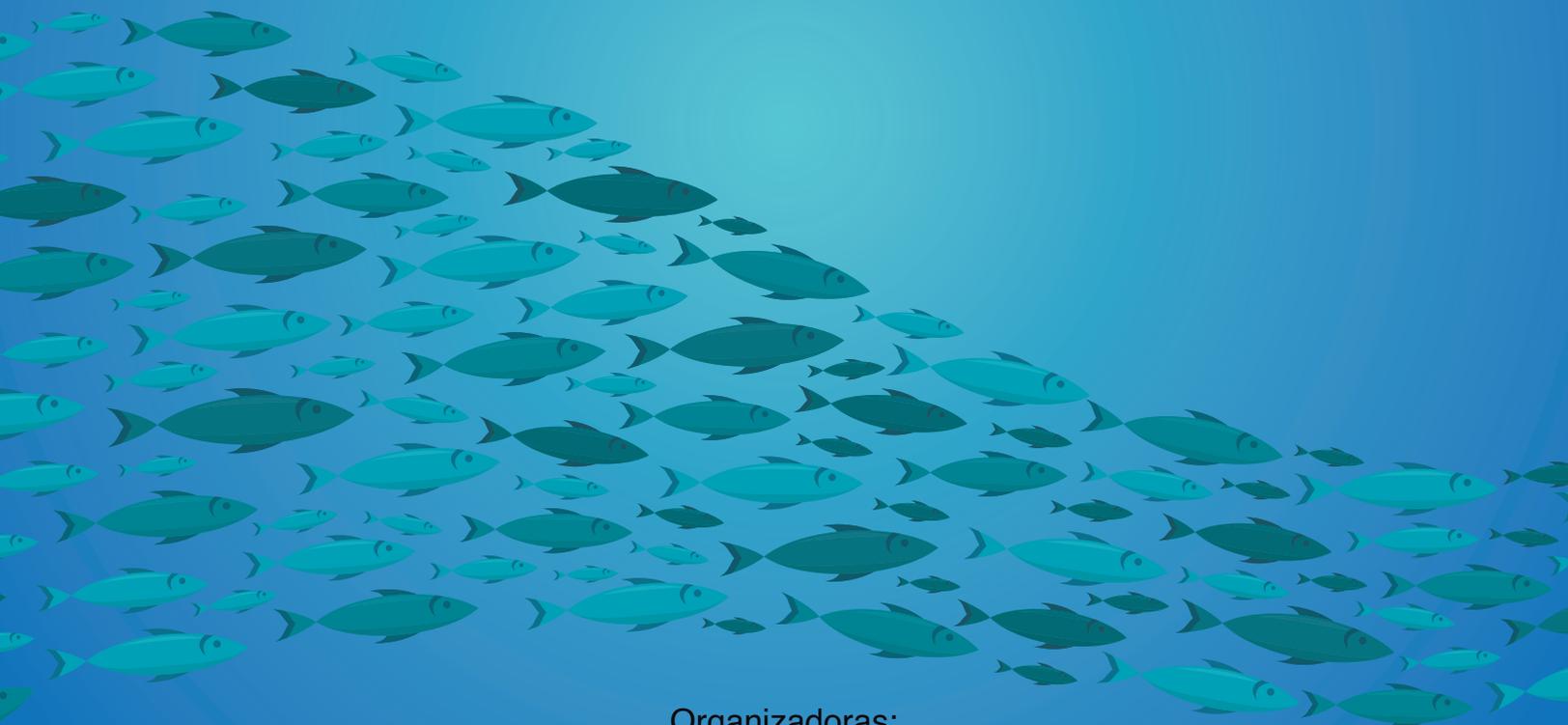


# Engenharia de Aquicultura no Brasil

**Pesquisas, tendências e atualidades**



Organizadoras:  
**Anita Rademaker Valença**  
**Poliana Ribeiro dos Santos**



ISBN: 978-85-45535-77-5

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA  
CATARINA

Organizadoras da Obra:

Anita Rademaker Valença e Poliana Ribeiro dos Santos

**Engenharia de Aquicultura no Brasil:  
Pesquisas, Tendências e Atualidades**

1ª Edição

Florianópolis/SC

**UFSC**

2018

**ISBN: 978-85 -45535-77-5**

Copyright© 2018 by Universidade Federal de Santa Catarina

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

**Capa:** Henrique Boell Pimentel.

**Diagramação:** Poliana Ribeiro dos Santos.

---

**CONSELHO EDITORIAL:**

**Katt Regina Lapa**

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

**Luis Alejandro Vinatea Arana**

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

---

**Avaliadores ad hoc:** Alexandra Inês Santos; Anita Rademaker Valença; Ariane Martins Guimarães; Bianca Maria Soares Scaranto; Bruno Corrêa Da Silva; Caio Cesar Franca Magnotti; Carlos Henrique Araujo De Miranda Gomes; Carlos Peres Silva; Carmem Sara Pinheiro De Oliveira; Carolina Antonieta Lopes; Cecília De Souza Valente; Cleize Sales Da Silva; Dariane Beatriz Schoffen Enke; Delano Dias Schleder; Eduardo De Medeiros Ferraz; Eliziane Silva; Emílio Mateus Costa Melo; Esmeralda Chamorro Legarda; Fabio Carneiro Sterzelecki; Fabiola Suellen Da Silva Reis; Fernando Dutra Brignol; Filipe Dos Santos Cipriano; Flávia Lucena Zacchi; Flavio Furtado Ribeiro; Frank Belettini; Gabriel Fernandes Alves Jesus; Gabriel Passini; Gabriela Soltes Ferreira; Gianfrancisco Schork; Gustavo Ruschel Lopes; Helena Lopes Galasso; Janaína Dos Santos Pedron; Jaqueline Da Rosa Coelho; Jaqueline Inês Alves De Andrade; Jhonis Ernzen Pessini; Josiane Ribolli; Julia Zarpelon Coelho De Souza; Jurandir Joaquim Bernardes Junior; Kennya Addam Gomes Silva; Leonardo Castilho De Barros; Leonardo Schorcht Bracony Porto Ferreira; Luciane Maria Perazzolo; Luciano Augusto Weiss; Luiz Eduardo Lima De Freitas; Marco Shizuo Owatari; Maria Do Carmo Gominho Rosa; Maria Risoleta Freire Marques; Mariana Rangel Pilotto; Mariana Soares; Mônica Yumi Tsuzuki; Natalia Da Costa Marchiori; Nathalia Darminia Aceval Arriola; Norha Constanza Bolívar Ramírez; Poliana Ribeiro Dos Santos; Priscila Costa Rezende; Rachel Sabry; Rafael De Oliveira Jaime Sales; Roberto Bianchini Derner; Scheila Anelise Pereira; Silvano Garcia; Sunshine De Ávila Simas; Tamiris Henrique Ferreira; Tania Maria Lopes Dos Santos; Vitor Augusto Giatti Fernandes; Walter Quadros Seiffert.

**FICHA CATALOGRÁFICA**

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

<p><b>E57</b>    <b>Engenharia de aquicultura no Brasil : pesquisas, tendências e atualidades / organização, Anita Rademaker Valença, Poliana Ribeiro dos Santos.</b> 1. ed. – Dados eletrônicos. – Florianópolis : CCA/UFSC, 2018. 225 p. : il., gráfs., tabs. Inclui bibliografia. ISBN 978-85-45535-77-5 E-book (PDF) 1. Aquicultura – Pesquisa. I. Valença, Anita Rademaker. II. Santos, Poliana Ribeiro dos. <span style="float: right;">CDU: 639.3</span></p>
---

## APRESENTAÇÃO

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 cultivo, 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 53 pesquisadores(as), entre autores(as) e coautores(as), vinculados(as) as seguintes instituições: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre (IFES), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF); Universidade Estadual Paulista (UNESP); Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). 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, Biologia, Ciência Animal, Direito, Recursos Pesqueiros, Engenharia de Pesca, 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 aos(as) interessados(as),

## Sumário

### ***Gracilaria* (RHODOPHYTA, FLORIDEOPHYCEAE) NA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO PIRAJUBAÉ, FLORIANÓPOLIS/SC .....7**

Camila Pereira Bruzanga; Luciany do Socorro de Oliveira Sampaio; Robson Mattos Abrahão; Aimê Rachel Magenta Magalhães

### **DESENVOLVIMENTO E CAPTURA DO CAMARÃO MACROBRACHIUM ROSENBERGII NA ILHA DO MOSQUEIRO BELÉM-PA.....22**

Tainára Cunha Gemaque; Nicoli Paganoti de Mello; Anderson Correia; Daniel Pereira da Costa

### **CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA DE PLANTÉIS DE PIRARUCUS POR MEIO DE MARCADORES MICROSSATÉLITES .....39**

Antônio Marcos Jaques Ramos; Gabryele Malcher Freire; Pérciles Sena do Rêgo, Eduardo Sousa Varela; Juliana Araripe Gomes da Silva

### **SUBSÍDIOS PARA REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DA AQUICULTURA BRASILEIRA .....50**

Bruna Roque Loureiro; Eric Arthur Bastos Routledge; Alex Pires de Oliveira Nuñez

### **CARACTERÍSTICAS DA COLORAÇÃO VERMELHA EM ORGANISMOS AQUÁTICOS E SUA APLICAÇÃO NA AQUACULTURA.....65**

Daniel Pereira da Costa, Tainára Cunha Gemaque; Aldo Pereira Salvador; Kalita Michelle Alves; Kleber Campos Miranda Filho

### **SUPLEMENTAÇÃO DE ASTAXANTINA EM RAÇÃO COMERCIAL EXTRUSADA NA ALIMENTAÇÃO DE *POMACEA DIFUSA* .....83**

Daniel Pereira da Costa; Raphael Nogueira Bahiense; Ricardo Marcelo Geraldi; Sérgio Rodrigues da Silva; Leonardo Vaz Pereira; Tainára Cunha Gemaque; Daniela Chemim de Melo Hoyos; Kleber Campos Miranda Filho

### **AVALIAÇÃO DO USO DE PROBIÓTICO COMERCIAL NO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E ATIVIDADE ENZIMÁTICA DE LARVAS DE PEIXE PALHAÇO (*AMPHIPRION FRENATUS*).....96**

Raoani Cruz Mendonça; Douglas Mattos Da Cruz; Amanda Massucatto; Ana Paula Lira; Ana Carolina Ricardo; Mônica Yumi Tsuzuki

### **CUSTO DE PRODUÇÃO DE EMPREENHIMENTO DE PEQUENO PORTE DE PEIXES ORNAMENTAIS EM MINAS GERAIS ..... 109**

Douglas da Cruz Mattos; Jaqueline dos Santos Mendonça; Breno Ribeiro da Silva; Manuel Vazquez Vidal Junior

**EFEITOS DO HORMÔNIO 17-A-METILTESTOSTERONA EM FÊMEAS ADULTAS DE *BETTA SPLENDENS* (REGAN, 1910) ..... 123**

Augusto Sardá Vieira; Fernanda Regina da Silva; Alcinea Malzete Correia; Poliana Ribeiro dos Santos; Anita Rademaker Valença

**SELETIVIDADE ALIMENTAR POR LARVAS DE CATFISH (*ICTALURUS PUNCTATUS*) NOS PRIMEIROS DIAS DE ALIMENTAÇÃO EXÓGENA ..... 140**

Atanásio Alves do Amaral; Meire Thuller de Lima

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES PRODUTOS OBTIDOS A PARTIR DE SILAGEM ÁCIDA DE RESÍDUOS DE TILÁPIA NILÓTICA, SALMÃO DO ATLÂNTICO E CAMARÃO SETE BARBAS..... 155**

Thaís da Silva Oliveira; Petr Zahotei Neto; Dariane Beatriz Schoffen Enke

**FORMULAÇÃO E ACEITABILIDADE DE PATÊ DEFUMADO DE FILÉ DE TILÁPIA DO NILO ..... 172**

Aline Souza Raposo; Antônio Francisco Campanha da Silva; José Rafael Soares; Sandra Paula Anschau; Greyce Kelly da Silva Aparício; Altevair Signor; Fábio Bittencourt; Aldi Feiden

**TOXIDADE AGUDA DO MANGANÊS EM PÓS-LARVAS DO CAMARÃO MARINHO *LITOPENAUS VANNAMEI* EM BAIXA SALINIDADE ..... 181**

Marcos Vinícius Viana Teixeira; João Paulo Lorenzini; Filipe dos Santos Cipriano; Hallef Suamir Alves Penido; Leonardo Vaz Pereira; Kleber Campos Miranda Filho

## ***Gracilaria* (Rhodophyta, Florideophyceae) NA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO PIRAJUBAÉ, FLORIANÓPOLIS/SC**

Camila Pereira Bruzanga\*; Luciany do Socorro de Oliveira Sampaio; Robson Mattos Abrahão; Aimê Rachel Magenta Magalhães

### **RESUMO**

A macroalga *Gracilaria* está presente em diversas regiões do mundo, como Europa, Ásia e América. No Brasil, distribui-se nas regiões entremarés, ao longo da costa entre os estados do Maranhão até Santa Catarina. Além de ser um importante componente do ecossistema aquático, bioatratora de diversidade, a principal utilização desta alga é na produção do agar utilizado pela indústria alimentícia, biotecnológica e farmacêutica. A Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (RESEX) encontra-se localizada no perímetro urbano de Florianópolis, Estado de Santa Catarina e está sob pressões que podem afetar diretamente a população de macroalgas e outros seres desse ambiente. O objetivo do presente estudo foi verificar e registrar a presença de macroalgas do gênero *Gracilaria* na RESEX. A pesquisa foi realizada mensalmente, em oito áreas, com 3 réplicas cada, entre abril de 2016 a abril de 2017, utilizando um amostrador cilíndrico de PVC, do tipo *corer*, com 20 cm de diâmetro, enterrado 10 cm no sedimento. As amostras foram peneiradas, ensacadas, identificadas e transportadas ao laboratório do Departamento de Aquicultura da UFSC, onde foram triadas. Em todas as áreas de coleta e estações do ano houve presença de *Gracilaria*. Nos locais 1 e 2 houve presença em todo o período de estudo. Na área 7, próximo ao mangue, e na área 8, próximo a um banco de areia, verificou-se menor presença. Devido a escassez de berbigões, o rastelar do substrato da RESEX foi minimizado, propiciando a proliferação das macroalgas, favorecendo a macrofauna composta por invertebrados bentônicos, camarões e peixes, que também fornecem sustento à comunidade extrativista local. É interessante analisar possíveis projetos de maricultura como fonte de renda e trabalho, em áreas adjacentes à RESEX.

**Palavras-chave:** Rhodophyta. Biodiversidade. Macrofitobentos. RESEX.

---

\* Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura – UFSC. Laboratório de Cultivo de Macroalga (LCM/UFSC) E-mail: camila.p.b@outlook.com

## **ABSTRACT**

The *Gracilaria* macroalgae is present in several regions of the world, such as Europe, Asia and America. In Brazil, it is distributed in intertidal regions, along the coast of Maranhão to Santa Catarina States. Besides being an important component of the aquatic ecosystem, bioattractor of diversity, the main use of this alga is in the production of agar used by the food, biotech and pharmaceutical industry. The Pirajubaé Marine Extractive Reserve (RESEX) is located in the urban perimeter of Florianópolis, State of Santa Catarina and is under pressure that can directly affect the macroalgae population and other beings of this environment. The objective of the present study was to verify and record the presence of macroalgae of the genus *Gracilaria* in RESEX. The research was carried out monthly in 8 RESEX collection areas, with 3 replicates each, from April 2016 to April 2017 using a 20 cm diameter corer type PVC cylindrical sampler buried 10 cm sediment. Samples were sieved, bagged, identified and transported to the laboratory of the Aquaculture Department of UFSC, where they were sorted. In all areas of collection and seasons of the year *Gracilaria* was present. At sites 1 and 2 the presence was verified throughout the study period. In area 7, near the mangrove, and in area 8, near a sandbar, smaller presence. Due to the scarcity of cockles, the substrate RESEX was minimized, which has allowed the proliferation of macroalgae, favoring the macrofauna composed by benthic invertebrates, shrimps and fish, which also provide sustenance to the local extractive community. It is interesting to analyze possible mariculture projects as a source of income and work, in areas adjacent to RESEX.

**Palavras-chave:** Rhodophyta. Biodiversity. Macrophytobentos. RESEX.

## **1. INTRODUÇÃO**

As algas, aliadas a um pequeno grupo de angiospermas marinhas, constituem os produtores primários que sustentam a vida nos mares e oceanos e, portanto, desempenham um papel ecológico fundamental na manutenção desses ecossistemas. Estima-se que o fitoplâncton marinho seja responsável por 40 a 50 % da produção primária global (BOLIN et al. 1977). Adicionalmente, as algas são elementos importantes na formação e manutenção dos recifes de coral, ecossistemas com biodiversidade comparável a das florestas tropicais (BROWN & OGDEN, 1993; REAKA-KUDLA et al. 1997).

A diversidade de organismos marinhos está correlacionada, de uma certa forma, com a diversidade das comunidades algais, diversidade esta que aumenta a estabilidade destes ecossistemas, na medida em que um maior número de espécies funcionalmente equivalentes, com diferentes capacidades de tolerância a fatores ambientais, pode melhor resistir a alterações do meio marinho, inclusive aquelas causadas por atividades antrópicas (CHAPIN et al. 1997).

As macroalgas marinhas representam um grupo heterogêneo de organismos fotossintéticos de grande valor ecológico para o ecossistema marinho costeiro (BOLTON et al. 2007) e expressam uma variedade de metabólitos químicos estruturalmente únicos (CARDOZO et al. 2007; HUNG et al. 2009; RODRIGUES et al. 2012).

Algas marinhas vermelhas do gênero *Gracilaria* são mundialmente exploradas como fontes de polissacarídeos sulfatados (PSs) do tipo ágar (MARINHO-SORIANO & BOURRET, 2003; MACIEL et al. 2008). Esses polissacarídeos vêm atraindo o interesse de vários segmentos industriais ao longo de décadas no tocante às suas aplicações como espessantes, geleificantes e estabilizantes em preparações alimentícias (CAMPO et al. 2009; PRAJAPATI et al. 2014), em outros benefícios relacionados à saúde humana e animal (CARDOZO et al. 2007; RODRIGUES et al. 2009; VANDERLEI et al. 2011) e em efeitos biológicos para modular diversas reações fisiológicas (VANDERLEI et al. 2011; FIDELIS et al. 2014; FERREIRA, 2015). *Gracilaria* é, portanto, um gênero de macroalga de grande importância econômica, uma vez que a sua capacidade de produção de ágar, juntamente com a facilidade de reprodução e o rápido crescimento, lhe concedem um lugar de honra no cenário mundial (KAIN & DESTOMBE, 1995). É deste gênero de algas que o ágar é maioritariamente extraído. Grande parte da sua produção mundial resulta das algas do gênero *Gracilaria* (53%) e *Gelidium* (44%), sendo que apenas uma pequena quantidade (3%) é produzida a partir de agarófitas como *Gelidiella* e *Pterocladia* (MARINHO-SORIANO & BOURRET, 2003; FERREIRA, 2015).

