíduos de peixes marinhos (69,91% CP), exceto isoleucina e metionina (VIDOTTI et al., 2003). Tais variações são esperadas considerando a variação entre as matérias-primas utilizadas na preparação das silagens.

O perfil mineral na fração sólida não variou significativamente entre as silagens de verão e inverno (Tabela 7), exceto o teor de cálcio, que foi significativamente maior nas silagens de inverno. Por outro lado, os teores de cálcio, fósforo, cobre, manganês e zinco foram significativamente maiores na fração pastosa da silagem de inverno, enquanto o teor de ferro foi maior na silagem de verão. Em geral, cálcio, fósforo, manganês, selênio e zinco foram mais concentrados na fração sólida em comparação com suas concentrações na fração pastosa. A maioria dos minerais foi encontrada em concentrações mais baixas na fração de silagem pastosa, quando comparada ao farelo de processamento de peixe. Enfatiza-se que o fósforo, embora seja um mineral

essencial, quando em excesso na dieta, pode causar eutrofização do ambiente (WEISMANN et al. 1988).

Tabela 6 – Perfil dos aminoácidos essenciais da fração pastosa das silagens de verão e inverno em comparação com a farinha de peixe (dos resíduos de processamento de peixes e peixes inteiros) e os exigências nutricionais de aminoácidos da truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*)

Aminoácidos (% ingrediente)	Verão	Inverno	Farinha de peixe (resíduo) ¹	Farinha de peixe inteiro (herring) ²	Exigências nutricionais ² (% dieta)
					Truta arco-íris
Arginina	2,72 ± 0,10 ^a	2,74 ± 0,01 ^a	3,38	3,73	1,50
Fenilalanina	2,19 ± 0,38 ^b	2,41 ± 0,53 ^a	2,24	2,68	0,90
Fenilalanina +tirosina	3,29 ± 0,35 ^a	3,30 ± 0,24 ^a	3,74	3,73	1,80
Histidina	1,60 ± 0,46 ^b	1,76 ± 0,08 ^a	1,08	1,53	0,80
Isoleucina	2,17 ± 0,86 ^b	2,72 ± 0,10 ^a	2,24	3,64	1,10
Leucina	3,24 ± 0,20 ^b	3,31 ± 0,52 ^a	3,89	4,69	1,50
Lisina	3,57 ± 0,49 ^a	3,64 ± 0,28 ^a	3,40	7,30	2,40
Metionina	2,59 ± 0,30 ^b	2,80 ± 0,10 ^a	1,35	2,20	0,70
Metionina+cistina	2,88 ± 0,25 ^b	3,20 ± 0,61 ^a	2,28	3,00	1,10
Treonina	1,76 ± 0,14 ^b	2,15 ± 0,44 ^a	2,30	2,49	1,10
Valina	2,42 ± 0,09 ^b	2,83 ± 0,64 ^a	2,82	3,26	1,20
Proteína bruta	55,79	63,75	54,58	72,00	38,00 ³

^{a, b} As médias dentro de uma linha, seguidas por letras diferentes, são significativamente diferentes (P <0,05). ¹ Adaptado de Rostagno et al. (2011). ² Adaptado de NRC (2011). ³ Proteína digestível

Tabela 7 – Perfil mineral das frações pastosas e sólidas das silagens produzidas no verão e inverno, farinhas de resíduo de peixes e farinhas de peixes inteiros.

Minerais	Sólida		Pastosa		Farinha de peixe (resíduo) ¹	Farinha de peixe inteiro (herring) ²
	Verão	Inverno	Verão	Inverno		
<i>Macrominerais (%)</i>						
Cálcio	7,83 ± 0,13 ^b	8,95 ± 0,23 ^a	3,21 ± 0,16 ^b	4,80 ± 0,14 ^a	5,88	2,20
Magnésio	0,09 ± 0,01 ^a	0,10 ± 0,01 ^a	0,21 ± 0,01 ^a	0,16 ± 0,01 ^a	0,16	0,14
Potássio	0,45 ± 0,03 ^a	0,43 ± 0,01 ^a	0,53 ± 0,02 ^a	0,50 ± 0,01 ^a	0,60	1,08
Sódio	0,38 ± 0,14 ^a	0,24 ± 0,02 ^a	0,32 ± 0,30 ^a	0,43 ± 0,22 ^a	0,68	0,59
Fósforo	5,74 ± 0,24 ^a	6,38 ± 0,52 ^a	2,36 ± 0,03 ^b	2,63 ± 0,09 ^a	3,81	1,67
<i>Microminerais (mg / kg)</i>						
Cobre	1,43 ± 0,62 ^a	3,57 ± 0,44 ^a	3,62 ± 0,02 ^b	4,70 ± 0,21 ^a	12,0	5,60
Ferro	151,55 ± 2,90 ^a	149,45 ± 5,30 ^a	181,6 ± 0,42 ^a	124,3 ± 0,52 ^b	444,1	114,0
Manganês	64,30 ± 2,15 ^a	71,36 ± 12,16 ^a	4,58 ± 0,06 ^b	12,50 ± 0,35 ^a	41,4	4,80
Selênio	36,13 ± 7,35 ^a	27,21 ± 0,30 ^a	14,47 ± 0,37 ^a	14,96 ± 0,03 ^a	0,79	1,95
Zinco	264,5 ± 19,09 ^a	304,5 ± 50,20 ^a	41,00 ± 0,71 ^b	80,00 ± 0,19 ^a	84,3	125,0
Matéria mineral (%)	49,08	43,92	17,34	11,44	22,74	10,40

^{a, b} As médias dentro de uma fração, seguidas por letras diferentes, são significativamente diferentes (P <0,05). ¹ Adaptado de Rostagno et al. (2011). ² Adaptado de NRC (2011).

CONCLUSÕES

As frações pastosas das silagens produzidas tanto no verão (21,87 ± 0,99 °C) quanto no inverno (16,93 ± 0,70 °C) apresentam composição nutricional adequada para uso como ingredientes proteicos na aquicultura. No entanto, a silagem de inverno

produz uma fração pastosa com maior teor de proteínas e aminoácidos, mas menos extrato etéreo e matéria mineral. A qualidade da silagem de resíduos do enlatamento de sardinha, avaliada através da proliferação de microorganismos indesejáveis, não é afetada pela preparação no verão ou no inverno. No entanto, a silagem produzida no verão mostra maior concentração de amins biogênicas, indicando maior deterioração da matéria-prima. A silagem preparada no verão mostra um maior grau de hidrólise de proteínas, mas a silagem de inverno ainda apresenta uma hidrólise de proteínas adequada.

REFERÊNCIAS

- Ababouch L, Afilal, ME, Benabdeljelil, H, Busta, FF. Quantitative changes in bacteria, amino acids and biogenic amines in sardine (*Sardina pilchardus*) stored at ambient temperature (25–28 °C) and in ice. *Int J Food Sci Tech*. 1991; 26: 297–306.
- Abimorad EG, Strada WL, Schalch SHC, Garcia F, Castellani D, Manzatto MR. Fish silage in farm-made feed for Nile tilapia. *Pesqui Agropecu Bras*. 2009; 44(5):519–525.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 16th ed. Washington, DC; 1999.
- ANFAR, Associação Nacional dos Fabricantes de Rações. *Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal - Métodos Analíticos*. São Paulo; 2009. 141–144.
- Arnold SH, Brown WD. Histamine toxicity from fish products. *Adv Food Res*. 1978;24:114–154.
- Bardocz S. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. *Trends Food Sci Tech*. 1995;6:341–346.
- Beraquet NJ, Galacho SAA. Composição, estabilidade e alterações na fração proteica e no óleo de ensilado de resíduos de peixe de camarão. *ITAL*. 1983;13:149–174.
- Beerli EL, Beerli KMC, Logato, PVR. Acid silage of trout waste (*Oncorhynchus mykiss*), using muriatic acid. *Ciênc Agrotec*. 2004;28:195–198.
- Boelter JF, Pereira ACSC, Prado JPS, Capistrano Sobrinho D, Motta ALV, Cavalheiro JMO. Caracterização química e perfil aminoacídico da farinha de silagem de resíduos de sardinha. *Ver Biol Farm*. 2011;5(1):86–92.
- Borghesi R, Arruda LF, Oetterer M. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. *Bol Cent Pesqui Process Aliment*. 2007;25(2):329–339.

Dapkevicius MLNE, Nout RMJ, Rombouts FM, Houben JH, Wymenga W. Biogenic amine formation and degradation by potential fish silage starter microorganisms. *Int J Food Microbiol.* 2000; 57(1-2):107-114.

Dawood AA. The occurrence of non-volatile amines in chilled-stored rainbow trout (*Salmo irideus*). *Food Chem.* 1988;27:33–45.

Eerola HS, Roig Sagués AX, Hirvi TK. Biogenic amines in Finnish dry sausages. *J Food Safety.* 1998;18:127-138.

Fairgrieve WT, Myers MS, Hardy RW, Dong FM. Gastric abnormalities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed amine supplemented diets or chicken gizzard erosion-positive fish meal. *Aquaculture.* 1994;127:219–232.

FAO (2001). FAO corporate document repository. Torry Advisory Note no. 64. I.N. Tatterson; M.L. Windsor. Fish silage.

FDA, Food and Drug Administration. Fish and Fisheries Products Hazards and Controls Guide. Office of Seafood, Washington, DC 1996. 244p.

Ferraz de Arruda L, Borghesi R, Brum A, D'Arce MR, Oetterer M. Nutritional aspects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) silage. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2006;26(4):749–753.

Ferraz de arruda L, Borghesi, R Oetterer, M. Use of fish waste as silage - A review. *Braz Arch Biol Techn.* 2007;50(5):879–886.

Gloria MBA.; Izquierdo-Pulido, M. Levels and significance of biogenic amines in Brazilian beers. *J Food Comp Anal.* 1999;12:129–136.

Gloria, MBA. Bioactive Amines. In: HUI, YH. Ed. *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*, volume 1. Taylor & Francis. Cap 13 p1-34. 2006.

Haard NF, Kariel N, Herzberg G, Feltham LAW, Winter K. Stabilization of protein and oil in fish silage for use as a ruminant feed supplement. *J Sci Food Agric.* 1985;36:229–241.

Hagen SR, Frost B, Augustin J. Precolum phenylisothiocyanate derivatization and liquid chromatography of aminoacids in food. *J AOAC Int.* 1989;2(6):912–916.

Hertrampf JW, Piedad-Pascual F. *Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds.* Kluwer, Dordrecht. 2000; 574p.

Kompiang IP. Fish silage: its prospect and future in Indonesia. *Indones Agric Res Dev J.* 1981;3:9–12.

Laszlo, H., BASSO, LM, COELHO, CM de L. *Química de Alimentos: Alteração dos Compostos Orgânicos.* São Paulo. Nobel, 1986. 98p.

Middlebrooks BL, Toom PM, Douglas WL, Harrison RE, McDowell S. Effects of storage time and temperature on the microflora and amine development in Spanish mackerel. *J Food Sci.* 1988;53:1024–1029.

Mietz JL, Karmas E. Chemical quality index of canned tuna as determined by HPLC. *J Food Sci.* 1977;42:155–158.

MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura - Brasil 2010. Governo Federal. 2012.

NRC, National Research Council. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National Academy Press, Washington, DC. 2011.

Oetterer M. Produção de silagem a partir da biomassa residual de pescado. *Alim Nutr.* 1994;5:119–134.

Ogawa M, Maia, EL. Manual de Pesca. São Paulo: Varela. 1999. 332p.

Oliveira MM, Pimenta MESH, Camargo ACS, Fiorini JE, Pimenta CJ 2006. Silage of tilapia (*Oreochromis niloticus*) filetage residues with formic acid – Bromatological, phisico–chemical and microbiological analyses. *Ciênc Agrotec.* 2006;30(6):1218–1223.

Opstvedt J, Mundheim H, Nygard E, Aase H, Pike IH. Reduced growth and feed consumption of Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) fed fish meal made from tale fish is not due to increased content of biogenic amines. *Aquaculture.* 2000;188:323–337.

Price RJ, Melvin EF, Bell JW. Postmortem changes in chilled round, bled, and dressed albacore. *J Food Sci.* 1991;56:318–321.

Rodríguez-Jerez JJ, Lopez-Sabater EI, Hernandez-Herrero MM, Mora-Ventura MT. Histamine, putrescine and cadaverine formation in Spanish semipreserved anchovies as affected by time/temperature. *J Food Sci.* 1994;59(5):993–997.

Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, et al. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3rd ed. Viçosa:Minas Gerais; 2011.

Seibel, N.F.; Souza-Soares, L.A. 2003. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. *Braz J Food Technol.* 2003;6(2):333–337.

Tapia-Salazar M, Cruz-Suárez LE, Ricque-Marie D, Pikeb IH, Smith TK, Harris A, et al. Effect of fishmeal made from stale versus fresh herring and of added crystalline biogenic amines on growth and survival of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* fed practical diets. *Aquaculture.* 2004; 242:437–453.

Tatterson IN, Windsor ML. Fish silage. *J Sci Food Agric.* 1974;25:369–379.

UNIVALI/CTTMar. Boletim estatístico da pesca industrial de Santa Catarina – Ano 2010. Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Itajaí, SC. 2011;10(1):59p.

Vale SR, Glória MBA. Determination of biogenic amines in cheese. J AOAC Int. 1997;80:1006–1012.

Veciana-Nogués MT. Biogenic amines as hygienic quality indicators of tuna. Relationships with microbial counts, ATP-related compounds, volatile amines and organoleptic changes. J Agric Food Chem. 1997;45:2036–2041.

Vidotti RM, Viegas EMM, Carneiro DJ. Amino acid composition of processed fish silage using different raw material. Anim Feed Sci Tech. 2003;105:199–204.

Weismann D, Scheid H, Pfeffer E. Water pollution with phosphorus of dietary origin by intensively fed rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Aquaculture. 1988;69:263–270.

Wei CI, Chen CM, Koburger JA, Otwell WS, Marshall MR. Bacterial growth and histamine production on vacuum packaged tuna. J Food Sci. 1990;55(1):59–63.

ANÁLISE SENSORIAL DE ALMÔNDEGA, CALDO, FAROFA E QUIBE ELABORADOS COM CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE PESCADO

Thaís da Silva Oliveira¹; Woshington Rocha Gervaz²; Gabriel Rinaldi Lattanzi³;
Rafael Vilhena Reis Neto⁴; Letícia Fernanda Baptiston⁵; Dariane Beatriz Schoffen
Enke⁶

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar sensorialmente almôndega, caldo, farofa e quibe produzidos com pescado. Os produtos foram adquiridos a partir de uma empresa processadora de pescado da região do Vale do Ribeira/SP. A análise sensorial foi realizada durante um dia de campo para piscicultores da região, para tal procedimento, os produtos foram adquiridos congelados e preparados no momento da degustação. Os produtos foram avaliados por 94 julgadores não treinados, dentre eles, discentes, docentes e funcionários da Unesp de Registro, e produtores e pesquisadores presentes no evento. Foi utilizada ficha com escala hedônica de 9 pontos (1 – desgostei extremamente à 9 – gostei extremamente), avaliando os atributos sabor, cor, aroma, textura e qualidade global para cada produto. Foram coletados também dados demográficos (sexo e idade) dos avaliadores e intenção de compra dos produtos. Para melhor avaliação dos dados obtidos, foram definidas classes de sexo e idade. Como resultados principais, observaram-se para média geral, maiores valores atribuídos ao caldo de pescado para todos atributos avaliados (sabor $8,26 \pm 1,38$; cor $8,38 \pm 1,05$; aroma $8,32 \pm 1,26$; textura $8,39 \pm 1,09$; e qualidade global $8,37 \pm 1,30$). Quando levado em conta o sexo do avaliador, o caldo manteve-se com valores superiores para o sexo masculino, já para o sexo feminino a almôndega obteve maiores médias para os atributos sabor ($8,18 \pm 1,60$), textura ($8,36 \pm 1,26$) e qualidade global ($8,31 \pm 1,28$), e entre os que não especificaram o sexo o caldo recebeu melhores médias. Além dos ótimos resultados obtidos na avaliação sensorial, os avaliadores acusaram posicionamento positivo em relação à compra do produto (84,04%). Portanto, observou-se grande aceitação dos produtos avaliados.

Palavras-chave: CMS, alimentação humana, proteína, atributos intrínsecos.

ABSTRACT

The present study aimed to sensorially evaluate meatball, broth, farofa and kibe produced with fish. The products were purchased from a fish processing company in the Vale do Ribeira/SP. Sensory analysis was performed during a field day for local fish farmers. For this procedure, the products were purchased frozen and prepared at

¹ Engenheira de Pesca, CAUNESP – Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, Brasil.

² Engenheiro de Pesca, CAUNESP – Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, Brasil.

³ Graduando em Engenharia de Pesca, UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Registro-SP, Brasil.

⁴ Zootecnista, Mestre e Doutor em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Registro-SP, Brasil.

⁵ Engenheira de Pesca, Registro-SP, Brasil.

⁶ Engenheira de Alimentos, Mestre em Engenharia de Ciência de Alimentos Doutora em Ciências, Universidade Estadual Paulista, Registro-SP, Brasil.

the time of tasting. The products were evaluated by 94 untrained judges, including students, faculty and staff of Unesp Campus of Registro, and producers and researchers attending the event. A 9-point hedonic scale was used (1 - extremely disliked to 9 - extremely liked), assessing the Flavor, Color, Aroma, Texture and Overall Quality attributes for each product. Demographic data (sex and age) of the evaluators, and purchase intention of the products were also collected. For better evaluation of the obtained data, the evaluators were separated by sex and age class. As a result, it was observed, for the general average, higher average values attributed to the fish stock for all evaluated attributes (flavor 8.26 ± 1.38 ; color 8.38 ± 1.05 , aroma 8.32 ± 1.26 , texture 8.39 ± 1.09 , and overall quality 8.37 ± 1.30). When considering the evaluator's gender, the broth remained with higher values for males, whereas for females the meatball obtained higher averages for the attributes taste (8.18 ± 1.60), texture (8.36 ± 1.26) and overall quality (8.31 ± 1.28), and among those who didn't specify gender the broth received better means. In addition to the excellent results obtained in the sensory evaluation, the evaluators showed a positive positioning regarding the purchase of the product (84.04%). Therefore, there was great acceptance of the evaluated products.