Oliveira (1977) e Bellorin (2002) observaram que as algas do gênero *Gracilaria* são típicas de regiões entremarés, estão presentes desde o Caribe e com ampla distribuição no litoral brasileiro, ocorrendo desde o litoral do estado do Maranhão até o do estado de Santa Catarina.

Lobban & Harrison (1994) pontuam que as Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina e outros ecossistemas costeiros catarinenses, estão ameaçados pela ação

da poluição, colocando em risco a saúde humana e a biodiversidade marinha. Silva-Cavalcante e Costa (2011) relatam que na Baía Sul a presença do molusco de areia *Anomalocardia brasiliiana* vem diminuindo nas últimas décadas. A captura desta espécie se desenvolveu de forma intensa ao longo dos anos, levando o IBAMA a iniciar estudos sobre a biologia e extração do berbigão em 1988, que culminou na criação da primeira Reserva Extrativista Marinha do Brasil, em 20 de maio de 1992 (BRASIL, 1992; RIBAS, 2014), a Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (RESEX).

Reserva Extrativista é uma unidade de conservação utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte. Tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade. A pesquisa científica é permitida e incentivada, sujeitando-se à prévia autorização do órgão responsável pela administração da unidade, às condições e restrições estabelecidas e às normas previstas em regulamento (BRASIL, 2000).

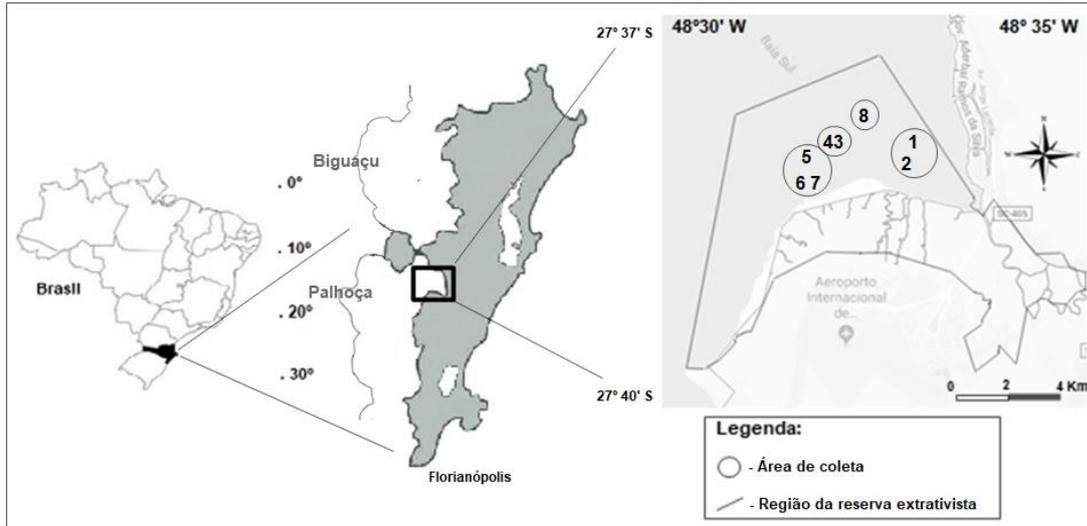
Estas áreas protegidas ocupam uma variedade de ambientes, como estuários, mangues, restingas e dunas e servem de sustento para famílias que exploram recursos pesqueiros costeiros e estuarinos, destacando os camarões, caranguejos, ostras, berbigões, peixes recifais e estuarinos (DIOGO, 2007).

Contudo, pela importância desta região, o objetivo deste estudo foi registrar a presença de macroalgas do gênero *Gracilaria* na RESEX.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo e desenho amostral**

A Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (RESEX) possui área de 1.444 hectares (RIBAS, 2014). Está localizada no lado interno da Ilha de Santa Catarina, (Figura 1) nas coordenadas 27°40' – 27°41'S e 48°30' – 48°35'W (AVEIRO et al. 2011).



**Figura 1** – Localização da RESEX Pirajubaé no Brasil e na Ilha de Santa Catarina. À direita, as áreas de coleta.

A estratégia do monitoramento foi observar mensalmente a presença da macroalga do gênero *Gracilaria*, em oito locais de coleta, com três réplicas cada, no período de abril de 2016 a abril de 2017, totalizando 24 amostras/mês. Os locais foram escolhidos por serem representativos da RESEX, em áreas indicadas pelos extrativistas e pelos técnicos do ICMBio, responsáveis pela Reserva.

### 2.1.1 Coleta do material biológico

Para estudar as macroalgas, em cada uma das áreas de coleta, foi utilizado um amostrador cilíndrico de PVC, tipo *corer*, com 20 cm de diâmetro, enterrado no sedimento 10 cm, com delimitação interna e marcação externa no amostrador, conforme utilizado por Pezzuto (2012). O material coletado foi transferido no campo para tela metálica de 2 mm de malha e peneirado, retirando todo o sedimento. O material retido na peneira, composto por macroalgas e cascalho foi colocado em sacos plásticos, identificado e acondicionado em caixas térmicas, para transporte ao laboratório do Departamento de Aquicultura da UFSC, onde foi congelado para posterior triagem e avaliação.

As triagens foram realizadas no Laboratório de Cultivo do Departamento de Aquicultura da UFSC. As amostras foram lavadas novamente, seguida com separação da diversidade das espécies encontradas e identificação da macroalga na amostra. A identificação foi realizada com o auxílio da chave dicotômica artificial

para identificação de alguns gêneros de algas elaborada pelo Dr. Eurico Cabral de Oliveira Filho.

## 2.2 – Análise estatística

Para análise de dados foi utilizado o software Excel 2007.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das coletas mostraram que *Gracilaria* é o principal gênero de macroalga presente na RESEX.

De acordo com o Guiry & Guiry (2018), o gênero *Gracilaria* (Figura 2) inclui algas marinhas de porte moderado, de vida livre, em geral eretas e com talos cilíndricos ou planos, ramificados e cartilagosos. As espécies maiores podem atingir até 60cm de comprimento. Essas algas geralmente crescem em grandes aglomerados em águas rasas.

**Reino:** Plantae

**Filo:** Rhodophyta

**Ordem:** Gracilariales

**Família:** Gracilariaceae

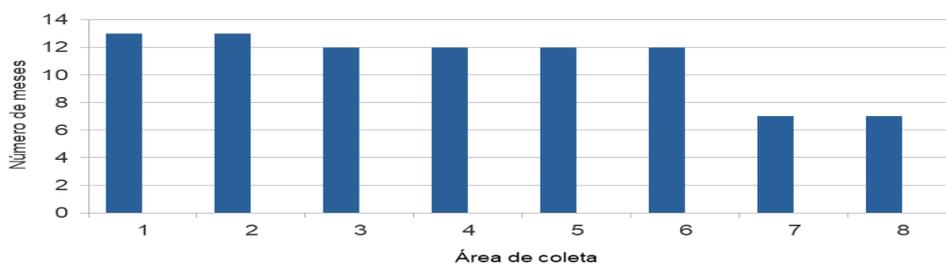
**Gênero:** *Gracilaria*

**Descritor:** Greville, 1830.



**Figura 2** – *Gracilaria* sp.

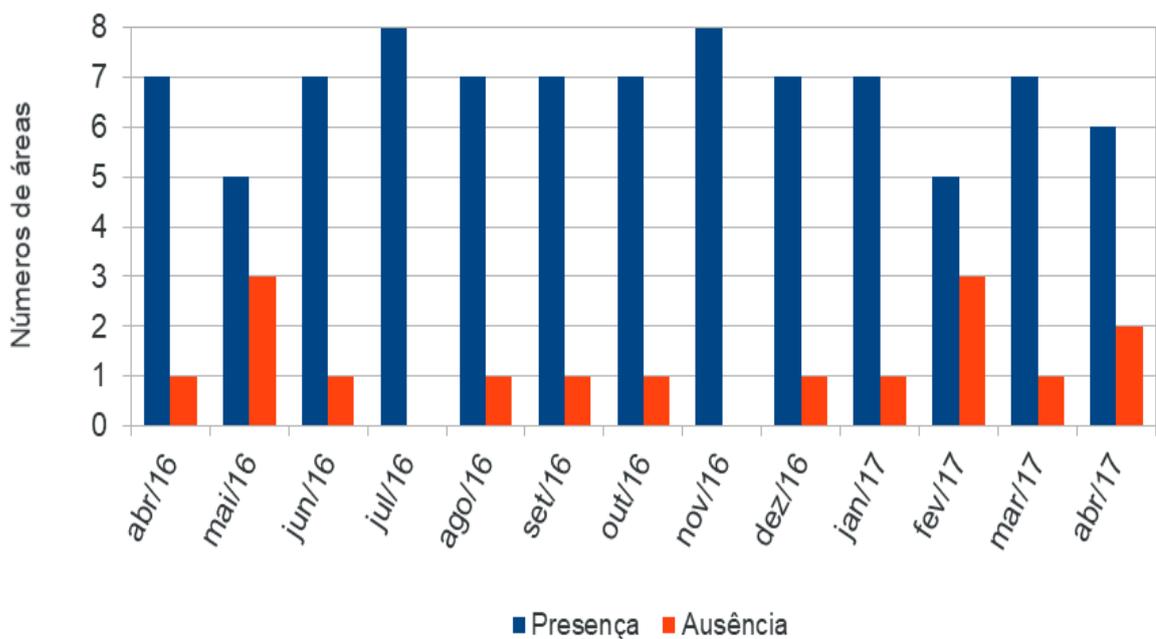
Observou-se que em todas as áreas de coleta houve presença de *Gracilaria*. As áreas 1 e 2 essa macroalga ocorreu em todo o período da coleta. Na área 7, próximo ao mangue, e na área 8, no banco de areia, foi a menor presença (Figura 3).



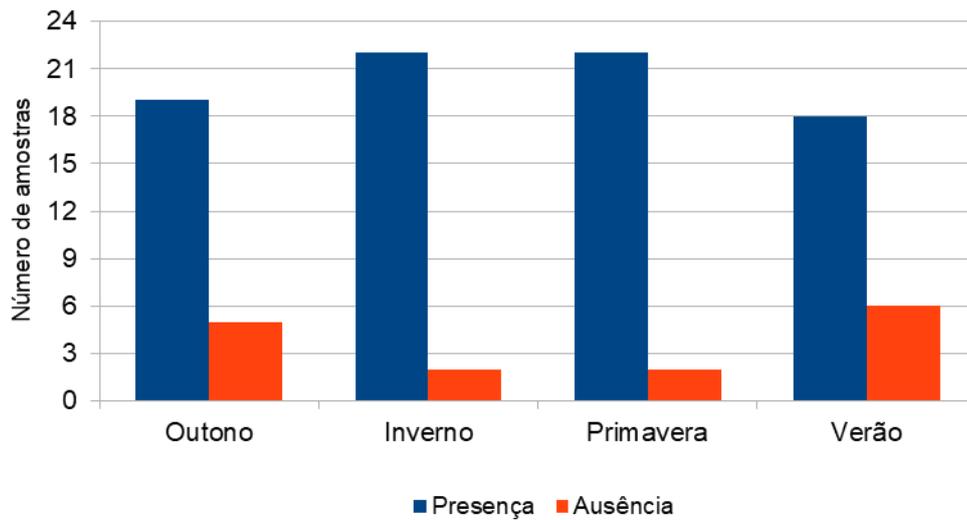
**Figura 3** - Presença de *Gracilaria* nas áreas de estudo, entre os meses de abril de 2016 a abril de 2017.

Rosa (2015) relata que no verão de 2015 houve uma grande mortalidade de berbigões na RESEX. O substrato se tornou consolidado com predominância calcária, formado principalmente pela presença de conchas do berbigão *Anomalocardia brasiliiana* (Mollusca, Bivalvia). Dessa forma, foi possível observar maior presença de *Gracilaria* nestes pontos, uma vez que esta macroalga precisa se fixar em substratos compactos para continuar seu desenvolvimento. Na Ilha das Palmas, Guarujá/SP, Masunari (1982) concluiu que o molusco *Crepidula aculeata* participa como substrato para a alga calcária *Amphiroa beauvoisii*.

Em todos os pontos de coleta foi possível observar a presença da macroalga. Julho e novembro de 2016 foram os meses em que a *Gracilaria* ocorreu em todos os locais e, nos meses de maio de 2016 e fevereiro de 2017, três áreas não apresentaram essa macroalga (Figura 4). Em todas as estações do ano houve presença de *Gracilaria* (Figura 5).



**Figura 4** – Ocorrência de *Gracilaria* nas áreas da RESEX, no período de estudo, entre os meses de abril de 2016 a abril de 2017.



**Figura 5** - Quantidade de amostras em que houve presença de *Gracilaria* na RESEX, em relação às estações do ano.

Neste estudo, entre os meses de julho a novembro, foi possível observar o aumento da presença da macroalga nas áreas estudadas, havendo diminuição em alguns pontos em dezembro, o que continuou até março. O contrário foi observado por Lyra et al. (2011) em Stella Maris, Salvador/BA, Brasil, que encontrou maior abundância de *Gracilaria* na coleta realizada em março e foi diminuindo gradativamente nas coletas posteriores. Segundo os autores, o mês de março corresponde ao final do período quente em Salvador, estando possivelmente relacionado à maior abundância de espécies de *Gracilaria* e observaram que abundância decresceu na amostragem feita em agosto, que representa o final do período frio do ano.

Diferenças nos períodos reprodutivos das espécies podem representar outro mecanismo associado à simpatria em *Gracilaria*. Relações com a sazonalidade foram encontradas em espécies tropicais desse gênero como *G. sojoestedii* na Índia (RAO, 1973), *G. bursa-pastorii* e *G. coronopifolia* no Hawaii (HOYLE, 1978), *G. verrucosa*, *G. salicornia* e *G. coronopifolia* nas Filipinas (TRONO & AZANZA-CORRALES, 1981), *G. cuneata*, *G. domingensis*, *G. cylindrica* e outras três espécies não identificadas no Mar do Caribe (HAY & NORRIS, 1984), *Gracilaria cornea* no México (ORDUÑA-ROJAS & ROBLEDO, 2002) e em regiões de clima temperado (KIM, 1970; PENNIMAN, 1977).

Estudos realizados com o objetivo de compreender o histórico de vida de espécies do gênero *Gracilaria* foram realizados por Carneiro et al. (2011) que estudaram a fenologia da Rhodophyta *Gracilaria birdiae* em ambiente natural, sendo fundamental para o desenvolvimento do manejo sustentável e de programas de exploração comercial deste recurso natural e por Plastino (1991) que desenvolveu cultivos de talo para estudar o ciclo de vida de espécies gracilarióides.

Os espécimes da família Gracilariaceae apresentam ciclo de vida trifásico do tipo Polysiphonia (LEE, 1999), caracterizado pela fecundação dos gametas produzidos por mitose, dando origem ao carposporófito, que se desenvolve sobre o gametófito feminino, formando cistocarpos. O zigoto sofre sucessivas mitoses até que os carpósporos sejam liberados, originando o tetrasporófito (2n), que produz tetrásporos por meiose. Os gametas das algas Rhodophytas não possuem flagelos, tornando a fecundação dependente do transporte dos gametas masculinos pela água.

Engel & Destombe (2002) demonstraram, em um estudo com *Gracilaria* no norte da França, que a fertilidade pode variar de acordo com o ambiente onde ocorrem e que algas em regiões com menor hidrodinamismo apresentam menor taxa de fecundação do que algas que ocorrem em locais com maior batimento. Concluíram também, que a fertilidade é diferente porque em ambientes com maior movimentação da maré é maior a probabilidade de encontros entre os gametas, portanto a diferença de fertilidade relacionada à influência da maré pode significar uma tendência adaptativa das espécies a ambientes específicos.

As pesquisas com o gênero *Gracilaria* envolvem uma única espécie, havendo registro apenas de uma pesquisa sobre sazonalidade reprodutiva e abundância de seis espécies simpátricas no Mar do Caribe (HAY & NORRIS, 1984).

#### **4. CONCLUSÃO**

A macroalga *Gracilaria* está bem representada na RESEX e pode ser analisada como fonte de trabalho e renda aos extrativistas, levando em consideração futuros projetos, devido ao ficocolóide de alta qualidade. No entanto, são necessários estudos prévios sobre a qualidade do ágar das espécies presentes na RESEX.

Com a escassez de berbigões, foi minimizada a atividade de rastelar o substrato da RESEX com o gancho de metal, o que tem propiciado o estabelecimento e proliferação das macroalgas. Essa situação também favorece não

só a macrofauna composta por invertebrados bentônicos, como espécies vágeis, como camarões e peixes, que também fornecem sustento à comunidade extrativista local.

## 5. AGRADECIMENTOS

À ONG Norte Americana RARE pelo financiamento da pesquisa; Ao ICMBio pela parceria e autorização da pesquisa; Ao Centro de Ciências Agrárias – UFSC; Ao Departamento de Aquicultura – UFSC; Ao Sr. Aristides, extrativista da RESEX do Pirajubaé, por contribuir na realização das coletas; À FAPESC pela bolsa de mestrado; À Dra. Leila Hayashi, pela confirmação taxonômica da macroalga e aos bolsistas e voluntário do “Projeto Berbigão”.

## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AVEIRO, M.V.; MAGALHÃES, A.R.M.; TRAMONTE, V.L.C.G.T.; SCHAEFER, A.L.C. Variação sazonal na composição centesimal e reprodução do bivalve de areia *Anomalocardia brasiliana* da Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé, Florianópolis/SC. **Atlântica, Rio Grande**, v. 33, n. 1, p: 5-14, 2011.

BELLORIN, A. M. **Sistemática e filogenia molecular de algas gracilarióides (Gracilariaceae, Rhodophyta)**. 2002. 194 p. Tese de doutorado. USP, São Paulo. 2002.

BOLIN, B.; DEGENS, E. T.; DUVIGNEAU, D. P.; KEMP, S. **The global biogeochemical carbon cycle**. New York. USA. Wiley & Sons. 1977.

BOLTON, J.J.; OYIEKE, H.A.; GWADA, P. The seaweed of Kenya: checklist, history of seaweed study, coastal environment, and analysis of seaweed diversity and biogeography. **South African Journal of Botany**, v. 73, n. 1, p: 76 – 88, 2007.

BRASIL. Decreto Federal No 533, de 20 de maio de 1992. Cria a Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé. **Diário Oficial da União**, 21 maio 1992, Seção 1, p. 6314.

BRASIL. **Constituição**. Lei nº 9.985/2000, de 10 de julho de 2000. Regulamenta o ART. 225, PAR. 1º, Incisos I, II, III E VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá Outras Proveniências. Lei 9.985/2000 (lei Ordinária) 18/07/2000 00:00:00. Brasília.

BROWN, B. E.; OGDEN, J. C. Coral bleaching. **Scientific American**, v. 268, n. 1, p: 64-70, 1993.