Key-words: human food, protein, intrinsic attributes

INTRODUÇÃO

“[...] o consumo de peixes per capita/ano tem crescido continuamente nas últimas décadas e atingiu um novo recorde de 20,3 kg em 2016 [...]”. (FAO, 2018, p.250). “[...] este crescimento em parte pode ser explicado pelo fato de que tanto autoridades quanto a população reconhecem que o consumo de pescado e produtos derivados deve ser encorajado e contribui para a melhora da saúde [...]”. (SIDHU, 2003; HOEKSTRA et al., 2013, p.336-344).

“[...] o consumo de pescado reduz o risco de Acidente Vascular Cerebral (AVC), depressão, mal de Alzheimer e de morte por doença cardíaca [...]”. (SARTORI; AMANCIO 2012, p.83-93).

Segundo Sartori e Amancio (2012) o pescado e seus derivados contêm grandes quantidades de vitaminas lipossolúveis A e D, minerais cálcio, fósforo, ferro, cobre, selênio e, “[...] no caso dos peixes de água salgada, iodo, além de ser uma fonte rica de ácidos poli-insaturados, como ômega 3 e proteínas de alta qualidade[...]”. (AFONSO et al., 2013, p.99-107). A Autoridade Europeia de Segurança Alimentar recomenda a ingestão de produtos de peixe de uma a duas vezes por semana (Efsa, 2009).

Embora haja dificuldades para se obter informações precisas sobre o consumo de pescado no Brasil, dados obtidos na página do extinto Ministério da Pesca e

Aquicultura em 2013 (não mais disponível) informavam que em 2011 a média de consumo por habitante era de 11,17 quilos, o que representaria um crescimento de 14,5% em relação ao ano anterior (Brasil, 2013). Deste modo, verifica-se que apesar do recente aumento do consumo, os brasileiros consomem consideravelmente menos pescado que a média da população mundial.

“[...] apesar de o pescado ser uma fonte proteica nutricionalmente rica e sua participação na alimentação humana ser crescente, devido ao tempo de preparo deste produto, muitos consumidores procuram opções mais práticas, como por exemplo, os produtos prontos congelados [...]”. (PALMEIRA et al., 2016, p. 227-238).

Estudos indicam uma tendência de crescimento do consumo de alimentos processados, com maior intensidade em países de renda média, como o Brasil (Crovetto e Uauy, 2012; Martins et al., 2013; Moubarac et al., 2014; Louzada et al., 2015). Portanto, a indústria do pescado, responsável pelo beneficiamento e distribuição deste produto, atualmente em desvantagem com outros setores cárneos, necessita inovar e adaptar a sua linha de produtos (Ferreira, 2013).

Uma das alternativas encontrada pela indústria é o processamento de uma quantidade considerável de carne que permanece retida no esqueleto do peixe, denominada CMS (carne mecanicamente separada). Esta carne, quando obtida através de máquina apropriada, pode ser utilizada na produção de outros produtos de maior valor agregado (Costa et al., 2016) como hambúrguer de peixe (Marengoni et al., 2009), almôndegas (Oliveira et al., 2012), patês (Freitas et al., 2012) e quibe (Ribeiro et al., 2017). Além do valor agregado ao produto final a CMS possui maior viabilidade econômica que o de filetagem, por apresentar recuperação adicional de carne entre 10 e 20% (Neiva, 2006).

Em razão da necessidade de inovar em produtos que possam garantir maior praticidade e conveniência no preparo, as indústrias de processamento de pescado recorrem às análises sensoriais dos produtos, haja vista que as propriedades sensoriais do subproduto se tornam parte integrante das experiências alimentares dos consumidores e requerem uma investigação aprofundada (Schifferstein, 2010).

A análise sensorial é uma técnica utilizada para avaliar, analisar e interpretar as reações relacionadas às características intrínsecas e extrínsecas dos alimentos, percebidas pelo consumidor através dos sentidos sensoriais (visão, tato, olfato, paladar e audição). A análise sensorial pode contribuir com desenvolvimento e

reformulação de produtos, visando reduzir o custo, acompanhamento de concorrentes, controle de qualidade, garantia de qualidade, especificação sensorial do produto, especificação de matérias-primas, estabilidade durante a estocagem, dentre outros (Stone e Sidel, 2004).

Os testes utilizados na análise sensorial podem ser classificados em três grupos: Testes discriminativos, que avaliam se há diferenças perceptíveis entre as amostras; Testes afetivos, que avaliam a resposta pessoal relacionada à preferência ou aceitação dos consumidores ou potenciais consumidores de um produto; e Testes descritivos, que descrevem os aspectos sensoriais qualitativos e quantitativos de um produto por avaliadores treinados (Stone; Sidel, 1985; Reis et al., 2006; Meilgaard et al., 2006).

O presente estudo teve como objetivo avaliar, através de teste sensorial afetivo, almôndega, caldo, farofa e quibe elaborados com carne mecanicamente separada de pescado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado durante um dia de campo voltado aos discentes, docentes e funcionários da Unesp de Registro, e pesquisadores e produtores da região do Vale do Ribeira/SP. O evento foi realizado na Agência Paulista de Tecnologia e Agropecuária (APTA) localizado no município de Pariquera-Açu no estado de São Paulo.

Os produtos congelados foram obtidos com a empresa Missão das Águas localizado no município de Cajati, São Paulo. Os produtos foram preparados para a degustação, para isso, a almôndega e o quibe passaram por um processo de cocção a 180°C, até atingirem 70°C internamente; o caldo e a farofa foram aquecidos em panelas separadas até fervura e temperatura de 70°C respectivamente.

A avaliação sensorial foi composta por 94 avaliadores não treinados. Estes avaliaram os atributos dos quatro produtos (sabor, cor, aroma, textura e qualidade global) através de uma ficha com escala hedônica de nove pontos (1 – desgostei extremamente a 9 – gostei extremamente). Foram coletadas também informações demográficas sobre os julgadores (idade e sexo), e se possuiria intenção de compra caso este produto estivesse disponível nos estabelecimentos de comercialização, sem levar em consideração o valor econômico dos produtos (Figura 1).

Com os dados obtidos foram plotados diagramas de distribuição de frequências considerando as classes de sexo (feminino, 55,32% e masculino, 44,68%) e idade (18 a 28 anos, 24,47%; 28 a 38 anos, 9,58%; 38 a 48 anos, 9,58%; 48 a 58 anos, 7,45%; >58 anos, 4,26%; e não especificado, 44,66%).

Nome: _____ Idade: _____ Sexo: () Feminino () Masculino

Você irá receber amostras de produtos produzidos a partir CMS (carne mecanicamente separada) de pescado. Prove cuidadosamente e avalie os produtos. Represente o quanto gostou e desgostou dos produtos, de acordo com a seguinte escala abaixo, nos atributos: sabor, cor, aroma e textura.

- 1 – Desgostei extremamente
- 2 – Desgostei muito
- 3 – Desgostei moderadamente
- 4 – Desgostei ligeiramente
- 5 – Nem gostei, nem desgostei
- 6 – Gostei ligeiramente
- 7 – Gostei moderadamente
- 8 – Gostei muito
- 9 – Gostei muitíssimo

Amostras	Sabor	Cor	Aroma	Textura	Qualidade Global
Almôndega					
Caldo					
Farofa					
Quibe					

Obs.: _____

Suponhamos que este produto estaria disponível no mercado, você compraria (consumiria)?

() Sim () Não () Talvez

Figura 38 Ficha de avaliação utilizada para avaliação sensorial dos produtos

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação geral dos produtos

Dentre todos os produtos avaliados, observou-se uma preferência geral do público pelo caldo de pescado, visto que este produto apresentou médias acima de 8 para todos os atributos avaliados (Tabela 1). No geral, todos os produtos foram bem aceitos, apresentando menor média para a farofa no atributo sabor ($7,59 \pm 1,68$).

Tabela 14 Médias gerais atribuídas aos produtos avaliados

Produto	Sabor	Cor	Aroma	Textura	Qualidade Global
Almôndega	$7,92 \pm 1,60$	$8,06 \pm 1,09$	$8,01 \pm 1,30$	$8,18 \pm 1,08$	$8,14 \pm 1,10$

<i>Caldo</i>	8,26±1,38	8,38±1,05	8,32±1,26	8,39±1,09	8,37±1,30
<i>Farofa</i>	7,59±1,68	8,10±1,30	7,79±1,52	7,86±1,56	7,97±1,31
<i>Quibe</i>	7,64±1,61	8,02±1,02	7,83±1,39	8,10±1,17	8,00±1,27

Oliveira, et al. (2012), avaliaram reestruturados de almôndega com polpa bruta de tilápia, com níveis crescentes de substituição por proteína texturizada de soja, e não observaram diferença significativa entre os tratamentos, obtendo médias próximas aos resultados encontrados para a almôndega no presente estudo, assim como Freitas, et al. (2012).

3.2 Avaliação dos produtos por classe de sexo

Para avaliação em classes de sexos, observou-se uma diferença de preferência entre mulheres e homens.

No que diz respeito ao sexo feminino (Figura 2), o produto almôndega apresentou maiores média em três dos cinco atributos avaliados, sabor (8,18±1,60), textura (8,36±1,26) e qualidade global (8,31±1,28). Para os atributos cor e aroma, os produtos que receberam melhores avaliações foram a farofa (8,36±1,16) e caldo (8,22±1,44), respectivamente.

Já para o sexo masculino (Figura 3), assim como na média geral, o caldo de peixe recebeu os melhores valores médios da avaliação, exceto para o atributo cor (sabor 8,27±1,26; aroma 8,46±1,08; textura 8,35±0,76 e qualidade global 8,50±0,70).

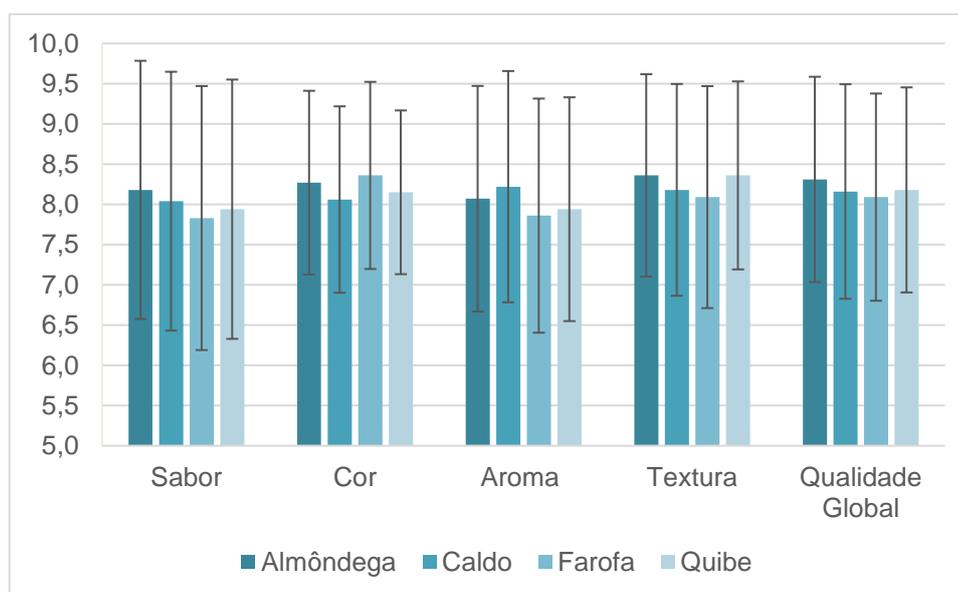


Figura 39 - Avaliação dos produtos considerando o sexo feminino.

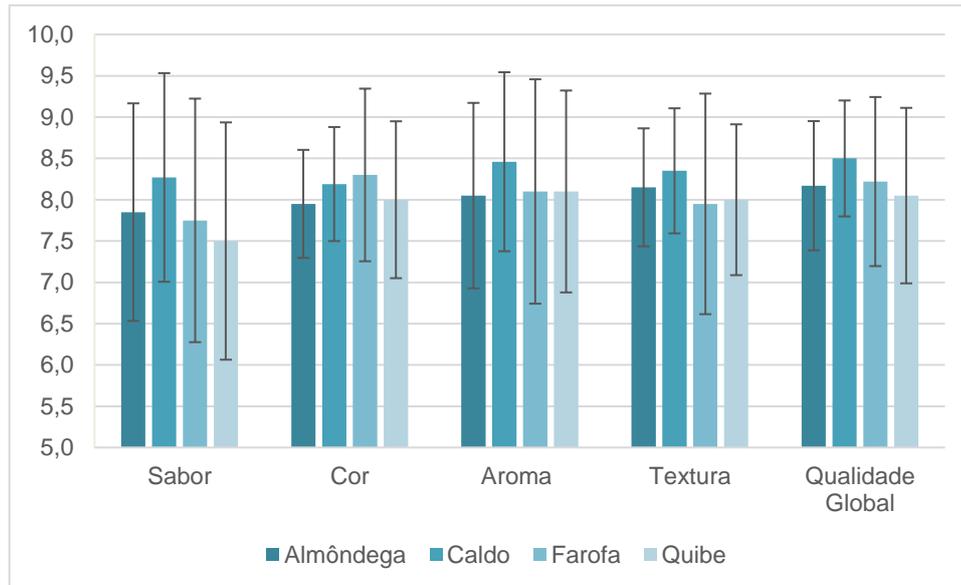


Figura 40 - Avaliação dos produtos considerando o sexo masculino.

3.3 Avaliação dos produtos por classe etária

Para as classes de idade 18 a 28 anos (Figura 4), 28 a 38 anos (Figura 5), 48 a 58 (Figura 7) e não especificado (Figura 9), o caldo apresentou altos valores médios para todos os atributos avaliados, portanto este produto apresentou maior preferência em todos os atributos avaliados pelos julgadores nestas faixa-etária.

Para a classe de 38 a 48 anos (Figura 6), o caldo apresentou valores superiores para os atributos sabor ($9,00 \pm 1,35$), cor ($8,60 \pm 0,65$), textura ($8,80 \pm 0,72$) e qualidade global ($9,00 \pm 0,69$), para ao tributo aroma o produto quibe recebeu melhor avaliação ($8,50 \pm 1,34$).

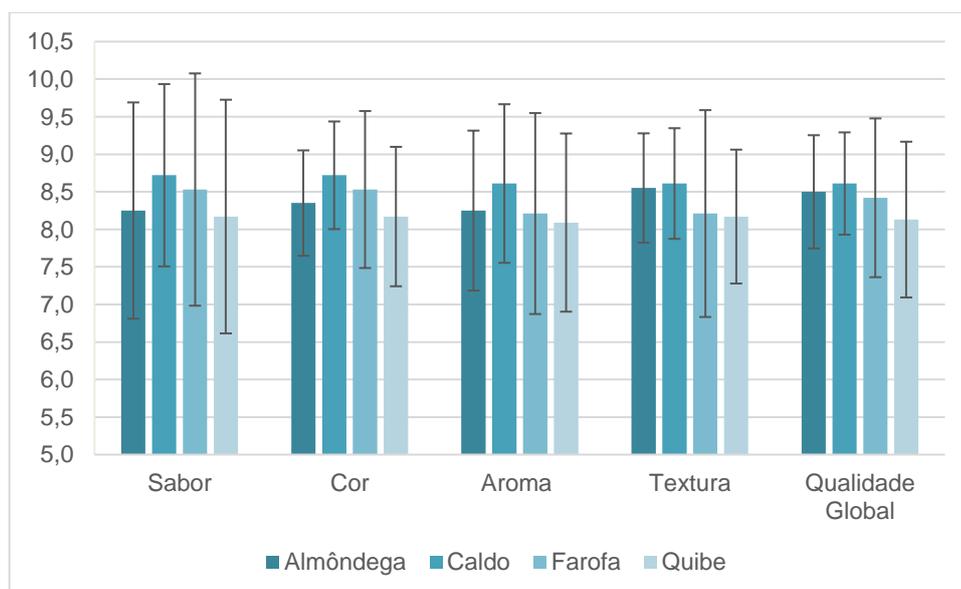


Figura 41 - Avaliação dos produtos considerando as classes de idade 18 a 28 anos.

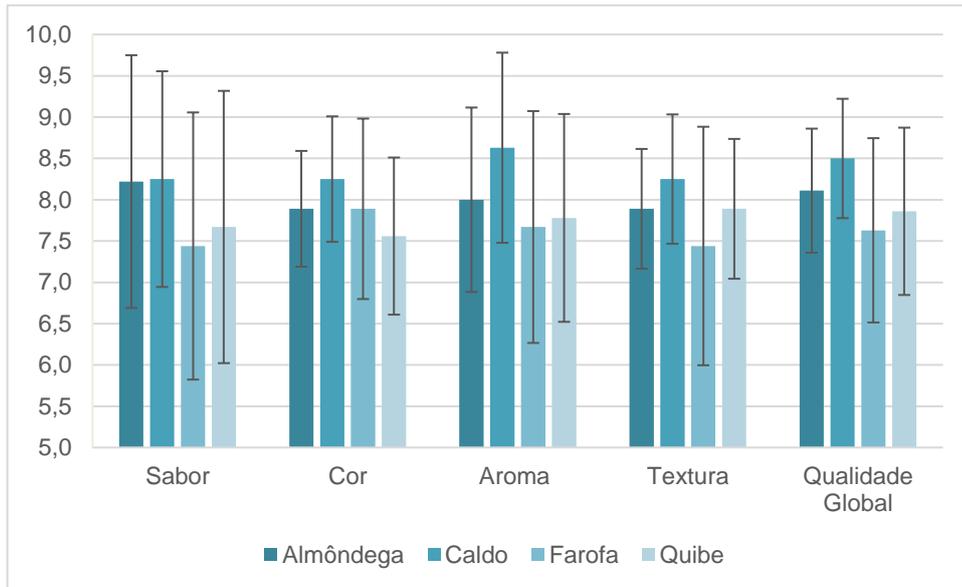


Figura 42 - Avaliação dos produtos considerando as classes de idade 28 a 38 anos.