CAMPO, V. L.; KAWANO, D.F.; SILVA, D.B.; CARVALHO, I. Carrageenans: Biological properties, chemical modifications and structural analysis - a review. **Carbohydrate Polymers**, v: 77, n. 2, p: 167-180, 2009.

CARDOZO, K. H. M.; GUARATINI, T.; BARROS, M. P.; FALCÃO, V. R.; TONON, A. P.; LOPES, N. P.; CAMPOS, S.; TORRES, M. A.; SOUZA, A. O.; PINTO, E. Metabolites from algae with economical impact. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 146, n. 1- 2, p: 60-78, 2007.

CARNEIRO, M. A. A.; MARINHO-SORIANO, E.; PLASTINO, E. M. Phenology of an agarophyte *Gracilaria birdiae* Plastino and E.C. Oliveira (Gracilariales, Rhodophyta) in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 21, n. 2, p: 317-322, 2011.

CHAPIN, F. S.; WALTER, B. H.; HOBBS, R. J.; HOOPER, D. U.; LAWTON, J.H.; SALA, O.E.; TILMAN, D. Biotic control over the functioning of ecosystems. **Science**, v. 277, n. 5325, p: 500-504, 1997.

DIOGO, H. R. L. As reservas extrativistas marinhas. In: SANTOS, S. B.; PIMENTA, A. D.; THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A.; ABSALÃO, R. S. (Org.). **Tópicos em Malacologia** – Ecos do XVIII encontro brasileiro de malacologia. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Malacologia. p. 135-142, 2007.

ENGEL, C. R; DESTOMBE, C. Reproductive ecology of in intertidal red seaweed, *Gracilaria gracilis*: influence of high and low tides on fertilization success. **Journal of**

the **Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 82, n. 2, p: 189-192, 2002.

FERREIRA, D.M.O. **Extração de ágar de algas vermelhas do gênero *Gracilaria***. 2015. 112 p. Dissertação de Mestrado. IPC, Coimbra. 2015.

FIDELIS, G.P.; CAMARA, R.B.G.; QUEIROZ, M.F.; COSTA, M.S.S.P.; SANTOS, P.C.; ROCHA, H.A.O.; COSTA, L.S. Proteolysis, NaOH and ultrasound-enhanced extraction of anticoagulant and antioxidant sulfated polysaccharides from the edible seaweed, *Gracilaria birdiae*. **Molecules**, v. 19, n. 11, p. 18511-18526, 2014.

Guiry, M.D.; Guiry, G.M. **AlgaeBase**. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway.<<http://www.algaebase.org>> Acesso em: 9 de set. de 2018.

HAY, M.E.; NORRIS, J.N. Seasonal reproduction and abundance of six sympatric species of *Gracilaria* Grev. (Gracilariales, Rhodophyta) on a Caribbean subtidal plain. **Hydrobiologia**, v. 116/117, n. 1, p: 63-71, 1984.

HOYLE, M.D. Reproductive phenology and growth rates in two species of *Gracilaria* from Hawaii. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.35, n. 3, p: 273-283, 1978.

HUNG, L.D.; HORI, K.; NANG, H.Q.; KHA, T.; HOA, L.T. Seasonal changes in growth rate, carrageenan yield and lectin content in the red alga *Kappaphycus alvarezii* cultivated in Camranh Bay, Vietnam. **Journal Applied Phycology**, v. 21, n. 3, p: 265-272, 2009.

KAIN, J. M.; C. DESTOMBE. A review of the life history, reproduction and phenology of *Gracilaria*. **Journal of Applied Phycology**, v. 7, n. 3, p. 269, 1995.

KIM, D.H. Economically important seaweeds, in Chile. I. *Gracilaria*. **Botanica Marina**, v. 13, n. 2, p:140-162, 1970.

LEE, R.E. **Phycology**. 3ª edição. Cambridge, U.K. Cambridge University Press, 1999.

LOBBAN, C.H.; HARRISON, P.J. **Seaweed ecology and physiology**. Cambridge, U.K. Cambridge University Press, 1994.

LYRA, G. M.; NUNES, J. M. C.; JESUS, P. B.; LIMA J. L.; ASSIS, J. G. A. Aspectos ecológicos de *Gracilaria* Grev. (Gracilariales, Rhodophyta) em uma praia tropical brasileira. **Revista de Gestão Costeira Integrada**. Zone Management, v. 11, n. 4, 2011.

MACIEL, J.S.; CHAVES, L.S.; SOUZA, B.W.S.; TEIXEIRA, D.I.A.; FREITAS, A.L.P.; FEITOSA, J.P.A.; PAULA, R.C.M. Structural characterization of cold extracted fraction of soluble sulfated polysaccharide from red seaweed *Gracilaria birdiae*. **Carbohydrate Polymers**, v. 71, n.4, p: 55-565, 2008.

MARINHO-SORIANO, E.; BOURRET, E. Effects of season on the yield and quality of agar from *Gracilaria* species (Gracilariaceae, Rhodophyta). **Bioresour Technology**, v. 90, n. 3, p: 329-333, 2003.

MASUNARI, S. Organismos do fital *Amphiroa beauvoisii*, Lamouroux, 1816 (Rhodophyta: Corallinaceae) I. **Autoecologia**. Bolm Zool. USP, n. 7, p: 57-148, 1982.

OLIVEIRA, E. C. **Algas marinhas bentônicas do Brasil**. 1977. 407p. Tese de livre-docência. USP. São Paulo. 1977.

OLIVEIRA-FILHO, E.C. **Chave artificial para identificação de alguns gêneros**. [s.d]. USP. São Paulo. Disponível em: <[http://www.ib.usp.br/inter/0410113/downloads/chave\\_algas.pdf](http://www.ib.usp.br/inter/0410113/downloads/chave_algas.pdf)> Acesso em: Dez. de 2017.

ORDUÑA-ROJAS, J.; ROBLEDO, D. Studies on the Tropical Agarophyte *Gracilaria cornea* J.Agardh (Rhodophyta. Gracilariales) from Yucatán, México. II. Biomass

Assessment and Reproductive Phenology. **Botanica Marina**, v. 45, n. 5, p:459-464, 2002.

PENNIMAN, C. A. Seasonal chemical and reproductive changes in *Gracilaria foliifera* (Forssk.) Borg. from Great Bay, New Hampshire (U.S.A.). **Journal of Phycology**, suppl.13, p: 53, 1977.

PEZZUTO, P.R. Sub-área 1 – monitoramento biológico- populacional e pesqueiro do berbigão (*Anomalocardia brasiliiana*). **Monitoramento ambiental na região de abrangência da Via Expressa Sul (Saco dos Limões, Baía Sul, Florianópolis/SC)**. In: Ribeiro, M.R. (Coord.). 2012, Relatório final 2010-2011. Universidade do Vale do Itajaí, 2012.

PLASTINO, E.M. **Cultivo *in vitro*, estudos reprodutivos e biossistemática de algas Gracilarióides (Rhodophyta, Gracilariales) de talo cilíndrico**. .1991. 170p. Tese de doutorado. USP, São Paulo. 1991.

PRAJAPATI, V.D.; MAHERIYA, P.M.; JANI, G.K.; SOLANKI, H.K. Carrageenan: a natural seaweed polysaccharide and its applications. **Carbohydrate Polymers**, v. 105, n. 25, p: 97-112, 2014.

RAO, M.U. Growth and reproduction in some species of *Gracilaria* and *Gracilariopsis* in the Palk Bay. **Indian Journal of Fisheries**, v. 20, n. 1, p:182-192, 1973.

REAKA-KUDLA, M. L.; WILSON, D. E.; WILSON, E. O. **Biodiversity II: understanding and protecting our biological resources**. In:\_\_\_The global biodiversity of coral reefs: a comveparison with rain forests. Washington, D.C., USA. Joseph Henry Press, 1997. cap. 7, p: 83 – 108.

RIBAS, L.C. **A Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé: sujeito, memórias e saberes etnobiológicos**. Florianópolis, SC. Publicação: IFSC, 2014, 168pp.

RODRIGUES, J.A.G.; JÚNIOR, J.S.; LOURENÇO, J.A.; LIMA, P.C.W.C.; FARIAS, W.R.L. Cultivo de camarões tratados com polissacarídeos sulfatados da rodofícea

*Halymenia pseudofloresia* mediante uma estratégia profilática. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 1, p: 71-78, 2009.

RODRIGUES, J.A.G.; ARAÚJO, I.W.F.; PAULA, G.A.; LIMA, T.B.; BESSA, E.F.; BENEVIDES, N.M.B. Carragenana da epífita *Hypnea musciformis* obtida do cultivo experimental de *Solieria filiformis* em Flecheiras, Estado do Ceará, Brasil. **Acta Scientiarum Technology**, v. 33, n. 2, p: 137-144, 2011.

RODRIGUES, J.A.G.; VANDERLEI, E.S. O.; QUINDERÉ, A.L.G.; QUEIROZ, I.N.L.; BESSA, E.F.; BENEVIDES, N.M.B. Analysis of two drying methods on the yield and activity of sulfated polysaccharides extracted from *Halymenia* sp. (Rhodophyceae). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 34, n.1, p: 5-11, 2012.

ROSA, E. Depois da mortandade assustadora, berbigão ressurgiu na baía sul, em Florianópolis. **Notícias do Dia**, 03 fev. 2015. Disponível em: <<http://ndonline.com.br/florianopolis/noticias/depois-da-mortandade-assustadora-berbigao-ressurgiu-nos-baixios-da-baiasul-em-florianopolis>>

SILVA-CAVALCANTI, J.; COSTA, M.F. Fisheries of a brasiliana in tropical estuaries. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 6, p. 86-99, 2011.

TRONO, G.C. JR.; AZANZA-CORRALES, R. The seasonal variation in the biomass and reproductive states of *Gracilaria* in Manila Bay. **International Seaweed Symposium. Cebu City, Philippines**, n.10, p: 743-748, 1981.

VANDERLEI, E.S.O.; ARAÚJO, I.W.F.; QUINDERÉ, A.L.G.; FONTES, B.P.; ELOY, Y.R.G.; RODRIGUES, J.A.G.; SILVA, A.A.R.; CHAVES, H.V.; JORGE, R.J.B.; MENEZES, D.B.; EVANGELISTA, J.S.A.M.; BEZERRA, M.M.; BENEVIDES, N.M.B. The involvement of the HO-1 pathway in the anti-inflammatory action of a sulfated polysaccharide isolated from the red seaweed *Gracilaria birdiae*. **Inflammation Research**, v. 6, n. 12, p: 1121-1130, 2011.

## DESENVOLVIMENTO E CAPTURA DO CAMARÃO *Macrobrachium rosenbergii* NA ILHA DO MOSQUEIRO BELÉM-PA

Tainára Cunha Gemaque\*; Nicoli Paganoti de Mello; Anderson Correia; Daniel  
Pereira da Costa

### RESUMO

A Amazônia Brasileira é considerada um dos ambientes mais ricos em diversidade biológica do planeta, abriga uma fauna diversificada que consistem em espécies exóticas e nativas, parte desta região é composta por ilhas como a Ilha de Mosqueiro, distrito de Belém-Pa, Brasil. Os objetivos deste estudo foram a obtenção de informações sobre o desenvolvimento do camarão gigante da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*), o período reprodutivo, a quantificação de ovos para avaliação da capacidade reprodutiva e qual a melhor época de captura na região da Ilha do Mosqueiro (PA). Para este estudo foram coletados mensalmente a partir de março de 2013 a fevereiro de 2014 o camarão *M. rosenbergii*. Para a obtenção das amostras foi utilizado o apetrecho de pesca tarrafa. As amostras foram coletadas em dois lugares na Ilha do Mosqueiro (Porto Cajueiro e Bahia do Sol), realizadas no período da manhã (04:00 - 06:00). Os Crustáceos capturados foram separados da fauna acompanhante, colocados em sacos de plástico, refrigerados em gelo e levados ao laboratório de Carcinologia do Centro de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade do Norte (CEPNOR / ICMBio). Os espécimes capturados foram identificados, medidos os comprimentos da carapaça, comprimento total e comprimento do abdômen com paquímetro analógico. A massa foi registrada com auxílio de balança digital de precisão. Durante o período do estudo 189 indivíduos foram capturados, sendo identificadas três espécies de crustáceos e duas espécies não identificadas de peixes. O camarão *M. rosenbergii* obteve um percentual de 64% de captura (n = 121), dos quais 64 eram do sexo masculino e 57 do sexo feminino. Durante o estudo, observou-se que a pesca do camarão *M. rosenbergii* geralmente ocorre com auxílio de tarrafa, ao contrário do que é normalmente encontrado na região. As fêmeas ovígeras foram mais abundantes em março de 2013 e janeiro de 2014 e observou-se que a espécie se adaptou bem à região Amazônica, já está

---

\* Mestranda em Zootecnia, Laboratório de Aquicultura, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil (Laqua, UFMG). **Email:** tainarapesca@gmail.com. **Currículo Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/9062864544813846>

reproduzindo normalmente. Podendo tornar-se preocupante do ponto de vista ecológico, uma vez que muitos pesquisadores apontam a entrada de espécies exóticas na natureza como a causa para a extinção de muitas espécies.

**Palavras-chave:** *Macrobrachium rosenbergii*, Amazônia, fêmeas ovígeras.

## **ABSTRACT**

The Brazilian Amazon is considered one of the richest environments in biological diversity of the planet, home to a diverse fauna consisting of exotic and native species, part of this region consists of islands as Mosqueiro Island, District of Belém-Pa, Brazil. The aim of this study were to obtain information on the development of the Malaysian prawn (*Macrobrachium rosenbergii*), the reproductive period, the quantification of eggs for evaluation of the reproductive capacity and the best capture season in the region of Mosqueiro Island (PA). For this study were performed shrimp *M. rosenbergii* collected monthly from March 2013 to February 2014, to obtain the samples was used Trawl fishing tackle. The samples were collected in two places in Mosqueiro Island (Porto Cajueiro and Bahia do Sol), being held in the morning (between 4:00 and 6:00). Crustaceans captured were separated from bycatch, placed in plastic bags, packed in ice and taken to the laboratory carcinology Research Center and Conservation of Biodiversity North (CEPNOR / ICMBIO). The specimens captured were identified, measured and weighed as the carapace measures, overall length and abdomen length with analog caliper. The mass was recorded in digital scale accuracy. During the study period 189 individuals were captured, identified three species of crustaceans and two unidentified species of fish, shrimp *M. rosenbergii* obtained a percentage of 64% capture (n = 121), of whom 64 were male and 57 female. During the study, it was observed that fishing for shrimp *M. rosenbergii* usually occurs tarrafa of aid, unlike what is typically found in the region. The ovigerous females were more abundant in March 2013 and January 2014 and it was observed that the species has adapted well to the Amazon region, it is already reproducing normally and may become disturbing the ecological point of view, since many researchers point out the entry of exotic species in the wild as the cause for the extinction of many species.

**Keywords:** *Macrobrachium rosenbergii*, Amazon, ovigerous females

## 1. INTRODUÇÃO

Os camarões são crustáceos que pertencem à Ordem Decapoda Latreille (1802). Existem cerca de 3.000 espécies, das quais aproximadamente 300 têm importância comercial. Entretanto, somente 100 compõem o que se produz anualmente, podendo ser citados três grupos que se destacam comercialmente: a Infraordem Caridea Dana (1852) e as Superfamílias Penaeoidea Rafinesque (1815) e Sergestoidea Dana (1852). Os animais desses três grupos diferem muito entre si, em mais de um aspecto, como biologia e práticas de manejo (FAO, 2006).

O *Macrobrachium rosenbergii* é considerado o maior dos camarões de água doce, podendo atingir 32 cm de comprimento total e 500 g de peso (VALENTI, 1990). Esta espécie foi descrita em 1879 por De Man, com nome *Palaemon rosenbergii*. Posteriormente, foi citada na literatura com outros nomes genéricos, sendo então incluída no Gênero *Macrobrachium* por Holthuis (1950).

Uma quantidade significativa das espécies que despertam interesse comercial pertence ao gênero *Macrobrachium* Bate (1868) que, além de apresentarem uma ampla distribuição em águas doces e salobras do mundo (HOLTHUIS, 1952; VALENTI, 1984), possuem mais de 200 espécies com significativa flexibilidade ecológica (HOLTHUIS, 1980; SHORT, 2004).

Esta espécie de origem asiática foi introduzida no Brasil para fins econômicos na década de 1970 (PINHEIRO; HEBLING, 1998). E registrada em águas do Estado do Pará, advindos possivelmente de viveiros de cultivo (BARROS; SILVA, 1997; CINTRA et al., 2003). Estima-se que 33 espécies do gênero *Macrobrachium* ocorrem no Continente Americano, das quais 15 são registradas no Brasil (MELO, 2003).

A introdução de espécies exóticas é um fator preocupante, podendo causar impacto ambiental a fauna nativa, já que o *M. rosenbergii* está dividindo o mesmo espaço e alimentação com as espécies regionais.

O estudo objetivou obter informações sobre o desenvolvimento, o período reprodutivo, a melhor época de captura e quantificar os ovos para avaliar a capacidade reprodutiva do camarão gigante da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*) na região da Ilha de Mosqueiro, Distrito de Belém, Pará.

O *M. rosenbergii* é conhecido popularmente no Brasil como gigante ou camarão da Malásia, lagostim, camarão azul ou de água doce (LOBÃO; ROJAS, 1985; CAVALCANTI et al., 1986).

Os camarões apresentam o corpo dividido em duas partes: cefalotórax que corresponde à fusão de seis somitos cefálicos e oito torácicos, formando uma peça única - a carapaça- e o abdome que apresenta seis somitos nitidamente diferenciados, seguidos de uma estrutura terminal, pontiaguda - o telso. Cada uma delas é constituída por somitos providos de extremidades pares, denominadas apêndices. Praticamente todos os órgãos vitais do camarão situam-se no cefalotórax. O abdômen é constituído principalmente de musculatura (PINHEIRO; HEBLING, 1998).

As porções laterais da carapaça contribuem na formação das câmaras branquiais, sendo, por esse motivo, denominadas branquiostegitos (PINHEIRO; HEBLING, 1998). As brânquias desempenham papel de respiração e manutenção do equilíbrio osmótico (BROWN et al., 2010).

Esta espécie possui rostro longo, desenvolvido, que ultrapassa a extremidade distal do escafocerito além de ser inclinado para cima na extremidade distal. A margem inferior possui 11 dentes e a superior possui 13 dentes distribuídos irregularmente, sendo três deles pós-orbitais.

Em *M. rosenbergii*, o processo reprodutivo se inicia entre os seis e oito meses de idade e está condicionado ao ciclo intermudas da fêmea, que periodicamente (cerca de quatro vezes por ano) proporciona a produção de óvulos e condiciona seu corpo para a cópula e o período de desenvolvimento embrionário a partir da ocorrência da muda pré-nupcial. A capacidade reprodutiva dos machos desta espécie se distingue através de três tipos morfológicos dos adultos: indivíduos denominados pequenos, de quela laranja e azul (RA'ANAN; COHEN, 1985). As fêmeas possuem dois ovários localizados no tórax, acima do estômago, de onde partem dois ovidutos que levam os óvulos até as aberturas genitais, localizadas na base do terceiro par de pereiópodos, por onde são eliminados (BROWN et al., 2010).

O ciclo de vida é compreendido pelas fases de ovo, larva, juvenil e adulto. Na natureza, esta espécie habita rios, lagos e reservatórios que se comunicam com águas salobras, onde o desenvolvimento larval se completa (JOHN, 1957; LING; MERICAN, 1961; FUJIMURA; OKAMOTO, 1970; SANDIFER; SMITH, 1979).

As fêmeas maduras migram para regiões estuarinas, na época reprodutiva, onde ocorre a incubação dos ovos. Após a fase larval, as pós-larvas e os primeiros estágios juvenis apresentam baixa tolerância à salinidade, migrando para água

doce. A fecundidade de *M. rosenbergii* está relacionada com o tamanho e a idade das fêmeas, variando de 80.000 a 100.000 ovos (RA'ANAN; COHEN, 1985).

Possui hábito alimentar onívoro: se alimenta de vermes, folhas e caules de plantas e insetos aquáticos, larvas de insetos, pequenos moluscos, crustáceos, carne, miudezas de peixes e animais, além de grãos, sementes, nozes, frutas e algas. (HOLTHUIS, 1980).

É uma espécie bentônica que habita rios, lagos e reservatórios que se comunicam com águas salobras. É considerada uma espécie rústica, precoce, fecunda, fértil e prolífica, adaptando-se bem à criação em cativeiro, por resistir bem às variações físico-químicas do ambiente, principalmente climáticas (VALENTI, 1996).

A espécie *M. rosenbergii* ocorre em regiões tropicais e subtropicais, diversos países do sul e sudeste asiático, como Paquistão, Índia, Ceilão, Burma, Tailândia, Malásia, além do norte da Austrália e em várias ilhas dos oceanos Índico e Pacífico (LING, 1969).

Sua introdução com finalidade de estudos em aquicultura e cultivo ocorreu inicialmente no Havaí e, posteriormente, na África, Caribe, América Central e do Sul, Israel, Japão, Ilhas Maurício, Taiti, Taiwan e Reino Unido (PINHEIRO; HEBLING, 1998).

No Brasil, seu cultivo teve início em 1977 pelo Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco e se difundiu, por meio de órgãos públicos e de iniciativa privada, nos Estados de Maranhão, Ceará, Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina (BARROS; SILVA, 1997; CAVALCANTI, 1998; VALENTI; NEW, 2000).

Segundo Almeida et al. (2004), diferentes espécies de animais aquáticos têm sido cultivadas para atender a demanda global por alimento. Entre estas, os crustáceos vêm se destacando pelo seu valor nutritivo e por sua capacidade de adaptação às mais variadas condições de cultivo e pelo elevado valor de mercado (ORMOND et al., 2004; FAO, 2010).

A espécie *M. rosenbergii* é a que se encontra melhor adaptada para o agronegócio, superando todos os demais, devido suas características biológicas como, bom crescimento, onivoria, alta fertilidade e fecundidade, além de possuir boa aceitação no mercado por apresentar uma carne com textura muito delicada

(VALENTI, 2000). A criação desses animais vem sendo importante em termos de quantidade e valores para a expansão da carcinicultura mundial (NEW, 2010).

A pesca é uma das atividades mais importantes economicamente no mundo porque movimentada uma cadeia produtiva que vai da extração até o mercado consumidor final e resulta no aumento do nível de emprego além de gerar renda econômica devido a atividade produtiva (FAO, 2012).

A pesca artesanal é caracterizada principalmente pela mão de obra familiar, com embarcações de porte pequeno, como canoas ou jangadas, pescadores com baixa escolaridade ou analfabetos. No Estado do Pará este tipo de pesca desempenha um papel socioeconômico na ocupação de mão-de-obra, gerando renda e oferta de alimentos para a população, em especial para as pequenas comunidades do meio rural (FAO, 2012).

Para os pescadores artesanais que combinam os saberes herdados dos seus antepassados (FAO, 2012), a pesca é a principal atividade exercida, entendida como uma profissão cuja principal motivação é a comercialização do pescado, sendo uma parte usada para seu próprio consumo alimentar (GARCIA, 2013).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está compreendida na região de Mosqueiro, Distrito de Belém-Pará (01° 27' 21" S/ 48° 30' 16" W) situado na Baía do Guajará onde faz parte do estuário amazônico. Esta região está localizada num ambiente altamente dinâmico, com fortes correntes de marés suficientes para propiciar a mistura das águas, e no período de baixa pluviosidade por receber a influência da água marinha, torna-se salobra (RIBEIRO, 2004). O clima na região é quente e úmido, com temperaturas médias entre 23 e 32°C, a umidade relativa do ar é de 85% com picos de até 100% nos períodos de dezembro a maio, correspondendo ao período chuvoso na região (RIBEIRO, 2004).

As capturas de *M. rosenbergii* foram realizadas mensalmente (no período de março de 2013 a fevereiro de 2014), em dois lugares na Ilha de Mosqueiro (Porto do Cajueiro e Bahia do Sol), utilizando tarrafas com diâmetro de 4 m e malha de 5cm entre nós opostos. Esta ferramenta foi escolhida por ter baixa seletividade pois captura desde espécimes jovens até adultos. As coletas foram realizadas no período da manhã (entre 4:00 e 6:00 horas), observando os hábitos noturnos da espécie.

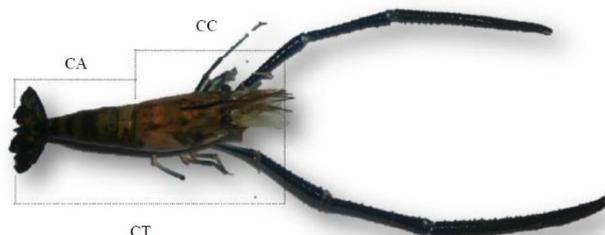
Segundo Peebles (1979), *M. rosenbergii* apresenta maior atividade locomotora durante o período noturno.

Os crustáceos capturados foram separados da fauna acompanhante, colocados em sacos plásticos e acondicionados em gelo. Em seguida foram conduzidos ao laboratório de Carcinologia do Centro de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade do Norte (CEPNOR/ICMBIO), localizado no Campus da Universidade Federal Rural da Amazônia, em Belém. No laboratório os exemplares capturados foram identificados de acordo com a literatura especializada da FAO (CERVIGÓN et al., 1992).

Para a determinação do estágio gonadal das fêmeas, foram observadas as características externas (ovos aderidos aos pleópodos ou alargamento das pleuras para formação da câmara incubadora) e internas de acordo com as colorações e os tamanhos das gônadas em relação ao cefalotórax. A determinação dos estágios de maturação gonadal foi feita de forma macroscópica, onde foram definidos cinco estágios para as fêmeas (I: imaturo; II: em maturação; III: maduros; IV: com ovos aderidos aos pleópodes e V: desovado), baseando-se na coloração, tamanho, localização e aparência do ovário. E para machos dois estágios de maturação foram observados (I: imaturo e II: maduro) (CARVALHO; PEREIRA, 1981; CHAVES; MAGALHÃES, 1993; SILVA et al., 2009).

Para ambos os sexos foram tomadas medidas de comprimento total – CT (medida tomada do extremo do espinho rostral ao telson), o comprimento do abdome – CA (medida tomada do extremo anterior do 1º somito abdominal até o telson) e o comprimento do cefalotórax – CC (distância entre extremo do espinho rostral até a margem posterior do cefalotórax) registradas em milímetros com auxílio de paquímetro de precisão (Figura 1). Foram obtidos o peso total dos indivíduos (PT), peso do cefalotórax (PC), e o do abdômen (PA) utilizando balança de precisão.

Figura 1: Medidas de comprimento do abdome (CA), comprimento do cefalotórax (CC) e comprimento total (CT) em *M. rosenbergii*.



Para obtenção do número de ovos as massas ovígeras foram limpas, retirando cerdas, pleópodos entre outros materiais que pudessem influenciar na pesagem, do total, retirou-se uma sub-amostra equivalente a 10% para a contagem de ovos.

Os dados mensais foram preenchidos em formulários e digitados em planilhas no programa Microsoft Excel 2010. A participação total de machos e fêmeas, e a proporção sexual foram descritas e apresentadas na forma de tabelas.

Para verificar diferenças mensais na proporção dos sexos, foram comparadas as frequências observadas por sexos com as frequências esperadas, numa distribuição de 1:1 (macho/fêmea) mediante Teste  $X^2$ , onde as hipóteses foram testadas:  $H_0$ = hipótese de nulidade onde o número de machos é igual ao número de fêmeas e  $H_a$ = hipótese alternativa onde o número de machos é diferente do número de fêmeas. Utilizando a seguinte fórmula:

$$X^2 = \frac{2 \sum (N_{obs} - N_{esp})^2}{N_{esp}}$$

Onde:

$X^2$  = qui-quadrado

$N_{obs}$  = número de fêmeas observadas na amostra

$N_{esp}$  = número esperado de fêmeas

O  $X^2$  calculado foi comparado como  $X^2 (n - 1) \alpha = 0,05$  tabelado

Foi obtida a fecundidade absoluta, parâmetro que mede a capacidade reprodutiva efetiva da espécie e corresponde ao número total de ovos produzidos por fêmea (FONTELES FILHO, 2011).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de estudo de março de 2013 a fevereiro de 2014 foram capturados 189 indivíduos, onde 121 indivíduos capturados pertenciam à espécie *M. rosenbergii*, 49 eram de *Macrobrachium amazonicum*, 11 eram *Callinectes danae* e 8 eram outras duas espécies de peixes.

Dos 121 indivíduos capturados, 64 pertenciam ao sexo masculino e 57 ao feminino. Os comprimentos e peso máximos, médios e mínimos para machos, fêmeas e fêmeas ovígeras estão representados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Peso e comprimentos máximos, médios e mínimos dos exemplares de *M. rosenbergii*.

Sexo	COMPRIMENTO (cm)			PESO (g)		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Macho	7,8	16,1	24,4	3,93	110,52	217,1
Fêmea	12	16,95	21,9	26,3	67,92	109,53
Ovígeras	12,9	16,65	20,4	28,5	67,26	106,01

Observa-se que os indivíduos com maior e menor comprimentos e pesos totais encontrados foram do sexo masculino. Segundo Holthuis (1980) o comprimento total máximo para o macho é de 320 mm e 250 mm para a fêmea. No município de Salva Terra (Ilha do Marajó) Cintra et al. (2003) encontraram um macho com 259 mm e fêmea com 232 mm de comprimento total.

Dos 121 indivíduos da espécie de *M. rosenbergii*, 53% (n= 64) eram machos e os outros 47% (n= 57) eram fêmeas apresentando uma proporção sexual média de machos/fêmeas de 1,4:1 entre as fêmeas, as ovígeras representaram 16% (n= 11) do total. Nos trabalhos desenvolvidos por Brody et al. (1980) e Cohen et al. (1981), os autores afirmaram que há interação entre as castas sociais e a hierarquia de dominância. A proporção dos machos é relativamente constante, sendo cerca de 5:1 (machos para cada fêmea). No entanto, segundo Valenti (1996) essa razão é dinâmica podendo variar de acordo com o ambiente.

Foram identificadas fêmeas em todos os estágios de maturação no decorrer do ano e uma maior frequência de fêmeas ovígeras no início do período chuvoso (primeiro trimestre) (Tabela 2), corroborando com os trabalhos realizados por Pinheiro e Hebling (1998) onde os autores observaram que na natureza a reprodução pode ocorrer durante todo o ano, sendo mais intensa no período em que os fatores ambientais favorecem o desenvolvimento gonadal e a sobrevivência da prole.

**Tabela 2:** Frequência mensal dos estágios gonadais nas fêmeas de *M. rosenbergii*.

Mês	Estágio gonadal					
	Nº Fêmeas	I	II	III	IV	V
mar/13	4				3	1

abr/13	8	1	1	4		
mai/13	2	1	1	1		
jun/13	5	2	2			
jul/13	3	3				
ago/13	6	2	3	1		
set/13	2	2				
out/13	3			2		
nov/13	1	1				
dez/13	4	1	1	1	1	1
jan/14	14		2	1	5	6
fev/14	5	1			2	4
Total	57	14	10	10	11	12

Um número significativo de fêmeas foi registrado apresentando um percentual de 47% (n= 57) do total amostrado, destas 16% (n= 11) estavam no estágio de maturação IV (com ovos aderidos aos pleópodes) apresentando maior incidência nos meses março de 2013 e janeiro de 2014 (Figura 2 ). De acordo com Pinheiro e Hebling (1998), a época reprodutiva está associada ao regime de chuvas, às variações térmicas e ao fotoperíodo da região geográfica em que ocorrem.

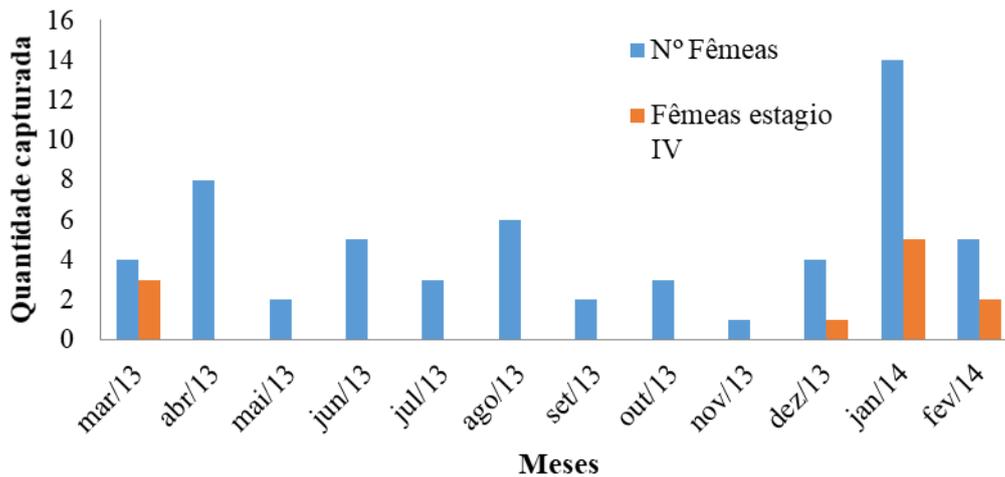


Figura 2: Quantidade de fêmeas e fêmeas ovígeras capturadas de *M. rosenbergii*.

O número de ovos variou de 5.254 a 52.358. A menor (12,9 cm) e a maior (20,4 cm) fêmea ovígera apresentaram 7.190 e 52.358 ovos em fevereiro e março de 2014 respectivamente. Segundo Pinheiro e Hebling (1998), a maioria dos carcinólogos tem conceituado a fecundidade como o número de ovos exteriorizados por fêmea em cada desova. Segundo Sastry (1983), a fecundidade dos crustáceos mostra

grande variação entre espécies, refletindo estratégias reprodutivas e ecológicas peculiares. O *M. rosenbergii* apresenta uma correlação positiva para a relação fecundidade/comprimento, podendo exteriorizar até cerca de 170 mil ovos (LING; MERICAN, 1961; RAO, 1991). Variações intraespecíficas podem ocorrer em virtude da influência de fatores exógenos sobre a reprodução, como por exemplo, temperatura da água e fotoperíodo (PINHEIRO; FRANSOZO, 1995).

#### 4. CONCLUSÃO

O *M. rosenbergii* pode ser capturado em todos os meses do ano, apresentando uma abundância maior de machos, com exceção dos meses de abril e agosto de 2013 e janeiro e fevereiro de 2014 (período chuvoso na região amazônica) onde as fêmeas foram mais abundantes. Os machos apresentaram comprimento total superior ao das fêmeas e o número de ovos totais variou de 5.254 a 52.358.

#### 5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; SILVA, A. S. L. Análise florística e estrutura de floresta de várzea no estuário amazônico. **Acta Amazônica**, 34 (4): p. 513-524. 2004.

AZEVEDO, E. F. Biologia reprodutiva do camarão regional *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)(Decapoda; Palaemonidae), na ilha do Combu (Belém, PA). Universidade Federal do Pará. Trabalho de conclusão de curso. 2004.

BARROS, M. P.; SILVA, L. M. A. Registro de introdução da espécie exótica *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae), em águas do Estado do Pará. Brasil. Belém, **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**, 13(1): p. 31-37. 1997.

BOND-BUCKUP, G.; BUCKUP, L. Os Palaemonidae de águas continentais do Brasil Meridional (Crustacea, Decapoda). Rev. Brasil. Biol. 49 (4): 883-896. CAPÍTULO, A.R. & R.L. FREYRE. 1989. Demografia de Palaemonetes (Palaemonetes) *argentinus Nobili* (Decapoda, Natantia). I Crescimento. **Limnobiologia**, 2 (10): p. 744-756. 1989.

BRODY, T; COHEN, D.; BARNES, A.; SPECTOR, A. Yield characters of *Macrobrachium rosenbergii* in monoculture. **Aquaculture**, 21: p. 375-385. 1980.

BROWN, J. H., NEW, M.; ISMAEL, D. **Biology**, Editores: NEW, M. B. , W.C., TIDWELL, J.H., D'ABRAMO L.R. e KUTTY, M.N. *Freshwater Prawns- Biology and Farming*, New Delhi, India. p. 18-39. 2010.

CARVALHO, H. A.; PEREIRA, M. C. G. Descrição dos estádios ovarianos de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Palaemonidae) durante o ciclo reprodutivo. **Ciência e Cultura**. v. 33, n. 10, p. 1353-1358. 1981.

CARVALHO, H. A.; GOMES, M. G. S.; GONDIM, A. Q.; PEREIRA, M. C. G. Sobre a Biologia do Pitu - *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) em Populações Naturais da Ilha de Itaparica. **Universitas**, Salvador, 24: p. 25-45. 1979.

CAVALCANTI, L. B. Histórico. In: Valenti W.C. (ed.), *Carcinocultura de Água Doce. Tecnologia para produção de Camarões*. IBAMA/FAPESP, Brasília: p. 17-20. 1998.

CAVALCANTI, L. B.; CORREIA, E. S.; CORDEIRO, E. A. **Camarão: manual de cultivo do *Macrobrachium rosenbergii* (pitu havaiano gigante da Malásia)**. AQUACONSULT, p. 143. 1986.

CERVIGÓN, F. R.; CIPRIANI, W.; FISCHER, L.; GARIBALDI, M.; HENDRICKX, A. J.; LEMUS, R.; MÁRQUEZ, J. M.; POUTIERS, G.; ROBAINA B.; RODRIGUEZ. Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. **FAO**, Rome. p. 513. 1992.

CHAVES, P. T.; MAGALHÃES, C. O desenvolvimento ovocitário em *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae), camarão dulcicolada região Amazônica. **Acta amazônica**, v. 23, n. 1, p. 17-23. 1993.