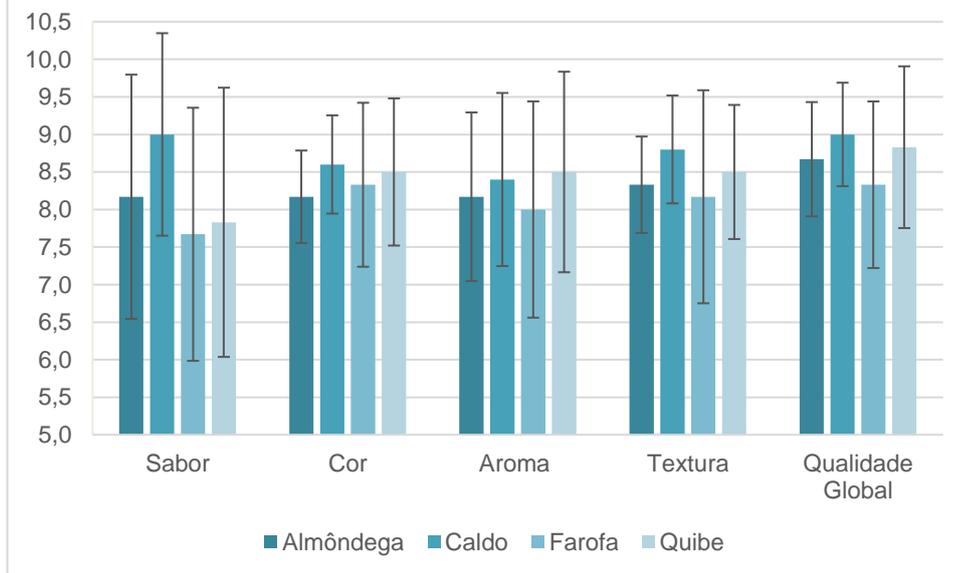


Figura 43 - Avaliação dos produtos considerando as classes de idade 38 a 48 anos.

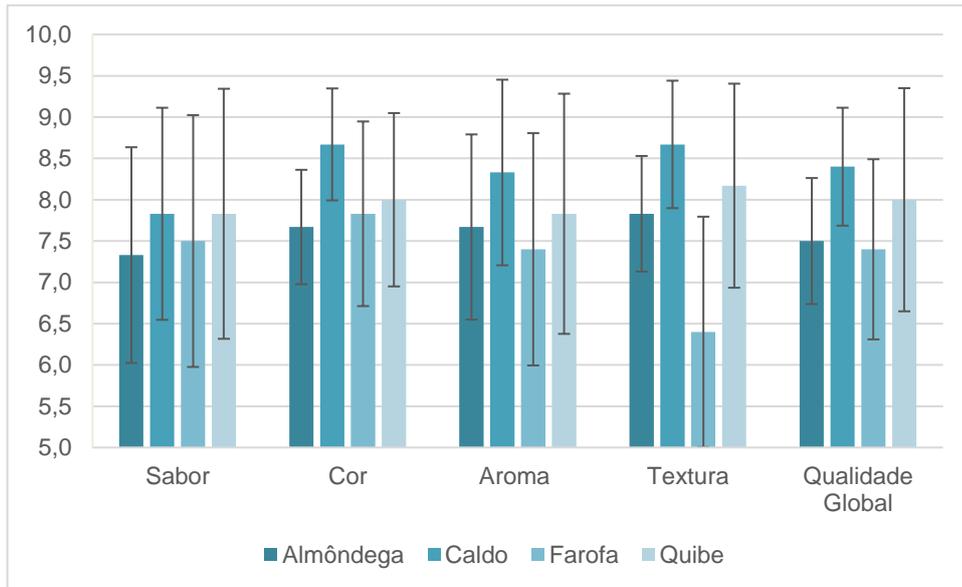


Figura 44 - Avaliação dos produtos considerando as classes de idade 48 a 58 anos.

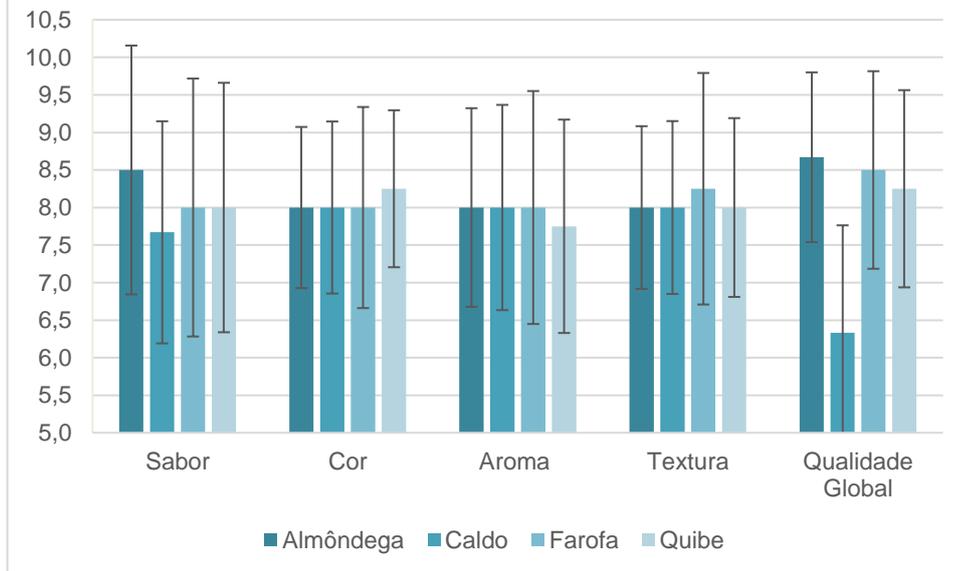


Figura 45 - Avaliação dos produtos considerando as classes de idade mais de 58 anos.

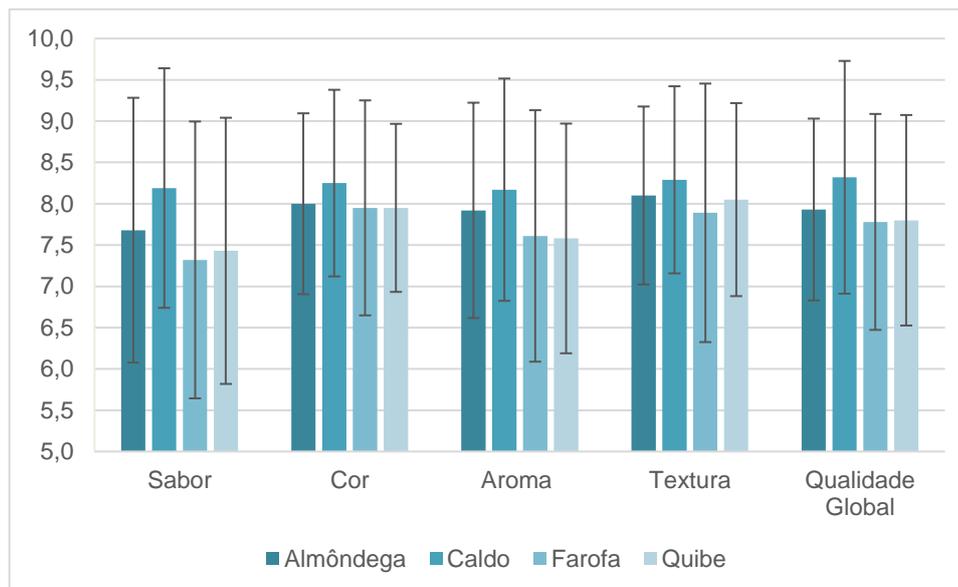


Figura 46 - Avaliação dos produtos considerando as classes de idade não especificado.

3.4 Intenção de compra

Dentre os 94 avaliadores que participaram da análise sensorial, 84 (84,04%) demonstraram interesse na compra dos produtos, e os restantes 15 avaliadores (15,96%) não tinham certeza. Diante disso, pode-se observar que os produtos foram bem aceitos.

Por meio dos resultados obtidos, é possível segmentar os produtos avaliados (Kotler, 2000). Nota-se que as mulheres possuíam médias superiores para a almondega, considerando os aspectos referentes ao sabor, a textura e a qualidade global do produto. No que diz respeito aos homens, este público obteve médias superiores para o caldo considerando os atributos sabor, aroma, cor, textura e a qualidade global. Os atributos avaliados para os dois gêneros foram interessantes, pois o consumo de produtos à base de pescado possui forte relação com os atributos intrínsecos ao produto como o sabor (Verbeke, 2005).

As médias atribuídas aos produtos avaliados nesta pesquisa demonstram que, caso estivessem disponibilizados para a comercialização, a possibilidade de os consumidores os adquirirem seria alta. Com os dados obtidos foi possível obter a percepção dos julgadores (consumidores) sobre os produtos, que são dados importantes para fortalecer e expandir o mercado da empresa parceira. Além disso, eventos como estes são importantes para a divulgação de empresas e produtos, sendo essa uma importante estratégia de divulgação dos produtos, que ampliam as chances de comercialização dos produtos; compartilhamento de informações sobre o

consumo e produtos à base de pescado e as inovações que estão ocorrendo dentro da indústria alimentícia.

Outro aspecto relevante da presente pesquisa diz respeito ao fato de a empresa parceira “Missão das Águas” ter participado do evento técnico, o que possibilitou a aproximação da empresa com possíveis consumidores, e ainda ter realizado o teste sensorial com julgadores que residem no Vale do Ribeira, região onde a empresa está situada e comercializa seus produtos. Isso aproxima e aumentam-se as chances de os consumidores que participaram desta pesquisa comprarem o produto, e o empresário ainda possuir dados relevantes para adaptação dos seus produtos, pois segundo Verbeke (2005) os consumidores de produtos à base de pescado possuem intenção de compra quando já tiveram experiências com o produto, pois o associam apenas com os atributos do pescado (sabor e aspectos nutricionais), que são aspectos importantes para o sucesso na comercialização.