CINTRA, I. A.; SILVA, K. C. A.; MUNIZ A. P. M. Ocorrência de *Macrobrachium rosenbergii* (de man, 1879) em áreas estuarinas do estado do Pará (crustacea, decapoda, palaemonidae). **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, Belém, v.3, n.1, p. 219-227, 2003.

CINTRA, I. H. A.; JURAS, A. A.; SILVA, K. C. A.; TENÓRIO, G. S.; OGAWA, M. Aparelhos de pesca utilizados no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil). **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, v. 9, p. 67-79. 2009.

COHEN, D.; RA'ANAN, Z.; BRODY, T. Population profile development and morphotypic differentiation in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). **Journal of the World Mariculture Society**, 12(2): p. 231-243. 1981.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture. SOFIA. 2006. Disponível em <http://www.fao.org> (acessado em 20/03/2015).

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FIGIS – Fisheries Statistics – Aquaculture. 2010. Disponível em <http://www.fao.org> (acessado em 20/03/2015).

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture. 218 p. Roma, 2012. Disponível em: <http://www.fao.org> (acessado em 20/03/2015).

FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. 1ª Edição. Expressão gráfica, Fortaleza, p. 464. 2011.

FUJIMURA, T.; OKAMOTO, H. Notes on the Progress Made in Developing a Mass Culturing Technique for *Macrobrachium rosenbergii* in Hawaii, Proc. 14th **Indo-Pacific Fisheries Council Proceedings**, p. 14. 1970.

GARCIA, J. H. **Atividade Pesqueira**. 2013. Disponível em: <http://www.infoescola.com/economia/atividade-pesqueira> (acessado em 20/03/2015).

GUSMÃO, L. H. A. **Cartografia e impactos ambientais na ilha de Mosqueiro em Belém/PA**. Embrapa Amazônia Oriental. 2014

HINSCH, G.W. Arthropoda - Crustacea: Sexual Behavior and Receptivity, p. 325-343. In: K.G. ADTYODT & R.G. ADIYODI (Eds). **Reproductive Biology of Invertebrates**. New York, John Wiley & Sons, vol. V, XXIII+ p. 511. 1992.

HOLTHUIS, L.B. **A general revision of the Palaemonidae (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemoninae**. Occasional Paper of the Allan Hancock Foundation, Los Angeles, n. 12. 1952.

HOLTHUIS, L.B. FAO species catalogue. Prawns and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. **FAO Fisheries Synopses**, vol. 125, no. 1, p. 261. 1980.

JOHN, C. M. Bionomics and life history of *Macrobrachium rosenbergii*. **Bulletin of the Central Research Institute, University of Kerala** 15: p. 93–102. 1957.

LING, S.W. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). **FAO Fisheries Report**, 3(57): p. 589-606. 1969.

LING, S.W.; MERICAN, AB. A. Notes on the life and habits of the adults and larval stages of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). **Indo-Pacific Fisheries Council Proceedings**, 9 (2): p. 55-60. 1961.

LOBÃO, V. L.; ROJAS, N. E. T. **Camarões de água doce da coleta ao cultivo à comercialização. Ícone**, p. 11-30, São Paulo, 1985.

LOBÃO, V.L.; VALENTI, W. C.; MELO J. T. C. Fecundidade em *Macrobrachium carcinus* (L.) do Rio Ribeira de 19uape. **Boletim Instituto de Pesca** 12 (3): p. 1-8. 1985.

MELO, G. A. S. **Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil. 1ª Edição. Loyola** /- Museu de Zoologia/USP, São Paulo, p. 430. 2003.

MULLER, Y. M. R.; BRESSAN, C. M.; NAZARI, E. M. Dados de fecundidade de *Macrobrachium acanthurus* (Decapoda, Palaemonidae) do Rio Capivari, Praia dos Ingleses, Florianópolis/Se. **Biotemas** 5 (I): p. 123-132. 1992.

MULLER, Y. M. R.; NAZARI, E. M.; BRESSAN, C. M.; AMMAR, D. Aspectos da Reprodução de *Palaemon pandafijormis* (Stimpson) (Decapoda, Palaemonidae) no Manguezal de Ratoles, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zoologia** 13 (3): p. 633-642. 1996.

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. p. 560. 2010.

NEW, M. B.; SINGHOLKA, S. **Freshwater prawn farming: a manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii*.** FAO Fisheries Technical Paper No. 225. Rome, 1982.

ORMOND, J. P.; TÁBUAS, A. G.; PIRES, P. R. A carcinicultura brasileira. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.19, p. 19-118. 2004.

PEEBLES, J. B. Molting, movement, and dispersion in the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Journal of Fish Biology**, 36: p. 1080-1088, 1979.

PINHEIRO, M. A. A.; FRANSOZO, A. Fecundidade de *Pachycheles haigae* Rodrigues da Costa, 1960 (Crustacea, Anomura, Porcellanidae) em Ubatuba (SP), Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, 55(4): p. 623-631. 1995.

PINHEIRO, M. A. A.; HEBLING, N. J. **Biologia de *Macrobrachium amazonicum* (De Man, 1879).** In VALENTI, WC. (Ed.), **Carcinicultura de água doce: Tecnologia para Produção de Camarões**, São Paulo: FAPESP, p. 21-46, 1998.

RA'ANAN, Z.; COHEN, D. **Ontogeny of social structure and population dynamics in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man).** In:

WENNEER, A. M. (ed.), Factors in adult growth. A. A. Balkema, Boston. p. 277-311. 1985.

RAO, KJ. Reproductive biology of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) from Lake Kolleru (Andhra Pradesh). **Indian Journal of Animal Science**, 61(7): p. 780-787. 1991.

RIBEIRO, K. T. S. Água e saúde em Belém. In. RIBEIRO, K. T. S. **Água e saúde humana em Belém. Belém: Cejup**, Cap. 4, (Coleção Megam/2), p. 280. 2004.

SANDIFER, P. A.; SMITH, T. I. J. Possible significance of variation in the larval development of *Palaemonid shrimp*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 39: p. 55-64. 1979.

SASTRY, A. N. Ecological aspects of reproduction. Pages 179-270. In: VERNBERG F J.; VERNBERG W. B. (Editors). The Biology of Crustacea. Environmental Adaptations. Academic Press, New York, Inc., v. 8. p. 383. 1983.

SHAKUNTALA, K. The Relation Between Body Size and Number of Eggs in the Freshwater Prawn *Macrobrachium famarrei* (Decapoda, Caridae) **Crustaceana**, 33 (1): p. 17-21. 1977.

SILVA, G. M. F.; LEDEBUR, E. I. C. F. V.; FERREIRA, M. A. P.; ROCHA, R. M. Gonadal structure analysis of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) from a wild population: a new insight on the morphotype characterization. **Aquaculture Research**, 40: p. 798-803. 2009.

SHORT, J.W. A revision of Australian river prawns, *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). **Hydrobiologia**, 525: p. 1-100, 2004.

UNO, Y.; SOO, K. C. Larval development of *Macrobrachium rosenbergii* reared in the laboratory. J. Tokyo Univ. Fish., Tokyo, v. 55, p. 179-190, 1969.

VALENTI, W. C. **Estudo populacional dos camarões de água doce *Macrobrachium acanthurus* (Weigman, 1836) e *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) do rio Ribeira Iguape (Crustacea, Palaemonidae).** Universidade de São Paulo. 1984.

VALENTI, W. C. Fecundidade em *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribeira do Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). **Revista brasileira de Zoologia**, 6 (1): p. 9-15. 1989.

VALENTI, W. C. Criação de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii*. In Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 27, **Reunião da Associação Latino-Americana de Produção Animal**, 12, Campinas. p. 757-785. 1990.

VALENTI, W. C. Criação de camarões em águas interiores. Jaboticabal: Funep. 81 p. 1996.

VALENTI, W. C. **Aquaculture for sustainable development.** In: VALENTI, W. C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J.A.; BORGHETTI, J. R. (eds.) *Aquicultura no Brasil: Bases para um desenvolvimento sustentável.* Brasília, CNPq/MCT. p. 17-24. 2000.

VALENTI, W. C.; NEW, M. B. **Grow-out systems Monoculture.** In: New, M. B.; Valenti, W. C. (Ed.) *Freshwater Prawn Culture: The farming of *Macrobrachium rosenbergii*.* Oxford, **Blackwell Science.** p. 157-176. 2000.

VERGAMINI, F. G.; PILEGGI, L. G.; MANTELATTO, F. L. Genetic variability of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). **Contributions to Zoology**, 80: p. 67-8. 2011.

WORLD REGISTER OF MARINE SPECIES. W oRMS taxon details. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=220137>>. Acesso em: 10 mai. 2016.

## **CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA DE PLANTÉIS DE PIRARUCUS POR MEIO DE MARCADORES MICROSSATÉLITES**

Antônio Marcos Jaques Ramos<sup>\*</sup>; Gabryele Malcher Freire; Péricles Sena do Rêgo, Eduardo Sousa Varela; Juliana Araripe Gomes da Silva

### **RESUMO**

Avaliamos a diversidade genética de três populações de pirarucus de cativeiro por meio de sete marcadores microssatélites, buscando comparar os índices de diversidade entre os mesmos e estes com outras populações naturais caracterizadas em outros estudos, utilizando os mesmos marcadores. As amostras foram provenientes de três pisciculturas localizadas nos estados do Amazonas (PC1 = 24), Rondônia (PC2 = 24) e Ceará (PC3 = 46). 40 alelos nas populações de cativeiro foram identificados. As médias de heterozigosidade indicaram uma maior diversidade nas pisciculturas da Amazônia e Rondônia ( $H_0 = 0,62$ , em ambas) em relação à piscicultura do Ceará ( $H_0 = 0,40$ ), assim como o índice de riqueza alélica, que também foi duas vezes maior nessas pisciculturas. Em comparação com as populações naturais, as populações de cativeiro apresentam menores índices de diversidade genética que para as populações da bacia amazônica, porém maiores que as da bacia do Araguaia-Tocantins. Um manejo de reprodutores torna-se necessário para manter ou aumentar a variabilidade do melhoramento, podendo-se fazer através da introdução de novos indivíduos, principalmente na piscicultura PC3, sendo recomendada a introdução de indivíduos procedentes da bacia amazônica, pois as populações apresentam maior diversidade.

**Palavras-chave:** *Arapaima*. Piscicultura. Diversidade Genética.

### **ABSTRACT**

We evaluate the genetic diversity of three populations of pirarucus of captivity by means of seven microsatellites markers, searching to compare the indices of diversity between the same ones and these with other natural populations characterized in other studies, using the same markers. The samples had been

---

<sup>\*</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura UFSC, membro do Laboratório de Nutrição de Espécies Aquícolas (CCA-UFSC). E-mail: jaques@gmail.com. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6094230641157103>

proceeding from three fish farms located in the states of Amazonas (PC1 =24), Rondônia (PC2 =24) and Ceará (PC3 =46). 40 alelos in the captivity populations had been identified. The heterozigosidade averages had indicated a bigger diversity in the pisciculturas of Amazon and Rondônia ( $H_0=0,62$ , in both) in relation to the piscicultura of the Ceará ( $H_0=0,40$ ), as well as the index of alélica wealth, that also was two times bigger in these pisciculturas. In comparison with the natural populations, the captivity populations present minors indices of genetic diversity that to the populations of the Amazonian basin, however bigger that of the Araguaia-Tocantins basin. A management of reproducers becomes necessary to keep or to increase the variability of the breeding, being able to be made through the introduction of new individuals, mainly in fish farm PC3, being recommended the introduction of individuals proceeding from the Amazonian basin, therefore the populations present greater diversity.

**Key words:** Arapaima. Fish Farm. Genetic Diversity.

## 1. INTRODUÇÃO

O pirarucu (*Arapaima* sp.) é um peixe endêmico da região amazônica, sendo encontrado no Brasil, Guiana e Bolívia, pertencente à ordem Osteoglossiformes, família Arapaimidae e gênero *Arapaima*. Por muito tempo o gênero foi considerado monotípico, tendo *Arapaima gigas* como único representante (Nelson, 2016). Porém um estudo recente revalidou a espécie *Arapaima agassizii* (Stewart, 2013a), e outro estudo descreveu *Arapaima leptossoma* como nova espécie amazônica (Stewart, 2013b).

Na região amazônica o pirarucu é considerado um importante recurso pesqueiro, possuindo grande valor de mercado, apresentando demanda tanto o comércio local quanto no comércio internacional (Amaral, 2009; Marmontel, 2006). Porém, a intensa exploração dos estoques naturais pela atividade pesqueira tornou este peixe cada vez mais raro nos desembarques (Castello et al., 2013).

A produção de pirarucu em cativeiro começou a ser estudada em 1939 em Belém do Pará, tendo como marco a primeira desova fora do ambiente natural realizada em lagos do Museu Emílio Goeldi (Imbiriba, 2001). Estudos relataram as notáveis características zootécnicas que a espécie apresenta, tais como: rusticidade às práticas de manejo, alto rendimento de carcaça e elevada taxa de crescimento

podendo atingir até 10 kg no primeiro ano de cultivo ; além disso, a espécie pode ser mantida em ambientes com águas pobres em oxigênio dissolvido, uma vez que a mesma apresenta respiração aérea obrigatória (Imbiriba, 2001; Soares et al., 2006).

Atualmente a produção deste peixe em cativeiro encontra-se bastante difundida pelo Brasil. Segundo o Censo Aquícola do Brasil (2013), foram registradas 233 unidades produtivas de pirarucu distribuídas em todas as regiões do país. Porém esta atividade ainda encontra entraves no seu desenvolvimento, dentre eles a reprodução em ambiente de confinamento é um fator limitante devido a características comportamentais da espécie relacionadas à formação de casais e construção de ninhos para a reprodução (Baldisseroto & Gomes, 2013). Além disso, a prática de manter animais com reprodução em cativeiro pode reduzir os índices de diversidade genética dos plantéis ao longo das gerações, devido a ocorrência de consanguinidade pelo baixo número de reprodutores utilizados (Solé-Cava, 2001; Santos *et al.* 2012). O manejo é um fator primordial que potencializa o sucesso e perpetuação da atividade aquícola, considerando esses aspectos genéticos e a manutenção da variabilidade genética dos plantéis de peixes cultivados, refletindo assim na qualidade do produto final (Pullin, 2007).

Marcadores microssatélites têm sido amplamente utilizados para abordagens genético-populacionais de peixes, auxiliando na caracterização genética populacional, identificação de estruturação genética, fluxo gênico, ocorrência de endocruzamento e parentesco. (Frankham *et al.* 2008). Melo *et al.* (2008) descreveram a importância que os marcadores microssatélites apresentam na caracterização genética, identificação de plantéis de peixes, e como essa ferramenta pode ser útil para otimizar o manejo de matrizes nas pisciculturas. Além disso, estes marcadores podem ser úteis na estimativa da diversidade genética de plantéis de espécies comerciais, como tilápia (Moreira *et al.*, 2007) e tambaqui (Varela *et al.*, 2015). Santos *et al.* (2014) analisaram índices de diversidade genética de pirarucus mantidas em cativeiro e compararam tais índices com os encontrados em populações naturais, identificando a ocorrência de menor variabilidade nas populações mantidas ambiente de criação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar e caracterizar as populações de pirarucus que compõem os estoques de três unidades de produção em cativeiro, inferindo sobre os parâmetros de diversidade genética, com a utilização de marcadores microssatélites; compará-las entre si e com outras populações naturais

caracterizadas em outros estudos com os mesmos *loci* microssatélites. Buscou-se também a identificação de alelos que possam ser usados na rastreabilidade destes peixes.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados animais provenientes das populações de cativeiro: Piscicultura Águas Claras, município de Manacapuru - Amazonas (PC1, n=25), Piscicultura Boa Esperança, município Pimenta Bueno - Rondônia (PC2, n= 22) e Piscicultura do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas- DNOCS, município de Pentecostes - Ceará (PC3, n=46). Para comparações dos parâmetros de diversidade genética com populações de ambiente natural, foram utilizadas populações previamente analisadas e disponibilizadas por Araripe *et al.* (2013) e Vitorino (2015), correspondentes às populações da bacia Amazônica e Araguaia/Tocantins, respectivamente.

O isolamento do material genético foi realizado utilizando o kit de extração *Wizard Genomic DNA Purifications Kit – Promega*, seguindo o protocolo de extração do produto. Após a extração, foi verificada a integridade e realizada a quantificação do material em corridas eletroforéticas em gel de agarose 1,0% e as mesmas foram diluídas para 5 ng/ $\mu$ l..

Através da técnica da Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) foram amplificadas sete regiões microssatélites previamente descritas por Farias *et al* (2003). As amplificações e genotipagens foram realizadas seguindo metodologia utilizada por Araripe *et al.* (2013). Os alelos foram identificados no programa GeneMapper (Applied Biosystems) e, para identificar possíveis erros de genotipagem como presença de alelos nulos e identificação errônea de *stutters* como alelos, através da correção de Bonferroni, utilizamos o programa MicroChecker (Van Oosterhout *et al.* 2004). O número total de alelos foi obtido através da contagem de cada alelo para todos os *locus*. Para identificar as frequências alélicas e alelos exclusivos foi utilizado o programa Genepop 4.2 (Rousset, 2008), enquanto que a riqueza alélica foi estimada no programa HP-RARE 1.1 (Kalinowski, 2005). As distâncias genéticas e identidade genética de Nei (1972) foram estimadas no software Popgene 3.2 (Yeh *et al.* 1999). Os índices de heterozigosidade observada ( $H_o$ ) e esperada ( $H_e$ ), análise de variância molecular (AMOVA), coeficiente de endogamia intrapopulacional ( $F_{IS}$ ), índice de fixação de

diferenciação entre as populações (*FST*) e índice de fixação total para as populações (*FIT*) foram estimados no programa Arlequin 3.1 (Excoffier & Schneider, 2005).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados 40 alelos nas três pisciculturas, variando de três a nove alelos por loco (Tabela 1), com número médio de alelos de 4.14 para PC1; 3,86 para PC2 e 1,86 para PC3. Até o momento são conhecidos 60 alelos para esses mesmos loci em populações naturais ao longo da distribuição da espécie no Brasil (Araripe *et al.*, 2013; Vitorino, 2015; Malcher, 2017). Relacionando esses dados aos obtidos nas pisciculturas foi observado que as populações PC1 e PC2 apresentaram 48,3% e 45,0% dos alelos reconhecidos para a espécie, respectivamente. De forma contrastante, a piscicultura PC3, que possui baixa diversidade, somente 21,7% dos alelos são representados em seu plantel. Fatores como efeito fundador na formação de plantéis de reprodutores e reprodução entre indivíduos proximamente relacionados podem ter sido responsáveis por essas perdas ao longo do tempo, sendo que quanto mais antiga é a população cultivada maior é a sua perda alélica, o que resulta em redução da diversidade genética em cultivos (Aho *et al.*, 2006).

Tabela 1: Índices de diversidade genética de populações de cativeiro e naturais de pirarucus. *n*= número de indivíduos amostrados, *NTA*= número total de alelos, *NMA*= número médio de alelos, *NAE*= número de alelos exclusivos, *RA*= riqueza alélica, *Ho*= heterozigotidade observada, *He*= heterozigotidade esperada, *Fis*= coeficiente de endocruzamento intrapopulacional.

Origem	Populações	<i>n</i>	<i>NTA</i>	<i>NMA</i>	<i>NAE</i>	<i>RA</i>	<i>Ho</i>	<i>He</i>	<i>Fis</i>
Populações de cativeiro	<i>PC1</i>	25	29	4.14	3	3.14	0.62	0.57	-0,10
	<i>PC2</i>	22	28	4.00	4	3.11	0.62	0.59	-0,04
	<i>PC3</i>	46	13	1.86	2	1.65	0.40	0.37	0,24
	<i>Total</i>	93	70	3.33	9	2.63	0.55	0.51	0,03
	<i>S. F. Do</i>	49	17	2.43	0	1.78	0.30	0.32	
Pop. naturais Bacia Araguaia- Tocantins	<i>Araguaia</i>								0,033
	<i>Mimoso</i>	44	10	1.43	0	1.35	0.24	0.22	-0,087
	<i>N S Antônio</i>	86	19	2.71	1	1.76	0.24	0.27	0,151

	<i>Itupiranga</i>	14	17	2.43	0	2.24	0.50	0.53	0,072
	<i>Tucuruí</i>	20	22	3.14	0	2.66	0.54	0.59	0,072
	Total	213	85	2.43	1	1.96	0.36	0.384	0,048
	<i>RDSM Jarauá</i>	40	37	5.29	5	3.38	0.53	0.58	0,078
Pop. naturais- Bacia	<i>RDSM Maraã</i>	37	32	4.57	2	3.21	0.56	0.53	-0,084
amazônica	<i>Santarém</i>	32	32	4.57	2	3.28	0.57	0.6	0,078
	Total	109	101	4.81	9	3.29	0.55	0.57	0,024
	Total	415	256	3.325	19	2.63	0.49	0.49	-0.029

Os índices de riqueza alélica variaram de 1,71 a 3,47, apontando uma diversidade duas vezes menor na piscicultura PC3 em relação às outras duas pisciculturas, valores estes menores que os revelados por Santos *et al.* (2014), (2,562 a 3,060), para cinco populações de pirarucus de cativeiro com base em 19 marcadores microssatélites. Em comparação com as populações naturais caracterizadas por Araripe *et al.* 2013 e Vitorino (2015) (Tabela 1) é possível observar diferenças significantes nos padrões diversidade entre as populações naturais e de cativeiro, com menores índices de diversidade genética nas populações de cativeiro. Foi identificado menor índice de riqueza alélica no grupo de pirarucus de cativeiro (RA=2.63) em relação ao grupo da bacia Amazônica (RA= 3.29), porém maior que o observado nos pirarucus da bacia Araguaia-Tocantins (RA=1.96). Este padrão de menor riqueza alélica nas populações de cativeiro em estudos utilizando microssatélites é comum, tal como os achados de Santos *et al.* (2014) que encontraram maior diversidade em populações naturais de pirarucus (RA=4.04) em relação as populações de cativeiro (RA=2.69), e Araújo (2012) que analisaram a riqueza de populações de *Brycon amazonicus* naturais (RA=9.45) e cultivadas (RA= 6.24). A menor diversidade das populações da bacia Araguaia-Tocantins em relação às de cativeiro pode estar relacionado às características naturais das populações dessa bacia. Segundo Vitorino *et al.* (2015), as populações da bacia Araguaia- Tocantins apresentaram baixa variabilidade genética e alta taxas de endogamia, o que reforça a necessidade de ações estratégicas para conservação de pirarucus desta bacia hidrográfica.

A análise da homogeneidade genética entre os três estoques mantidos em cativeiro revelou uma diferenciação significativa e alta (49,57%), especialmente entre o PC3 e as outras. A distância genética (DG) e identidade genética (IG) mostraram elevada similaridade entre as pisciculturas PC1 e PC2. Comparando estes valores entre cultivares de outras espécies, como surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum*) que apresentaram similaridade de 1,47% (Menezes, 2014) e tilápia (*Oreochromis niloticus*) com 12,78% (Moreira *et al.*, 2007), é possível observar uma tendência de maior similaridade entre cultivos, que muitas vezes está relacionado com as procedências compartilhada entre reprodutores que originaram esses plantéis, o que pode levar à uma redução da diversidade e fixação de alelos ao longo das gerações.

Os coeficientes de endogamia intrapopulacional (*Fis*) foram significantes para todos os *loci* e não revelaram endogamia nos plantéis PC1 (média de -0,10) e PC2 (média de -0,04), como mostrado na Tabela 1. Já o plantel PC3 apresentou alto índice de endogamia (0,24), caracterizando-a como uma população homogênea resultante do possível cruzamento entre indivíduos aparentados. Esse fato também foi relatado em outras espécies como a tilápia ( $Fis=0,0486$ ) no estudo de Melo *et al.*, (2006). Segundo Moreira *et al.* (2007), ocorrência de endogamia em plantéis cultivados é comum devido à redução dos tamanhos populacionais e falta de manejo reprodutivo adequado, especialmente na seleção das matrizes

Tabela 2: Distância ( $D_A$ ) e identidade genética ( $D_I$ ) (Nei, 1972) na diagonal acima e  $F_{ST}$  *par-a-par* na diagonal abaixo entre três populações de pirarucus de cativeiro. Asterisco (\*) indica valores significantes ( $p<0,05$ ).

	PC1	PC2	PC3
PC1	-	0.173 (0.841)	1.481 (0.228)
PC2	0.086 *	-	1.414 (0.243)
PC3	0.595*	0.568*	-

Como medida para aumentar a variabilidade genética dos plantéis analisados sugere-se a incorporação de novos exemplares nessas populações, através da troca de reprodutores entre as pisciculturas ou através de indivíduos de ambientes naturais aos plantéis de reprodutores. Esse manejo deve ser feito considerando as diferenças genéticas entre as populações, e características genéticas das populações onde se deseja inserir indivíduos.

Para a piscicultura PC3 recomenda-se a inserção de indivíduos, preferencialmente da bacia Amazônica, pelo fato de as populações dessa bacia apresentarem maior diversidade genética e maior índice de diferenciação genética comparadas com as populações deste cultivo. Já para os plantéis PC1 e PC2 os níveis de diversidade foram similares às populações naturais, não sendo necessária a introdução imediata de novas matrizes.

Foram evidenciados possíveis erros de genotipagem somente em um *locus* na piscicultura PC1 e um *locus* da piscicultura PC3, que também mostrou evidências de alelos nulos, sugerida pelo excesso de homozigotos. Considerando que se trata de populações mantidas em cativeiro com número reduzido e conseqüente tendência a endocruzamento estes desvios do equilíbrio eram esperados.

#### **4. CONCLUSÕES**

Os plantéis analisados são diferentes entre si. Os índices de diversidade genética das pisciculturas PC1 e PC2 são mais altos quando comparados a piscicultura PC3. As populações de cativeiro revelaram possuir cerca de metade da diversidade genética encontrada nas populações da bacia Amazônica, e o dobro das populações da bacia Araguaia-Tocantins. Sugere-se de introdução de novas matrizes na Piscicultura PC3, preferencialmente oriundos da bacia amazônica, uma vez que nessa região as populações apresentam maior índice de diversidade genética.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal do Pará, Campus Bragança, Instituto de Estudos Costeiros e Laboratório de Genética e Conservação pela infraestrutura física da realização do trabalho; Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico 434400/2016-5) e FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos, nº 01.13.0086.00) que apoiaram o desenvolvimento do projeto; Às pisciculturas por ceder as amostras.

#### **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AHO, T. Impacts of effective population size on genetic diversity in hatchery reared Brown trout (*Salmo trutta* L.) populations. **Aquaculture**, n. 253, p. 244–248, 2006.

- Amaral, E.S. **O manejo comunitário de pirarucu (*Arapaima gigas*) como alternativa econômica para os pescadores das reservas Amanã e Mamirauá, Amazonas, Brasil.** 2009. 85 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, Belém.
- ARARIPE J, RÊGO PS, QUEIROZ H, SAMPAIO I, SCHNEIDER H. Dispersal capacity and genetic structure of *Arapaima gigas* on different geographic scales using microsatellite markers. **Plos One**, V. 8, e54470, 2013.
- ARAUJO, G.T.C. **Isolamento, caracterização de locos microssatélites e estimativa da variabilidade genética de *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829) (Characidae: Bryconinae) em ambiente natural e cativeiro.** 2012. 96p. Dissertação ( Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- BALDISSEROTO, B.; GOMES, L. de C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil.** Santa Maria: Ed. da UFSM, 2005. 470 p
- CASTELLO, L., STEWART, D.J., ARANTES, C.C. O que sabemos e precisamos fazer a respeito da conservação do pirarucu (*Arapaima spp.*) na Amazônia. Em: **Biologia, conservação e manejo participativo de pirarucus na Pan- Amazônia.** FIGUEIREDO, E. S. A. IDSM, Tefé, 2013. p 17-31.
- EXCOFFIER, L.; LAVAL, G. & SCHNEIDER, S. 2005. Arlequin ver. 3.01: An integrated software package for population genetics data analysis. **Evolut. Bioinf. Online** 1: p 47- 50.
- FARIAS, I.P., HRBEK, T., BRINKMANN, H., SAMPAIO, I. & MEYER, A. 2003. Characterization and isolation of DNA microsatellite primers for *Arapaima gigas*, an economically important but severely over-exploited fish species of the Amazon basin. *Mol. Ecol. Notes* 3, p 128-130.
- FRANKHAM R; BALLOU JD. & BRISCOE DA. **Fundamentos de genética da conservação.** Sociedade Brasileira de Genética; Ribeirão Preto. 2008. 280p 28
- FREIRE, G.M. **Caracterização genética de populações naturais de pirarucus *Arapaima gigas* (cuvier, 1817) das bacias Amazônica e Araguaia Tocantins e implicações para sua conservação.** 2017. 63p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Pará, Bragança, Pará.
- IMBIRIBA, EP. Potencial da criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. **Acta Amazônica.** V.31, 2001. p 299-316.
- KALINOWSKI, S.T. HP-rare 1.0: A computer program for performing rarefaction on measures of allelic richness. *Molecular Ecology Notes* 5. 2005p 187-189.

- MARMONTEL M. Levantamento de aspectos biológicos das espécies carismáticas da RDSA como subsídio para o plano de manejo da Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Amanã. **Corredores Ecológicos**, 94p. 2006.
- MELO, D.C; OLIVEIRA, D. A.A. SEERIG, A; CARVALHO, D. C. Aplicações práticas de marcadores microssatélites na caracterização genética e identificação de plantéis de tilápia. **Rev Bras Reprod Anim**, v.32. p. 220-224. 2008.
- Menezes, D.A . **Variabilidade genética de *Pseudoplatystoma reticulatum* do Programa de Melhoramento Genético**. 2014. 69 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual De Maringá, Maringá.
- MOREIRA, A.A. HILSDORF, A.W.S. SILVA, J.V. SOUZA, V.R. 2007. Variabilidade genética de duas variedades de tilápia nilótica por meio de marcadores microssatélites. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.42, n.4, p.521-526. 2007.
- NELSON, J.S. 2006. **Fisher of the World**. 4 ed.. John Wiley and Sons, Inc. New York. 622p.
- PULLIN RSV . Genetic resources for aquaculture: status and trends. Em: **Workshop on status and trends in aquatic genetic resources: A basic for international policy**, BARTLEY DM, HARVEY BJ, PULLIN R.S.V. Victoria, British Columbia, Canada. Food & Agriculture Org. 2007. p 109-143.
- Sambrook, J.F. ; Russell, D.W. **Molecular Cloning: A Laboratory Manual** 3rd. Ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2001, 2100 p. 29
- SANTOS CHA, LEITÃO MAB, SOUSA CFS, SANTANA GX, PAULA-SILVA MN, ALMEIDA-VAL V.M.F. Genetic variability of wild and captivity populations of *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). **Acta Sci. Biol. Sci.** v.34. p 191-197. 2012
- SANTOS, C.H.A; LEITÃO, C.S, SILVA, M.N.P; VAL, V.M.F.A. Genetic relationships between captive and wild subpopulations of *Arapaima gigas* (Schinz, in Cuvier, 1822). **International Journal of Fisheries and Aquaculture**. v. 6, p. 108-123. 2014.
- SOARES J.M, BELETTI .M.E, SANTOS .A.LQ. Estudo ultra-estrutural da bexiga natatória de pirarucu (*Arapaima gigas*). **Veterinária Notícias** v. 12. p. 55-61. 2006.
- SOLÉ-CAVA, A. M. Biodiversidade molecular e genética da conservação. In: **Biologia molecular e evolução**. MATIOLI, S. R. (Ed.). Ribeirão Preto: Holos. 2001. p. 173-192.
- STEWART, D. J. 2013a. Re-description of *Arapaima agassizii* (Valenciennes), a rare fish from Brazil (Osteoglossomorpha, Osteoglossidae). **Copeia**, v. 1, p. 38-51. 2013.

- STEWART, D. J. 2013b. A new species of *Arapaima* (Osteoglossomorpha, Osteoglossidae) from the Solimões River, Amazonas State, Brazil. **Copeia**, v. 3. p. 470-476. 2013.
- VAN OOSTERHOUT, C.; HUTCHINSON, W.F.; WILLS, D.P.; SHIPLEY, P. Micro-Checker: Software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data. *Molecular Ecology Notes* 4: 535-538. 2004.
- VARELA, E. S. Parentesco genético em reprodutores de tambaqui (*Colossoma macropomum*) baseado em marcadores de DNA: perspectivas de manejo genético na ausência de pedigree / Eduardo Sousa Varela – Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura. 28 p. 2015
- VITORINO, C. A. **Diversidade e estrutura genética de *Arapaima gigas* (Osteoglossiformes, Arapaimidae) na bacia Araguaia-Tocantins**. Tese de Doutorado – Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2015.
- YEH, F.C.; BOYLE, T.Y.Z.; XIYAN, J.M. PopGene Version 1.31: Microsoft Window-based freeware for population genetic analysis. Alberta: University of Alberta and Center for International Forestry Research, 1999.

## **SUBSÍDIOS PARA REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DA AQUICULTURA BRASILEIRA**

Bruna Roque Loureiro\*; Eric Arthur Bastos Routledge; Alex Pires de Oliveira Nuñez

### **RESUMO**

A regularização ambiental no setor aquícola é considerada um dos principais desafios da atividade. Informações que subsidiem questões como: legislação ambiental; etapas de regularização; políticas públicas e os benefícios da regularização, são pouco consideradas de maneira integrada e sinérgica. O presente trabalho teve como objetivo principal reunir as informações importantes sobre o tema e apresentar um conjunto de orientações para o produtor iniciar o processo de regularização de sua atividade.

**Palavras-chave:** Licenciamento. Regularização Ambiental. Aquicultura.

### **ABSTRACT**

The environmental regularization in the aquaculture sector is considered one of the main challenges of the activity. Information that subsidizes issues such as: environmental legislation; regularization stages; the public rules and the benefits of regularization, are not considered in an integrated and synergistic manner. The main objective of this work was to gather important information about the theme and present a set of guidelines that help producer begin his activity regularization process.

**Key words:** Licensing. Environmental Regularization. Aquaculture.

### **1. INTRODUÇÃO**

A aquicultura desponta no cenário nacional da produção de alimentos de origem aquática, sendo também uma das atividades que mais tem crescido no mundo nos últimos anos. Ela desempenha um papel econômico e social de grande importância, através da produção, geração de emprego e renda. Por outro lado, a

---

\* Laboratório de Biologia e cultivo de peixes de água doce, LAPAD. Rodovia Francisco Thomaz Dos Santos, 3532. Armação do Pântano Do Sul. Florianópolis, SC. CEP 88066-260. Contato autora: brunaroqueloureiro@gmail.com, doutoranda no PPGAqui/UFSC.

pesca extrativista tem se apresentado estabilizada, por ter atingido o limite máximo sustentável de exploração de muitas populações, o que torna a produção de alimento proveniente da aquicultura cada vez mais significativa.

Nesse contexto, há previsões de que mais de 40 milhões de toneladas de alimento de origem aquática sejam necessários nos próximos 20 anos para manter o atual consumo per capita. Neste contexto, a FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) prevê como uma das principais tendências globais para os próximos anos um crescimento ainda mais expressivo da Aquicultura, tanto no que se refere à disseminação e consolidação desta atividade, quanto à diversificação das espécies cultivadas.

A piscicultura continental é a atividade aquícola com maior representatividade em termos de produção no país, em 2017 a piscicultura brasileira produziu 691.700 toneladas de peixes de cultivo, esse resultado é 8,0% superior ao de 2016 (640.510 t) (PeixeBR, 2018). TORATI et al. (2014) também destaca o crescimento desta atividade, tendo os produtores familiares cada vez mais participação no setor. Estes tem a piscicultura como uma atividade produtiva adicional na propriedade, contribuindo para a segurança alimentar, aumento da renda e o fixando no ambiente rural.

Entretanto, a atividade apresenta desafios para seu pleno desenvolvimento, dentre eles o complexo processo para regularização ambiental dos empreendimentos, a baixa qualificação de mão de obra e o pouco estímulo orientado ao empreendedorismo e mercado. De acordo com Medeiros (2018), somente em águas da União, existem solicitações que somam 3 milhões de toneladas que estão aguardando o trâmite processual.

A regularização ambiental no setor aquícola é considerada atualmente como um dos principais entraves da atividade, de acordo com a BARROSO et al. (2016). A legalização ambiental, apesar de ser tratada como obstáculo, deveria ser mais abordada na visão positiva de gerar oportunidades e valorização econômica.

Nesse trabalho, será abordado sobre: conceito do que é planejamento ambiental e apresentar ferramentas aplicadas ao setor; as legislações pertinentes ao processo de regularização; principais fatores críticos a serem considerados e das oportunidades que o setor poderá alcançar se buscar regularização.

## 2. SUBSÍDIOS PARA O PROCESSO DE REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DA AQUICULTURA

### 2.1. Legislação pertinente ao setor

Existem legislações federais e estaduais que regulamentam a aquicultura na sua unidade federativa. A tabela a seguir apresenta um resumo das principais legislações para cada atividade e os setores que envolvem dependendo do tipo de atividade. Com essa tabela é possível ter por referência quais etapas de regularização se aplicam a cada atividade aquícola.

Tabela 1: Legislações pertinentes por tipo de atividade aquícola.