Os produtos avaliados nessa pesquisa foram formulados utilizando a CMS do pescado (carne mecanicamente separada) e congelados. O uso dessa matéria-prima é interessante, pois o produto final não possuirá ossos e o aroma será mais aceito entre as pessoas que não possuem hábito de consumo frequente, visto que são os atributos considerados como barreira no consumo (Leek et al., 2000; Carlucci et al., 2015). Portanto, é possível atender as principais necessidades dos consumidores (minimizar o odor do peixe e a presença dos ossos), “[...] ser uma opção atrativa na diversificação na linha de produtos nacional [...]”. (LAROSA et al., 2012, p. 609-617). e ainda fornecer produtos com maior valor agregado.

4. CONCLUSÃO

Os subprodutos testados apresentaram boa aceitação pelos avaliadores, além de um posicionamento favorável à intenção de compra, atendendo o objetivo principal da avaliação sensorial que é entender a experiência do consumidor e validar a intenção de compra do produto.

A farofa de pescado requer maior atenção, visto que o público avaliou esse produto em 7,97 na qualidade global. O parâmetro sabor e aroma do quibe requer reformulações, podendo acrescentar condimentos que realce o sabor desejável e proporcione uma boa experiência aromática no consumidor.

5. AGRADECIMENTOS

Empresa Missão das Águas, Agência Paulista de Tecnologia e Agropecuária (APTA) e Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR).

REFERÊNCIAS

AFONSO C.; LOURENÇO, H.M.C.; CARDOSO, N.M.; BANDARRA, M.L.; CARVALHO, M.; CASTRO, M.L.; NUNES. From fish chemical characterization to the benefit-risk assessment – Part A. **Food Chemistry**, v. 137 n.1/4, p. 99–107, abr. 2013. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.10.014.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Consumo de pescado no Brasil aumenta 23,7% em dois anos. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/index.php/ultimas-noticias/832-consumo-de-pescado-no-brasil-aumenta-23-7-em-dois-anos>. Acesso em: 01 de Setembro de 2019 (Página retirada).

CARLUCCI, D.; NOCELLA, G.; DEVITIIS, B.D.; VISCECCHIA, R.; BIMBO, F.; NARDONE, G. Consumer purchasing behavior towards fish and seafood products. Patterns and insights from a sample of international studies. **Appetite**, v. 84, n. 1, p. 212-227, jan. 2015. doi: 10.1016/j.appet.2014.10.008.

COSTA, J.F.; NOGUEIRA, R.I.; FREITAS-SÁ, D.G.C.; FREITAS, S.P. Utilização de carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia na elaboração de farinha com alto valor nutricional. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 42, n. 3, p. 548-565, nov. 2016. doi: 10.20950/1678-2305.2016v42n3p548.

CROVETTO M.M.; UAUY R. Changes in processed food expenditure in the population of Metropolitan Santiago in the last twenty years. **Revista Médica de Chile**, v. 140, n. 3, p. 305-312, 2012. doi:10.4067/S0034-98872012000300004.

EFSA. Scientific Opinion of the Panel on Dietetic products, Nutrition and Allergies on a request from European Commission related to labelling reference intake values for n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids. **EFSA Journal**, v. 1176, p. 1–11, 2009.

FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018-Cumplir los objetivos de desarrollosostenible**. Roma, 250p., 2018.

FERREIRA, T. Desenvolvimento de um novo produto alimentar: Fisham - fiambre de pescada e salmão enriquecido com óleo de peixe. Dissertação de Mestrado. Leira (Portugal): Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar. 2013.

FREITAS, D.G.C.; RESENDE, A.L.S.S.; FURTADO, A.A.L.; TASHIMA, L.; BECHARA, H.M. The sensory acceptability of a tilapia (*Oreochromis niloticus*) mechanically separated meat-based spread. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 2, p. 166-173, 2012. doi:10.1590/S1981-67232012005000010.

HOEKSTRA, J.; HART, A.; OWEN, H.; ZEILMAKER, M.; BOKKERS, B.; THORGILSSON, B.; BJÖRN, GUNNLAUGSDOTTIR, H. Fish, contaminants and

human health: quantifying and weighing benefits and risks. **Food and Chemical Toxicology**, v. 54, p. 18–29, 2013. doi: 10.1016/j.fct.2012.01.013.

KOTLER, P. **Administração de Marketing: A edição do novo milênio**. 10 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2000.

LAROSA, G.; CARVALHO, M.R.B.; VIDOTTI, R.M.; LIMA, T.M.A.; ALVES, V.F. elaboração de produto cárneo de tilápia com antioxidantes visando sua utilização como recheio ou acompanhamento da refeição. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 23, n. 4, p. 609-617, 2012.

LEEK, S.; MADDOCK, S.; FOXALL, G. Situational determinants of fish consumption. **British Food Journal**, v. 12, n. 1, p. 18-39, 2000.

LOUZADA, M.L.C.; MARTINS, A.P.B.; CANELLA, D.S.; BARALDI, L.G.; LEVY, R.B.; CLARO, R.M.; MOUBARAC, J.C.; CANNON, G.; MONTEIRO, C.A. Alimentos ultraprocessados e perfil nutricional da dieta no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 49, p. 38, 2015. DOI: 10.1590/S0034-8910.2015049006132.

MARENGONI, N.G.; POZZA, M.S.S.; BRAGA, G.C.; LAZZERI, D.B.; CASTILHA, L.D.; BUE NO, G.W.; PASQUETTI, T.J.; POLESE, C. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de *fishburgers* de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 1, p. 168-176, 2009.

MARTINS A.P.B.; LEVY R.B.; CLARO R.M.; MOUBARAC J-C.; MONTEIRO C.A. Increased contribution of ultra-processed food products in the Brazilian diet (1987-2009). **Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. 4, p. 656-665, 2013. doi:10.1590/S0034-8910.2013047004968.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**, 4 th ed CRC Press, Inc. 2006. 448 p.

MOUBARAC J-C.; BATAL M.; MARTINS A.P.; CLARO R.; LEVY R.B.; CANNON G.; MONTEIRO, C. Processed and ultra-processed food products: consumption trends in Canada from 1938 to 2011. **Canadian Journal of Dietetic Practice and Research**, v. 5, n. 1, p. 15-21, 2014. doi:10.3148/75.1.2014.15.

NEIVA, C.R.P. Aplicação da tecnologia de carne mecanicamente separada - CMS na indústria de pescado. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DO PESCADO, São Vicente. Anais. São Vicente: Instituto de Pesca, 2006.

OLIVEIRA, M.C.; CRUZ, G.R.B.; ALMEIDA, N.M. Características Microbiológicas, Físico-Químicas e Sensoriais de “Almôndegas” à Base de Polpa de Tilápia (*Oreochromis niloticus*). **UNOPAR, Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 14, n. 1, p. 37-44, 2012.

PALMEIRA, K.R.; MÁRSICO, E.T.; MONTEIRO, M.L.G.; LEMOS, M.; CONTE JUNIOR, C.A. Ready-to-eat products elaborated with mechanically separated fish meat from waste processing: challenges and chemical quality. **CyTA – Journal of Food**, v. 14, n. 2, p. 227–238, 2016. doi:10.1080/19476337.2015.1087050

REIS, R.C.; REGAZZI, A.; CARNEIRO, J.C.S.; MINIM, V.P.R. Mapa de preferência. In: MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Editora UFV, 2006, p. 111-126.

RIBEIRO, D.S.; CALIXTO, F.A.A.; GUIMARÃES, J.L.B.; ARONOVICH, M.; KELLER, L.A.M.; MESQUITA, E.F.M. Produtos de pescado elaborados com resíduos de arrasto: análise físico-química, microbiológica e toxicológica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 1, p. 238-246, 2017. doi: 10.1590/1678-4162-8940.

SARTORI, A.G.O.; AMANCIO, R.D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v.19, n. 2, p. 83-93, 2012.

SCHIFFERSTEIN, H.N.J. From salad to bowl: The role of sensory analysis in product experience research. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 8, p. 1059-1067, 2010. doi:10.1016/j.foodqual.2010.07.007.

SIDHU, K. S. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 38, n. 3, p.336–344, 2003. doi: 10.1016/j.yrtph.2003.07.002.

STONE, H.S.; SIDEL, J.L. Affective testing, in: STONE, H., BLEIBAUM, R.N., THOMAS, H.A. **Sensory evaluation practices**. Orlando: Academic, p. 291-326, 1985.

VERBEKE, W. Agriculture and the food industry in the information age. **European Review of Agricultural Economics**, v. 32, n. 3, p. 347–368, 2005. doi: 10.1093/eurrag/jbi01

PREVALÊNCIA PARASITOLÓGICA DE BUCEFALOSE EM CULTIVO DE MEXILHÕES *Perna perna* (LINNAEUS, 1758) NO LITORAL SUL DO ESPÍRITO SANTO

Douglas da Cruz Mattos¹; Breno Ribeiro da Silva²; Roberta Fregonasse Castilho²; Bárbara da Silva Ferreira³; Lucas Areias Bassul⁴; Paulo Henrique Rocha Aride⁵; Henrique David Lavander⁶; Thiago Bernardo de Souza⁷.

RESUMO

Para os bivalves marinhos, as doenças contribuem em grande quantidade para a mortalidade massiva, tanto no cultivo quanto em estoques naturais. A doença mais conhecida nos mexilhões é a bucefalose, esta é causada por um trematódeo do gênero de *Bucephalus*, comumente caracterizada microscopicamente pela presença de filamentos de cor laranja em todo o manto. Estes parasitos afetam severamente os tecidos reprodutivos, inviabilizando a gametogênese e as gônadas, podendo romper as paredes foliculares e destruir as células de germinação. O objetivo da presente pesquisa foi verificar a prevalência parasitária de bucefalose nos mexilhões *Perna perna*, cultivados em Piúma, litoral Sul do Espírito Santo. Foram realizadas coletas mensais, durante seis meses, entre Outubro de 2016 a Março de 2017, nas quais em cada coleta foram selecionados aleatoriamente 30 mexilhões na área de cultivo e posteriormente transportados para laboratório para realização dos seguintes procedimentos: lavagem, retirada dos bissos e remoção de todos e quaisquer incrustantes nos mexilhões. Foi realizada aferição biométrica do comprimento dos mexilhões, utilizando um paquímetro. Ao término da biometria, foi realizada a separação das valvas através da utilização de bisturi e em seguida transferidas em potes para que pudesse identificar o sexo e posterior coleta do tecido *in natura*. Por fim arranjado sobre as lâminas e lamínulas, para posterior reconhecimento do parasita através da objetiva de 10x. O comprimento médio das conchas dos mexilhões analisados foi de aproximadamente 559 mm. Entre todos os mexilhões analisados a maioria eram machos. Foi constatado a prevalência do *Bucephalus* nos mexilhões *Perna perna* em 11,11% destes. Por fim, conclui-se que foi verificado a prevalência do parasita *Bucephalus* nos mexilhões *Perna perna* do cultivo em *long lines* no município de Piúma, litoral Sul do Espírito Santo. Portanto, reafirma-se a importância dos estudos de sanidade em mexilhões, visto que a propagação destes patógenos pode ocorrer de maneira significativa no ambiente, sendo necessário manter um monitoramento contínuo quanto à prevalência desses parasitas nos mexilhões de cultivo.

¹ Pesquisador na Universidade Vila Velha.

² Estudantes de Engenharia de Pesca no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) - Campus Piúma.

³ Estudante de Medicina na Universidade Federal do Rio de Janeiro – Campus Macaé.

⁴ Servidor Técnico em Aquicultura do IFES – Campus Piúma.

⁵ Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) – Campus Manaus Centro.

⁶ Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) - Campus Piúma.

⁷ Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) - Campus Alegre.

Palavras-chave: Enfermidade; *Bucephalus*; Mussel.

ABSTRACT

For marine bivalves, diseases contribute in large numbers to massive mortality, both in cultivation and in natural stocks. The best known disease in mussels is bucefalose, this disease is caused by a trematode of the genus *Bucephalus*, commonly being microscopically characterized by the presence of orange filaments throughout the mantle. These parasites severely affect the reproductive tissues, making gametogenesis and gonads unfeasible and can rupture follicular walls and destroy germinating cells. The objective of the present research was to verify the parasitic prevalence of bucefalose in *Perna Perna* mussels cultivated in Piúma, southern coast of Espírito Santo. Monthly collections were carried out for six months, from October 2016 to March 2017, in which each collection were randomly selected 30 mussels in the area of cultivation and later transported to the laboratory for the following procedures: washing, removal of bison and removal. of any and all fouling on the mussels. Biometric measurement of mussel length was performed using a caliper. At the end of the biometrics, the valves were separated by the use of a scalpel and then transferred to pots so that they could identify the sex and subsequent in natura tissue collection. Finally arranged on the slides and coverslips for later parasite recognition through the 10x objective. The average shell length of the analyzed mussels was approximately 559 mm. Of all the mussels analyzed, most were male. The prevalence of *Bucephalus* was found in *Perna Perna* mussels in 11.11% of these. Finally, it was concluded that the prevalence of the *Bucephalus* parasite was verified in *Perna Perna* mussel cultivation in long lines in the municipality of Piúma, south coast of Espírito Santo. The importance of health studies in mussels is reaffirmed, since the propagation of these pathogens can occur significantly in the environment, and it is necessary to maintain a continuous monitoring of the prevalence of these parasites in cultivated mussels.

Key words: Illness; *Bucephalus*; Mussel.

INTRODUÇÃO

A realização da atividade aquícola é descrita em diversos países ao longo de todo mundo desde séculos atrás, sendo considerado como um setor na produção de alimentos bem diversificado e que alcançou grandes avanços tecnológicos, fato que contribuiu para o seu crescimento mundialmente (FAO, 2018, p.5).

Diante das diversas práticas aquícolas, a malacocultura, cultivo de moluscos, vem se destacando, sendo o segundo grupo de organismos mais cultivados mundialmente, representando 21% de toda produção aquícola no ano de 2016 (FAO, 2018, p.17).

No Brasil a malacocultura levou a mudança do perfil socioeconômico de diversas comunidades litorâneas (RUPP & PARSONS, 2016, p.1013-1014).

Diante dos diversos moluscos cultivados, destacam-se os moluscos bivalves da família Mytilidae, representada pelo mexilhão nativo *Perna perna* (FERREIRA *et al.* 2006, p.1122).

O principal estado produtor de moluscos bivalves no Brasil é Santa Catarina, responsável por 97,9% de toda produção nacional de moluscos bivalves. No qual os mexilhões *Perna perna* são os mais produzidos (IBGE, 2016, p. 39). Na safra do ano de 2017 Santa Catarina comercializou 11.056 toneladas de mexilhões, com um total de 418 miticultores, movimentando mais de 42 milhões de reais diretamente (SANTOS & DELLA GIUSTINA, 2018, p.2).

Para os bivalves marinhos, as doenças contribuem em grande quantidade para a mortalidade massiva, tanto no cultivo quanto em estoques naturais (SINDERMANN, 1970, p. 300; BOWER *et al.* 1994, p.110).

No Brasil o primeiro relato sobre danos severos no mexilhão *Perna perna* por infestação de *Bucephalus* ocorreu através de pesquisas realizadas no Estado de São Paulo, na década de 80 (GARCIA & MAGALHÃES, 2008, p.13).

Com o passar dos anos e diversas pesquisas sobre as enfermidades em moluscos bivalves, a bucefalose tornou-se a doença mais conhecida nos mexilhões, tanto pelo seu fácil diagnóstico, quanto pela incidência na população (MARQUES, 1998, p.68).

A bucefalose é causada por um trematódeo do gênero *Bucephalus*, comumente sendo caracterizada microscopicamente pela presença de filamentos de cor laranja em todo o manto. Estes parasitos afetam severamente os tecidos reprodutivos, inviabilizando a gametogênese e as gônadas, podendo romper as paredes foliculares e destruir as células de germinação, conseqüentemente reduz a taxa de fecundação e assim compromete as áreas de cultivo (BARREIRA & ARAÚJO, 2005, p.18; GARCIA & MAGALHÃES, 2008, p.14).

No estado do Espírito Santo a maricultura teve início em 1987, no município de Piúma e desde então a principal espécie utilizada para cultivo comercial é o mexilhão *Perna perna* (SODRE *et al.* 2008, p.42). Vale ressaltar que mesmo a atividade sendo realizada há diversos anos, esta é uma das primeiras pesquisas com objetivo de avaliar a prevalência parasitária da bucefalose em mexilhões *Perna perna* cultivados no município de Piúma, litoral Sul do Espírito Santo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no litoral Sul do Espírito Santo, no município de Piúma entre os meses de Outubro de 2016 a Março de 2017, em área de cultivo de mexilhões *Perna perna* em sistema de *long line*, cultivados por membros da Associação dos Maricultores de Piúma (20°51'17.97"S - 40°43'45.42" O).

Durante os seis meses de experimento, 30 mexilhões *Perna perna* foram coletados no cultivo mensalmente e posteriormente transportados para o Laboratório de Microscopia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes) - Campus Piúma para realização das análises.

No Laboratório de Microscopia os mexilhões foram lavados, retirados os biscoos e removidos todos e quaisquer incrustantes. Ao decorrer da limpeza, todos foram enumerados para que pudesse ser realizado a aferição do comprimento total de cada indivíduo, através de um paquímetro com precisão de 0,1 mm. Ao término da biometria, foi realizada a separação das valvas com auxílio de bisturi, em seguida foram transferidas em potes para que pudesse identificar o sexo e posterior coleta do tecido in natura. Por fim arranjado sobre as lâminas e lamínulas, para posterior reconhecimento do parasita através da objetiva de 10x (GARCIA & MAGALHÃES, 2008, p.14).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comprimento médio das conchas dos mexilhões analisados foi de aproximadamente 56 mm. Dentre o total de 180 mexilhões averiguados microscopicamente durante os seis meses de coletas, 20 destes estavam parasitados por *Bucephalus* (figura 1), correspondendo a 11,11% de prevalência deste parasita. Entre todos os mexilhões analisados, 100 eram machos, 78 fêmeas e dois hermafroditas, fato este que demonstra uma proporção sexual de 1,28:1 machos/fêmea. Já entre os mexilhões infestados 14 deles eram machos e 6 eram fêmeas, o que resulta em uma proporção sexual entre os infestados de 2,33:1 machos/fêmea.



Figura 1 – Identificação microscopia de *Bucephalus* no mexilhão Perna perna cultivado no litoral Sul do Espírito Santo.