ATIVIDADE	Lei/ Instrução Normativa para o Licenciamento	Lei para Outorga	Lei/ Instrução normativa para Reserva Legal	Decreto/ Instrução Normativa para Cessão de Uso
PISCICULTURA CONTINENTAL	CONAMA 413,2009; Resolução cosemas ou lei estaduais	Lei Federal nº 9.433, 1997.	LEI Nº 12.651, 2012.	-
RANICULTURA	CONAMA 413,2009; Resolução cosemas ou lei estaduais	Lei Federal nº 9.433, 1997.	LEI Nº 12.651, 2012.	-
CARCINICULTURA CONTINENTAL	CONAMA 413,2009; Resolução cosemas ou lei estaduais	Lei Federal nº 9.433, 1997.	LEI Nº 12.651, 2012.	-
MALACOCULTURA	CONAMA 413,2009; Resolução cosemas ou lei estaduais	-	-	Decreto 4.895, de 2003/ INI 06/2004.
PISCICULTURA MARINHA	CONAMA 413,2009; Resolução cosemas ou lei estaduais	-	-	Decreto 4.895, de 2003; INI 06/2004.
ALGICULTURA	CONAMA 413,2009; Resolução cosemas ou lei estaduais	-	-	Decreto 4.895, de 2003; INI 06/2004.

A seguir estão listadas as referências das principais legislações federais que permeiam o processo de regularização do setor. No entanto, cabe consultar a legislação de cada estado que venha a regulamentar a atividade, com suas normas e critérios específicos, caso houver.

Referências das principais legislações federais:

- Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.
- Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001.
- Medida Provisória nº 571, de 28 de maio de 2012, que altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

- Decreto nº 4.895, 25 de novembro de 2003 e suas regulamentações, os quais dispõem sobre os procedimentos relativos à autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura.
- Instrução Normativa Interministerial nº 6, de 31 de maio de 2004, que estabelece as normas complementares para a autorização de uso dos espaços físicos em corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências.
- Instrução Normativa Interministerial nº 7, de 28 de abril de 2005, que estabelece diretrizes para implantação dos parques e áreas aquícolas, em razão do art. 19 do Decreto nº 4.895, de 25 de novembro de 2003.
- Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, que regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente.
- Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, complementada e alterada pela Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006, que estabelece diretrizes para os casos excepcionais de intervenção ou supressão de vegetação em Áreas de Preservação Permanente.
- Resolução CONAMA nº 413, de 26 de junho de 2009, que dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências.
- Resolução CONAMA nº 428, de 17 de dezembro de 2010, que dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC, no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA, e dá outras providências.
- Portaria IBAMA nº 145/98, de 29 de outubro de 1998, que estabelece normas para a introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos, e macrófitas aquáticas para fins de aquicultura, excluindo-se as espécies animais ornamentais.

## 2.2. Etapas para regularização da aquicultura e legislação pertinentes

Na tabela 2, é possível observar um resumo das etapas que se aplicam dependendo da atividade desenvolvida.

Tabela 2. Etapas de regularização, que se aplica ou não de acordo com a atividade aquícola desenvolvida.

ATIVIDADE AQUÍCOLA	Licenciamento Ambiental	Outorga do Uso da água	Reserva Legal, CAR, Demais assuntos código florestal	Cessão de Uso	RGP e Licença aquícultor	CTF	CNARH
PISCICULTURA CONTINENTAL	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica	Não se aplica	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica
RANICULTURA	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica	Não se aplica	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica
CARCINICULTURA CONTINENTAL	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica	Não se aplica	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica
CARCINICULTURA MARINHA	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica*	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica
MALACOCULTURA	Se Aplica	Não se aplica	Não se aplica	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica
PISCICULTURA MARINHA	Se Aplica	Não se aplica	Não se aplica	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica
ALGICULTURA	Se Aplica	Não se aplica	Não se aplica	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica	Se Aplica

\*Quando situados em estuários ou em demais áreas de preservação permanente

A seguir serão destacadas as principais etapas de regularização, um breve resumo sobre as mesmas, seus objetivos e o respectivo órgão competente.

### 1. Inscrição no Registro Geral de Atividade Pesqueira (Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República /SEAP)

O Registro de Aquícultor, uma das categorias do Registro Geral da Atividade Pesqueira (RGP), é organizado e mantido pela Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República /SEAP, e visa contribuir para a gestão e o desenvolvimento sustentável da atividade, bem como permite ao interessado o exercício da atividade em toda a sua cadeia produtiva.

Para a obtenção do Registro de Aquícultor, o interessado deverá preencher o formulário de requerimento no sítio do Sistema Informatizado do Registro Geral da Atividade Pesqueira (SisRGP - <http://sisrgp.dataprev.gov.br/rgp/>).

### 2. Inscrição no Cadastro de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – CTF (Ibama)

O Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP), de âmbito nacional, é mantido pelo

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), contém o registro das pessoas físicas e jurídicas que desenvolvem pelo menos uma das atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais relacionadas no Anexo VIII da Lei no 6.938/1981.

Entre as atividades relacionadas na referida lei, está a exploração de recursos aquáticos vivos (aquicultura). Dessa forma, toda pessoa física ou jurídica que exerça ou queira iniciar a atividade de aquicultura deve se inscrever no CTF/APP. A inscrição nesse Cadastro deve ser realizada no sítio eletrônico do Ibama ([www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)).

### 3. Cadastro Nacional de Recursos Hídricos (CNARH)

O Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) foi criado para armazenar os registros dos usuários de recursos hídricos (superficiais e subterrâneos) que captam água, lançam efluentes ou realizam demais interferências diretas em corpos hídricos (rio ou curso d'água, reservatório, açude, barragem, poço, nascente etc.). A Agência Nacional de Águas (ANA), vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, é o órgão responsável por manter o CNARH e armazenar as informações dos usuários.

A Agência Nacional das Águas lançou uma nova plataforma de cadastramento dos usuários, a plataforma do CNARH 40. Nela o usuário da água deverá declarar ponto a ponto as interferências de captação e/ou lançamento. Por exemplo, considerando que em um imóvel que se desenvolve a atividade de piscicultura tiver um ponto de captação e outro ponto de lançamento, será necessário realizar dois cadastros, mesmo que esses dois pontos de interferência estejam no mesmo empreendimento.

A Figura 1 apresenta o espelho do novo sistema da plataforma CNARH 40. É possível observar que nessa nova plataforma, existem status do cadastro, como “em análise”, “outorgados”, condição esta que irá depender da situação da regularização do uso da água, tema que será abordado, no próximo item.

Ao final do cadastro do ponto de interferência, o usuário receberá um código de identificação para o acompanhamento do status do processo. Esse código é chamado de número CNARH.

O usuário da água que se cadastra no CNARH, deverá fornecer informações relativas à localização, tipologia de captação, quantidade de água captada, demanda

e finalidade do uso. Uma vez que este se enquadre como um usuário sujeito à regularização, o mesmo deve dar entrada em seu processo administrativo de solicitação de outorga de direito de uso da água ou certidão de uso insignificante de recurso hídrico (de acordo com o volume utilizado). A seguir são apresentados mais detalhes sobre essa etapa.

Figura 1: Espelho do novo sistema da plataforma CNARH 40.

#### 4. Obtenção de autorização para uso de recursos hídricos — Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos ou Certidão Ambiental de uso insignificante de água

O documento por meio do qual o órgão ambiental autoriza o uso dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos é a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, cujo objetivo é assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos. A Outorga autoriza a captação de água superficial ou a extração de água subterrânea, bem como o lançamento de efluentes em corpos d'água, e tem prazo determinado e condições de validade do documento emitido.

A captação de água superficial em vazão inferior a 34.560 L/dia, sem exceder a vazão de 0,4 L/s e a extração de água subterrânea inferior a 5.000 L/dia estão isentas da Outorga de Direito de Uso de Recurso Hídricos, mas devem ser objeto de Certidão Ambiental de Uso Insignificante. Nesses casos, a Certidão Ambiental autorizará também o lançamento de efluentes.

#### 5. Cessão de Uso (no caso de atividades desenvolvidas em reservatórios ou na zona costeira)

A cessão de uso é uma autorização com prazo determinado, concedida a pessoas físicas ou jurídicas que se enquadrem à legislação vigente para produção de organismos aquáticos. A autorização de uso em águas da União para a aquicultura é autorizada no ambiente marinho ou continental. As duas principais modalidades são:

- Área Aquícola: são destinadas a projetos de aquicultura, individuais ou coletivos.
- Parque Aquícola: é um conjunto de áreas aquícolas, delimitado pelo SEAP, com estudo prévio.

O tramite processual é centralizado na sede da Secretaria de Pesca e Aquicultura, porém, outras instituições também participam do processo de avaliação. Na Figura 2 estão apresentadas as instituições envolvidas nesse processo de análise e de autorização.

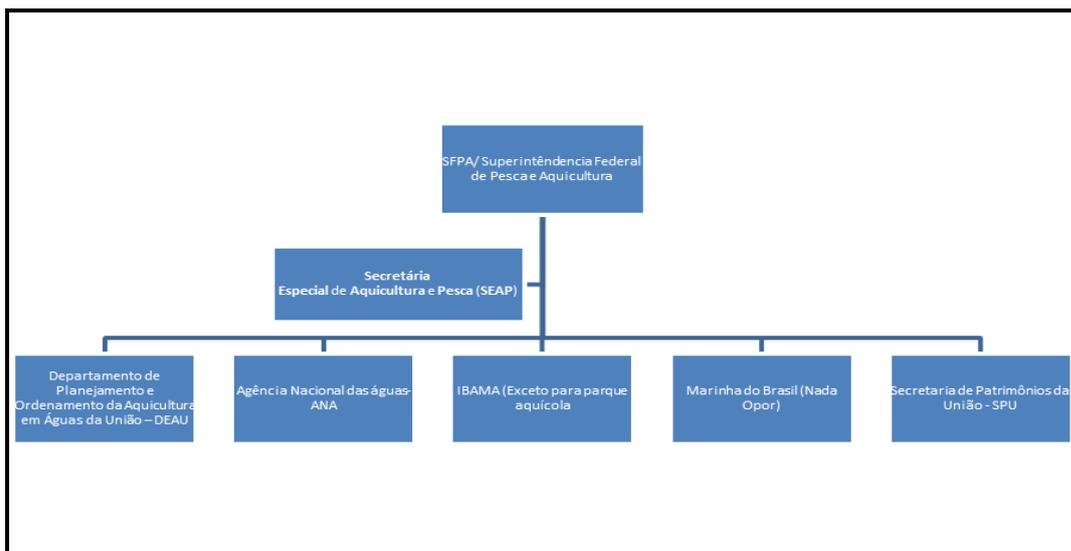


Figura 2: Organograma dos principais atores envolvidos no processo da cessão de uso para aquicultura.

A Instrução Normativa Interministerial nº 06/2004, é o primeiro passo de preenchimento para a modalidade de área aquícola. Os dados requeridos são de caracteres técnicos e ambientais sobre a atividade e de localização do empreendimento, como as coordenadas geográficas e mapas de localização.

É no Escritório estadual da SEAP onde o processo em quatro vias deve ser protocolado para que seja realizada uma análise das documentações. A partir desse protocolo o interessado recebe um número que será utilizado para acompanhamento do processo, já que a própria SEAP coordena o processo junto às outras instituições envolvidas.

Na SEAP, os processos são redirecionados as instituições envolvidas. Uma delas é o Departamento de Planejamento e Ordenamento da Aquicultura em Águas da União – DEAU, onde será cadastrado na base de dados do Sistema de Informação das Autorizações das Águas de Domínio da União para fins de Aquicultura – Sinau. Após os pareceres favoráveis do SEAP, o processo é encaminhado para três instituições: ANA (exceto para aquicultura em águas da União marinhas), Marinha do Brasil e Ibama.

Por competência, na ANA (Agência Nacional de Águas), quando se aplicar ao caso, será emitida a outorga de uso do recurso hídrico em águas federais. Para áreas em águas marinhas não é necessário outorga de água.

No caso da Marinha do Brasil/Capitania dos Portos, será emitido o parecer sobre a navegabilidade e segurança do tráfego aquaviário e orientações relacionadas aos procedimentos para sinalização náutica do cultivo, conforme NORMAM-11 e NORMAM-17.

No Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis) será realizada uma análise sobre os aspectos ambientais, origem da espécie (nativa ou exótica) de acordo com legislação vigente e verifica a validade do Cadastro Técnico Federal do interessado e do responsável técnico pelo projeto. Para o trâmite em parques aquícolas não é necessário anuência do Ibama. Ressalta-se que o licenciamento ambiental é realizado pelo empreendedor diretamente nos OEMAs (Órgãos Estaduais de meio Ambiente).

E por fim, na SPU (Secretaria de Patrimônios da União), compete a este órgão efetivar a autorização de uso dos espaços físicos em corpos d'água de domínio da União. Após o deferimento pelas instituições anteriores mencionadas, o processo retorna a SEAP, que o envia para a Secretaria do Patrimônio da União do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – SPU/MPOG para conferir se a área requerida está em conflito com outros usos ou solicitações. Confirmada a inexistência de solicitações anteriores, a SPU/MPOG emite a cessão por meio do Termo de Entrega ao SEAP, autorizando a realizar o processo seletivo público da área requerida.

A SEAP realiza então um processo licitatório na modalidade concorrência pública, que pode ser classificada em nos tipos “maior lance ou oferta” (onerosa/paga) ou “seleção não onerosa por tempo determinado” (gratuita).

Os critérios gerais de classificação são definidos conforme edital de publicação, que também estabelece critérios de produção, limites de ocupação e uso, cronogramas de implantação, espécies permitidas, responsabilidades e penalizações. Para processo não oneroso inclui estudos socioeconômicos e avaliação da renda familiar, tempo de residência, participação em organizações sociais, inclusão em programas governamentais, entre outros critérios.

#### 6. Inscrição do imóvel no Cadastro Ambiental Rural –CAR (apenas para atividades continentais)

Em 25 de maio de 2012, foi promulgada a Lei Federal nº 12.651/2012, conhecida como o “Novo Código Florestal”, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

Dos instrumentos de gestão previstos nesta lei, destaca-se o Cadastro Ambiental Rural (CAR), principal ferramenta de regularização ambiental dos imóveis rurais. O Cadastro Ambiental Rural é um registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, que tem a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo uma base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento.

O Cadastro Ambiental Rural é um 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. O Decreto Federal nº 7.830/2012 que dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural – SICAR, estabelece que o cadastro tem natureza auto declaratória e permanente, sendo as informações prestadas de responsabilidade do declarante, devendo o poder público prestar apoio técnico e jurídico aos pequenos produtores rurais (aqueles detentores de imóveis com até 4 módulos fiscais).

Para realizar o cadastro o proprietário deverá acessar o Sistema de Cadastro Ambiental Rural – SICAR, que está disponibilizado no endereço eletrônico [www.car.gov.br](http://www.car.gov.br) (figura 3).



Figura 3: Espelho do site oficial para baixar o módulo de cadastro SiCAR.

Cabe também ressaltar que o CAR, também será ferramenta importante durante o processo de licenciamento caso o empreendimento de aquicultura continental esteja instalado, total ou parcialmente, em Áreas de Preservação Permanente, como por exemplo, Faixa Marginal de Proteção (FMP) de corpo hídrico ou no entorno de nascentes.

## 7. Licença ambiental ou inexibibilidade de licença

O licenciamento ambiental é o procedimento por meio do qual o órgão ambiental autoriza a implantação e o funcionamento de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental. A legislação que se tornou o marco para a regulamentação do setor aquícola é a Resolução CONAMA nº 413, de 26 de junho de 2009, que dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura e dá outras providências. A Lei Complementar 140, de 8 de dezembro de 2011, veio dar autonomia para estados e municípios na competência do licenciamento de atividades aquícolas.

Portanto, é importante se informar junto à Secretaria de Meio Ambiente mais próxima para saber se a unidade federativa está habilitada para licenciamento, considerando o porte e o impacto do empreendimento.

## 8. Licença do Aquicultor

A Licença de Aquicultor é a fase conclusiva de inscrição no Registro Geral da Atividade Pesqueira (RGP), na categoria de aquicultor. É um ato administrativo indispensável para o exercício da aquicultura.

Para obtenção da Licença de Aquicultor, é preciso preencher o formulário de requerimento no Sistema Informatizado do Registro Geral da Atividade Pesqueira (SisRGP), ou junto à Superintendência Regional da mesma unidade da federação onde foi realizado o Registro de Aquicultor.

### **2.3. Principais pontos críticos e sugestões para os produtores aquícolas**

Tendo em vista as questões acima expostas, é de suma importância que o processo de licenciamento, baseado em informações essenciais relacionadas à localização, instalação e operação dos empreendimentos, entre outros aspectos técnicos, deve ser levado em consideração e não visto como uma burocracia desnecessária, mas sim como uma forma de planejamento estratégico.

Entretanto se faz necessária a revisão de aspectos legais a fim de apoiar na simplificação e desburocratização do processo do uso de águas da União e da execução de programas já previstos em lei.

Além dos aspectos referentes ao processo de licenciamento e cessão de uso, é necessária uma visão integrada da cadeia produtiva, quais são os programas já implantados que irão garantir o sucesso da atividade e uma vez regularizada, contar com o apoio de programas governamentais que subsidiem o planejamento e sustentabilidade da atividade.

Outro ponto a ser levantado, seria o procedimento da licitação das áreas aquícolas onerosas. Em determinados estados, como no caso do Rio de Janeiro, pode-se verificar um entrave no desenvolvimento da maricultura, no tocante da insegurança jurídica, onde existem maricultores com licenças ambientais emitidas, contudo o processo licitatório das áreas aquícolas ainda não foi concluído em grande parte. Ou seja, os maricultores que já se encontram instalados, estão incertos, pois na fase da licitação onerosa da área, podem não ser contemplados no processo de concorrência para a cessão dessa área.

Uma recomendação para solução do impasse, seria excluir a necessidade da licitação para a cessão de águas da União para os cultivos de pequeno porte, com até 2 ha por exemplo, e desobrigar do pagamento das taxas ao SPU, ou tornar simbólicos os valores cobrados.

Nesse modelo, o mesmo poderia ser aplicado ao processo de licenciamento, estabelecendo como critérios de dispensa de licenciamento o porte do empreendimento e a sua localização, necessitando assim apenas uma certidão de regularidade, emitida através do site do órgão ambiental responsável, apenas como uma medida de controle através da autodeclaração e enquadramento nos critérios estabelecidos por meio de resoluções.

As despesas com licenciamento ambiental, também podem ser revisadas e enquadradas para uma isenção dos custos de análises e demais requerimentos do processo de licença ambiental para o pequeno produtor. Desde que o mesmo esteja registrado no Programa Nacional da Reforma Agrária e/ou esteja enquadrado como aquicultor familiar e possua a Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP), ou que se enquadre no perfil de desenvolver atividades em pequenos imóveis rurais, conforme estabelecido na Lei 12.651/2012, por exemplo.

#### **2.4. Benefícios e Oportunidades**

Nesse item iremos abordar os benefícios e vantagens que o produtor poderá ter decorrente do processo de regularização. Ele proporciona às atividades aquícolas uma importante ferramenta de controle e planejamento, de forma a compatibilizar a viabilidade econômica com a sustentabilidade ambiental, evitando o conflito no uso dos recursos naturais, além de promover o desenvolvimento regional e estímulo na produção de alimento localmente.