Magalhães (1998, p.95) e Medeiros (2013, p.34) realizaram a equiparação entre o tamanho do mexilhão e a presença da doença causada por *Bucephalus* e posteriormente afirmaram que a doença é perceptível em animais com tamanhos superiores a 30 mm pelo fato de já terem iniciado o processo de gametogênese e conseqüentemente iniciado o processo de armazenamento de nutrientes como glicogênio e lipídios. Fato que colabora com a presente pesquisa, no qual foi constatada a prevalência em mexilhões com comprimento entre 40 a 91 milímetros. De acordo com os autores citados acima, há evidências de maiores níveis de infestações nestes tamanhos pelo fato de possuírem nutrientes para que os parasitas se alimentem e consigam permanecer neste hospedeiro até ser conveniente.

Magalhães (1998, p.139) afirma ainda que a infestação nos cultivos oscila entre níveis de 1 a 49%. Dentre outros trabalhos relevantes estão os de Costa (2007, p.19), Garcia (2008, p.14) e Carneiro-Schaefer (2017, p.132) que encontraram respectivamente infestações nos níveis de 32,1% em cultivo na praia de Ribeirão da Ilha em Florianópolis, 12% no cultivo experimental do Laboratório de Moluscos Marinhos da Universidade Federal de Florianópolis na Praia de Sambaqui e 40,4% nos principais municípios produtores em Santa Catarina. Ao comparar com os resultados citados, a prevalência da infestação encontrada na presente pesquisa pode ser considerada como um nível aceitável (11,11%).

A prevalência da bucefalose nos mexilhões pode ser prejudicial, pois a infestação do parasita está diretamente relacionada a castração dos mexilhões e em

grandes concentrações contribui para a mortalidade destes. Sendo assim, prejudica os maricultores tanto na coleta dos animais nos coletores artificiais, quanto na hora da comercialização, por possuir menor quantidade de mexilhões. Boehs *et al.* (2012, p.13) e Carneiro-Schaefer *et al.* (2017, p.132) relatam prejuízos nos cultivos analisados, bem como outros autores relatam ao longo da costa brasileira.

De acordo com diversos autores, os mexilhões são considerados organismos dioicos, porém a verificação de organismos hermafroditas já foi registrada como relata Garcia (1991, p.66), porém é considerado um caso raro de ocorrer. Magalhães (1998, p.85) observou que em áreas de cultivo ocorre a predominância de machos, fato que colabora com a proporção sexual encontrada no presente trabalho, que foi de 1,28:1. Medeiros (2013, p.35) em sua pesquisa não identificou diferença entre a prevalência por *Bucephalus* entre machos e fêmeas. Na presente pesquisa, dos animais infestados por *Bucephalus*, 70% eram machos e 30% fêmeas, fato não similar ao descrito por Medeiros (2013, p.35). Em contrapartida Addum e Oliveira (2010, p.74) ao analisar prevalência em mexilhões provenientes de costões rochosos, identificaram que 77,8% dos mexilhões infestados por *Bucephalus* eram machos e 22,2% fêmeas.

4. CONCLUSÃO

Através da presente pesquisa foi possível verificar a prevalência da doença causada por *Bucephalus* em mexilhões *Perna perna* cultivados em sistema de *long lines* no município de Piúma, litoral Sul do Espírito Santo. Entre os 180 mexilhões analisados, 100 eram machos, 78 fêmeas e dois hermafroditas. A enfermidade foi constatada em 20 destes, sendo 14 machos e 6 fêmeas, correspondendo a uma prevalência parasitária de 11,11%. Reiteramos a importância dos estudos sobre sanidade em mexilhões, tendo em vista o potencial prejuízo que esta doença causa em áreas de cultivos ao longo da costa brasileira. A partir deste contexto, é necessário o fortalecimento e incentivo a estas pesquisas, para que seja possível criar um amplo banco de dados sobre enfermidades em moluscos bivalves ao longo do litoral brasileiro.

5. AGRADECIMENTOS

Aos membros da Associação dos Maricultores de Piúma (AMPI), ao extinto Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) pela doação de equipamentos utilizados na pesquisa e ao Laboratório de Malacocultura (MALACOLAB) do Ifes – Campus Piúma

por todo apoio nas pesquisas desenvolvidas e pelas informações compartilhadas ao longo destes anos.

REFERÊNCIAS

ADDUM, Felipe Morais; OLIVEIRA, Cícero da Silva. Prevalência parasitária de *Bucephalus* (von Baer, 1827) em *Perna perna* (Linnaeus, 1958) em dois costões rochosos no litoral do Espírito Santo. Rev. Cient. Faesa, Vitória, v. 6, n.1, p. 69-76, 2010.

BARREIRA, Cristina de Almeida Rocha; ARAÚJO, Maria Lúcia Rodrigues. Ciclo reprodutivo de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) na praia do Canto da Barra, Fortim, Ceará, Brasil. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, v. 31, n.1, p. 9-20, 2005.

BOEHS, Guisla; MAGALHÃES, Aimê Rachel Magenta; SABRY, Rachel Costa; CEUTA, Liliane Oliveira. Parasitos e patologias de bivalves marinhos de importância econômica da costa brasileira. In: Ângela Teresa Silva-Souza; Maria de los Angeles Perez Lizama; Ricardo Massato Takemoto; Adolfo Jatobá (Org.). Patologia e Sanidade de Organismos Aquáticos. ABRAPOA, Curitiba, p. 165-193, 2012.

BOWER, Susan M.; MCGLADDERY, S.E.; PRICE, I.M. Synopsis of Infectious Diseases and Parasites of Commercially Exploited Shellfish. Annu. Rev. Fish Dis. Canadá, v. 4, n.1, p. 1-199, 1994.

CARNEIRO-SCHAEFER, Ana Lúcia; SUHNEL, Simone; MELO, Claudio Manoel Rodrigues de; MAGALHÃES, Aimê Rachel Magenta. Estudo patológico em mexilhões cultivados em Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 43, n. 1, p.124-134, 2017.

CARNEIRO-SCHAEFER, Ana Lúcia. SUHNEL, Simone; MELO, Claudio Manoel Rodrigues de; MAGALHÃES, Aimê Rachel Magenta. Estudo patológico em mexilhões cultivados em Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 43, n.1, p-124-134, 2017.

COSTA, Rafael Luiz da. **Prevalência de enfermidades e histopatologia de Perna perna (Mollusca) em Florianópolis/SC, Brasil**. 32 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Centro de Ciências Agrárias, Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018. Meeting the sustainable development goals. Rome. 227 p, 2018.

FERREIRA, Jaime Fernando; BESEN, Kelly; WORMSBECHER, André Augusto; SANTOS, R.F. Physical-chemical parameters of seawater mollusc culture sites in Santa Catarina-Brazil. Journal of Coastal Research, Brasil, v. 39, n.1, p. 1122-1126, 2006.

FERREIRA, Jaime Fernando; MAGALHÃES, Aimê Rachel Magenta. Cultivo de mexilhões. In: POLI, C.R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E. & BELTRAME, E. (orgs.). Aquicultura - Experiências brasileiras. Florianópolis, p.221-250, 2004.

GARCIA, Patrícia; MAGALHÃES, A.R.M. & FERREIRA, Jaime Fernando. Ocorrência de hermafroditismo no mexilhão *Perna perna* (Linné, 1758) (Bivalvia, Mytilidae). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MALACOLOGIA, 12, São Paulo, 1991. Resumos. São Paulo, Sociedade Brasileira de Malacologia, p. 66, 1991.

GARCIA, Patrícia; MAGALHÃES, Aimê Rachel Magenta. Protocolo de identificação e quantificação de bucefalose (enfermidade laranja) em mexilhões *Perna perna*. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 11-19, 2008.

IBGE. Produção Pecuária municipal, Rio de Janeiro, v. 44, p.1-51, ISSN 0101-4234, 2016.

MAGALHÃES, Aimê Rachel Magenta. Efeito da parasitose por trematoda Bucephalidae na reprodução, composição bioquímica e índice de condição do mexilhão *Perna perna* (L.). São Paulo 185p. (Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, USP), 1998.

MARQUES, Hércio Luis de Almeida. Criação comercial de mexilhões. São Paulo: Nobel, 111 p, 1998.

MEDEIROS, Sthefanie Caroline. **Bucefalose no cultivo de mexilhões: relações entre o parasita e os hospedeiros iniciais.** 2013. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

RUPP, Guilherme Sabino; PARSONS, G. Jay. 2016. Aquaculture of the Scallop *Nodipecten nodosus* in Brazil. In: SHUMWAY, S.; PARSONS, G. J. **Biology, Ecology, Aquaculture, and Fisheries.** Canadá: Elsevier Science. V. 40, n. 3, Cap. 9. p. 999-1017.

SANTOS, Alex Alves dos; DELLA GIUSTINA, Everton Gesser. Síntese informativa da maricultura 2017. Florianópolis: EPAGRI. 8p, 2018. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/Cedap/Estatistica-Sintese/Sintese-informativa-da-maricultura-2017.pdf. Acessado em 13 de outubro de 2019.

SINDERMANN, Carl J. Diseases of marine shellfish. In: Principal diseases of marine fish and shellfish. San Diego, Academic Press, v. 2, n.2, 516p, 1970.

SODRÉ, Federica Natasha Ganança Abreu dos Santos; Freitas, Rodrigo Randow de; REZENDE, Vera Lúcia Ferreira Motta. Histórico e desenvolvimento da maricultura no estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 3 (3), pp. 36-46, 2008.