Com a adoção de práticas sustentáveis, embasadas na regulamentação do setor, é possível obter um ordenamento do setor, subsidiando no planejamento de políticas públicas voltadas ao fomento da piscicultura. Destaca-se ainda o potencial dos produtores familiares, no acesso a políticas públicas, proporcionando a estes uma alternativa de renda, contribuindo para a inclusão social.

Como vantagens da regularização serão destacadas as políticas públicas voltadas diretamente para a comercialização da produção: Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). Outro programa importante é o recente Programa de Regularização Ambiental (PRA), que traz o conceito de valoração econômica das propriedades rurais que adotem boas práticas e que tenham ativos ambientais, voltados à conservação e que nas quais as pisciculturas estejam localizadas. Em todos esses programas que abordaremos, o processo de regularização ambiental é obrigatório.

O Programa Nacional de Alimentação Escolar é um programa do governo federal que tem por objetivo oferecer alimentação saudável aos milhões de estudantes das escolas públicas de todo Brasil. Tem como principal objetivo a melhoria das condições de aprendizagem, ensinar práticas alimentares saudáveis aos alunos por meio de ações de educação alimentar e de alimentos que supram as necessidades nutricionais.

O Programa de Aquisição de Alimentos-PAA, que também tem como público-alvo pequenos aquicultores, tem por objetivo a aquisição de produtos da agricultura familiar, com a finalidade de atender a demanda de alimentos de populações em condição de insegurança alimentar.

Os órgãos de assistência técnica que atuam nas unidades federativas podem emitir um documento, a declaração de aptidão ao PRONAF, conhecida como DAP. Com esse documento os aquicultores enquadrados poderão ter acesso a esses dois programas acima citadas, que possuem subsídios e garantia de compra da produção. Com isso destacamos a importância dos órgãos de extensão como EMATER, EPAGRI, FIPERJ, entre outros, que já vem atuando na garantia dos aquicultores para o acesso em programas e políticas públicas.

Um dos instrumentos previstos na Lei 12.651/2012, que podemos destacar é o Programa de Regularização Ambiental (PRA), também com normas gerais dispostas no Decreto no 7.830/2012, ela contempla um conjunto de ações a serem desenvolvidas pelos proprietários e posseiros rurais com o objetivo de promover a regularização ambiental de suas propriedades ou posses.

A adesão ao PRA será voluntária, no ato de inscrição do CAR e, posteriormente, se dará por meio da assinatura de um Termo de Compromisso (TC) a ser firmado pelos proprietários ou possuidores rurais que possuem passivos ambientais em seus imóveis na hora de validação do cadastro. De acordo com a legislação aqueles que optarem em se aderir ao PRA e assinar o TC terão suspensas as sanções decorrentes das infrações cometidas antes de 22/07/2008.

Nesse contexto de conservação e recuperação, o produtor poderá ter acesso aos programas de Pagamentos de Serviços Ambientais (PSA), como por exemplo, os PSA voltados à gestão de recursos hídricos. Sendo neste último uma grande oportunidade para o setor aquícola, ser um dos públicos-alvo em receber recursos econômicos provenientes do fundo de recursos hídricos.

Com isso, as vantagens de se regularizar podem ser vistas como importantes para o setor produtivo, não meramente por um cumprimento legal, mas sim para reduzir a insegurança para investir na atividade; de não responder e sofrer a sanções ambientais pertinentes a regularização ambiental, além de não ter impeditivos de acesso ao crédito para investimentos e na comercialização.

### **3. CONCLUSÃO**

Diante do exposto, destacamos que para que a atividade aquícola se torne consolidada e estruturada, é preciso ter a percepção da importância da regularização ambiental da atividade, pois esta garante o estabelecimento de um planejamento estratégico da produção.

Ainda existem entraves técnicos e legais relacionados à regularização, mas para que isso não aconteça o setor deverá se apropriar cada vez do tema, assim como aumentar sua participação na elaboração de políticas públicas integradas, cobrando as medidas cabíveis das instituições responsáveis.

### **4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

BARROSO, R. M.; TENÓRIO, R. A.; TAVARES, F.; CHICRALA, P. S. M.; WIEFELS, R. C. Discussão sobre a regularização da piscicultura brasileira: da produção à comercialização. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura. 2016. 61p.

MEDEIROS, F. Segurança jurídica e competitividade. Anuário número 25. SEAFOOD BRASIL, p.16. 2018.

PEIXEBR. Associação Brasileira da Piscicultura. 2018. Disponível em: <[www.peixebr.com.br](http://www.peixebr.com.br)>. Acesso em: 19/09/2018.

TORATI, L.S.; PRYSTHON, A.; RODRIGUES, A.P.O.; LIMA, A.F.; MACIEL, P.O.; PEDROZA FILHO, M.X.; UMMUS, M.E. Uso da água e caracterização ambiental de pisciculturas familiares do noroeste do Tocantins, Brasil. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v.5, n.2, 2014.

## **CARACTERÍSTICAS DA COLORAÇÃO VERMELHA EM ORGANISMOS AQUÁTICOS E SUA APLICAÇÃO NA AQUACULTURA**

Daniel Pereira da Costa\*, Tainára Cunha Gemaque; Aldo Pereira Salvador; Kalita Michelle Alves; Kleber Campos Miranda Filho.

### **RESUMO**

A cor do pescado é um fator de escolha pelo consumidor no momento da compra. A astaxantina é o principal pigmento presente em organismos aquáticos a qual desempenha também o papel de antioxidante natural. Como os referidos animais não têm capacidade de sintetizá-lo precisam ingeri-lo no alimento ou algum de seus precursores para efetuar a conversão em pigmento. O objetivo desse trabalho foi reunir informações sobre as características da coloração vermelha nos organismos aquáticos e sua influência na aquicultura. Ingredientes dietéticos como vegetais e microrganismos podem ser potenciais fontes de pigmentos para as espécies aquícolas. Algumas espécies de potencial para aquicultura podem ser melhor estudadas quanto a capacidade de utilização de pigmentos carotenoides como o camarão branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei*, o camarão da Amazônia *Macrobrachium amazonicum*, a ampulária *Pomacea diffusa* e o pacamã *Lophiosilurus alexandri*.

**Palavras-chave:** Astaxantina, Coloração, Aditivos, Suplementos.

### **ABSTRACT**

Fish color is a factor for consumer choice at the time of purchase. Astaxanthin is the main pigment present in aquatic organisms which also plays the role of natural antioxidant. As these have no ability to synthesize it must ingest it in food or some of its precursors to affect the conversion in this. The objective of this work was to gather information on the characteristics of red coloration in aquatic organisms and their influence on aquaculture. Dietary ingredients such as vegetables and microorganisms may be potential sources of pigments for aquaculture species. Some species of potential for aquaculture can be better studied in terms of the capacity to

---

\* Doutorando do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais, membro do Laboratório de Aquicultura (LAQUA/UFMG). Email: [costrazootecnia@gmail.com](mailto:costrazootecnia@gmail.com). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5854068277494364> ORCID: 0000-0002-8261-9899

use carotenoid pigments such as the white shrimp of the Pacific *Litopenaeus vannamei*, the Amazon shrimp *Macrobrachium amazonicum*, the gastropod *Pomacea diffusa*, and the pacamã *Lophiosilurus alexandri*.

**Keywords:** Astaxanthin, Coloring, Additives, Supplements.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre as cores do pescado a mais explorada na aquicultura é a vermelha. A coloração vermelha de peixes, crustáceos e moluscos é um fator determinante na escolha do pescado pelo consumidor. Para as variedades pigmentadas de organismos aquáticos a cor da pele é um atrativo no mercado, que estimula seu consumo principalmente pela presença de astaxantina, 3,3'-dihidroxi- $\beta$ -caroteno-4,4-diona, um carotenoide não sintetizável por esses animais, que deve ser incluído nas suas dietas em sistemas de cultivo (KAMATA et al., 1990).

Na pele dos peixes e outros organismos aquáticos, os cromatóforos são os responsáveis pelo armazenamento dos carotenoides e pela expressão da cor, dando as características que podem ser verificadas visualmente pelo consumidor para uma boa apresentação de pratos, principalmente com peixes frescos. Já a coloração muscular de peixes, crustáceos e moluscos se dá pelo acúmulo de carotenoides em depósitos de gordura intramuscular ou abaixo do exoesqueleto no caso dos crustáceos. É comum verificar predileção de consumo por filés bem pigmentados em salmonídeos pelos consumidores, bem como de crustáceos com a carapaça bem colorida e de moluscos que apresentem também cor chamativa. No caso de espécies ornamentais a coloração se faz ainda mais determinante para a atração estética pelo espécime.

Algumas espécies nativas como a pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*), a piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e o surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*) possuem a capacidade de pigmentação muscular, sendo que a última espécie tem uma pigmentação característica comprovadamente estimulada pela inclusão de milho na dieta (BICUDO et al., 2012).

No caso dos camarões, a coloração vermelha do produto cozido parece dar ao consumidor a impressão de um produto mais atrativo e é comum na maioria das espécies consumidas. O camarão marinho do Pacífico *L. vannamei* e outros camarões peneídeos têm a capacidade de depositar carotenoides da dieta e sua

intensidade de cor pode ser manipulada, assim como a dos salmonídeos para obter o produto com a tonalidade desejada de acordo com o mercado (DANIEL et al, 2017).

Nos moluscos a cor está presente tanto no corpo quanto na concha e pode ser um atrativo para o consumidor, tanto para alimentação quanto para quem deseja adquirir animais ornamentais. A presença de pigmentos nos ovos de moluscos é uma estratégia comum e visa aumentar a proteção processos oxidativos, TSUSHIMA et al, 1997).

A possibilidade de poder elaborar e oferecer produtos diferenciados e variados pela manipulação da coloração do pescado é uma estratégia de mercado que já é explorada na salmonicultura e na carcinicultura, bem como na produção de alimentos para peixes ornamentais e tem um grande potencial para ser explorado em outros ramos da aquicultura. Além do apelo da cor, a quantidade de astaxantina presente nestes produtos está relacionada com a manutenção da saúde do consumidor, uma vez que essa substância tem elevado poder antioxidante e outras propriedades que a fazem ser um importante suplemento alimentar (YANG et al, 2011).

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi realizado na forma de revisão bibliográfica com levantamento de informações na literatura científica pertinente. Engloba uma introdução do assunto com a importância e utilização dos pigmentos pelos organismos aquáticos e posteriormente apresenta as principais características da coloração avermelhada, a qual tem destacada importância para os organismos aquáticos de cultivo.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A pigmentação dos peixes em geral é influenciada pelas fontes de carotenoides (sua estrutura química e concentração dietética), bem como pela espécie em questão, condições ambientais e os lipídios da dieta (INGLE DE LA MORA et al., 2006; YANAR et al, 2007; HYNES et al., 2009; LEE et al, 2010). O valor de mercado desses animais pode ser fortemente influenciado por essa característica relacionada à cor (HARPAZ e PADOWICZ, 2007).

Os carotenoides desempenham diversas funções no organismo de peixes, crustáceos e moluscos como: estimular o sistema imunológico, aumentar a

resistência ao estresse, promover o desenvolvimento embrionário, crescimento e maturação das gônadas (PETIT et al., 1991; OLSON, 1993; MENASSUETA et al., 1994; MANTIRI et al., 1995; NIU e COL, 2009) e aumentar significativamente o desempenho e precocidade reprodutiva (SCABINI et al., 2011; VILCHEZ et al., 2011).

A astaxantina possui a maior atividade antioxidante entre os carotenoides naturais, possuindo um potencial de quelação de radicais livres, superior ao da vitamina E (MIKI, 1991). Adicionalmente, inibe a peroxidação lipídica mitocondrial e contribui para a estabilidade da membrana celular (GOTO et al., 2001). YANG et al. (2013) classificaram as funções da astaxantina no organismo humano como anti-inflamatória, hepato-protetiva, antidiabética e preventiva de doenças cardiovasculares.

A deficiência de astaxantina na dieta de camarões cultivados pode comprometer o seu desempenho produtivo e proporcionar o aparecimento de doenças (HOWELL e MATTHEUS, 1991; KURMALY, 1993; ARANGO, 1999). No cultivo comercial de larvas, zoeas e *misis* de *L. vannamei*, as exigências de carotenoides são supridas com o consumo de microalgas e náuplios de artêmia, além de alimentos comerciais micronizados ricos em pigmentos. Uma vez suspenso o fornecimento de alimento vivo, a ração é a única fonte de pigmentos para as pós-larvas e juvenis de camarão durante o processo de engorda (AGUIRRE-HINOJOSA et al., 2012).

A cor vermelha evidenciada nos camarões de corte só aparece com a desnaturação das carotenoproteínas, pois a astaxantina é liberada da molécula proteica e fica visível neste espectro (HOWELL e MATTHEWS, 1991).

Na musculatura dos moluscos pode-se identificar a presença de cromatóforos repletos de cor avermelhada ou alaranjada, proveniente de pigmentos carotenoides os quais são adquiridos pela dieta do animal (TSUSHIMA et al., 1997). Como o valor e a importância dos organismos ornamentais está geralmente ligada dentre outros fatores à sua cor, um acréscimo na pigmentação pode ser interessante do ponto de vista comercial dando melhor aspecto e aproveitando todo o potencial de expressão da cor naturalmente inerente nos moluscos como já é sabido para outras espécies (DANIEL et al., 2017).

A capacidade da transformação de pigmentos precursores em astaxantina, processo comumente observado em camarões e em alguns peixes, varia de acordo

com a espécie de organismo aquático, podendo ser inexistente, ou possível, a partir de carotenos ou de algumas xantofilas, (LATSCHA, 1991; SCHIEDT et al., 1993; GOUVEIA et al., 2003; GÜROY et al., 2012) por meio da sua rota metabólica.

Algumas fontes de astaxantina são utilizadas na alimentação de organismos aquáticos com eficiência, temos como exemplo a alga unicelular *Haematococcus pluvialis* (CHIEN e SHIAU, 1998), a levedura *Phaffia rhodozyma* (ANDREWS e STARR, 1976; JOHNSON et al., 1980), e os resíduos do processamento industrial de crustáceos (CHEN e MEYERS, 1982).

Outra opção é o uso de astaxantina sintética proveniente de indústrias químicas, com um custo elevado, chegando a US\$ 2.500,00 a 3.000,00/kg (YANG et al., 2011), o que acaba comprometendo sua utilização em rações comerciais para o pescado de corte, pela elevação do custo de produção das dietas.

Formas alternativas para aumentar a quantidade de astaxantina no pescado têm sido estudadas atualmente. Uma delas é a adição de carotenoides precursores de astaxantina, com os quais os peixes e crustáceos consigam fazer suas transformações e suprir as suas necessidades. Para isso, tem-se utilizado principalmente vegetais superiores como: páprica *Capsicum* sp. (ARREDONDO-FIGUEIROA et al., 2004; GÖÇER et al., 2006), flor de cravo amarelo (*Tagetes erecta*) (VERNON-CARTER et al., 1996; ARREDONDO-FIGUEIROA et al., 1999; LUCIEN-BRUN e VIDAL, 2006; AGUIRRE-HINOJOSA et al., 2012), raiz de cenoura (*Daucus carota*) (BARON et al., 2007; KOP et al., 2010), dentre outras.

Contudo, a eficiência desses alimentos comparada com a utilização de fontes diretas de astaxantina é inferior, pois a capacidade de conversão de carotenoides dos camarões peneídeos é limitada (NIU e COL, 2011). Por isso esforços são direcionados para buscar novas tecnologias de produção deste carotenoide a baixo custo e em larga escala para atender essa demanda.

O gênero *Adonis* possui uma anomalia que o faz ter em suas espécies dois genes que participam dos processos bioquímicos de cetolação por reações diferentes das de outras plantas, produzindo astaxantina a partir do betacaroteno (CUNNINGHAM e GANTT, 2005; 2011) O adonis vermelho possui teores acima de 80% de astaxantina no seu perfil de carotenóides totais nas formas livres, quais sejam, monoéster e diéster (KAMATA et al., 1990; MAOKA et al., 2011).

Kamata et al. (1990) foram os primeiros a testar a eficiência dessa planta como fonte de astaxantina para a aquicultura. Trabalhando com a truta arco-íris

(*Oncorhynchus mykiss*) como espécie de referência, os referidos autores estudaram a inclusão das pétalas frescas de *Adonis aestivalis* em ração, bem como o seu extrato (isolado por solventes orgânicos) de carotenoides, obtendo aumento no incremento de pigmento nos músculos dos peixes com ambos os aditivos em relação ao controle. Contudo, foi evidenciada uma expressiva mortalidade (30%) dos peixes alimentados com pétalas devido à presença de glicosídeos tóxicos. Portanto, para a utilização prática dessas plantas faz-se necessário a determinação de métodos eficientes e viáveis de processamento das pétalas de *Adonis* para eliminar sua toxicidade, tal qual, a extração por solventes orgânicos como o hexano, acetona e álcool.

As análises da coloração dos organismos aquáticos podem ser feitas por diferentes métodos sendo os mais comuns os de colorimetria ou de espectrofotometria. De acordo com Skrede (1987), a análise colorimétrica da pele, da superfície muscular dos peixes e da superfície corporal dos camarões, geralmente é realizada por espectroscopia reflexiva utilizando colorímetro digital ou aparelho similar de acordo com o sistema CIE L\*a\*b\* para as intensidades de iluminação, cor vermelha e cor amarela, respectivamente. Normalmente são amostrados vários pontos no animal estudado, sendo a média dos valores nos diversos pontos considerados para análise estatística. No método de espectrofotometria, as análises quantitativas de astaxantina são feitas nos moldes da metodologia proposta por Aguirre-Hinojosa et al. (2012), procedendo a extração do carotenoide por solventes e fazendo a leitura quantitativa em espectrofotômetro.

Outros métodos mais dispendiosos e menos comuns também podem ser utilizados nas análises, como o de cromatografia líquida de alta performance (HPLC) em coluna, como descrito por Dissing et al. (2011).

Vegetais utilizados como alimento na Região Amazônica, tais como, o buriti (*Mauritia flexuosa*) e o urucum (*Bixa orellana*) são ricos em pigmentos (Saini et. al., 2015). Estes têm a possibilidade de promover efeitos positivos como precursores de astaxantina.

O urucum, como é conhecido o corante da semente do urucuzeiro (*Bixa spp.*) é largamente utilizado na indústria alimentícia em todo o mundo para coloração de queijos, carnes, temperos e outros usos. Suas principais substâncias pigmentantes são a bixina (vermelha) responsável por cerca de 80% dos carotenoides e a norbixina (amarela), ambas lipossolúveis na forma natural, sendo a última hidrossolúvel

na forma salina industrializada. A planta, originária da América do Sul e utilizada inicialmente pelos povos nativos, atualmente é o corante alimentício mais utilizado no Brasil (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009).

Devido ao seu poder de pigmentação e fácil obtenção por cultivo comercial em larga escala, essa espécie já foi testada para alimentação animal em aves para produção de ovos e pele pigmentados (SILVA et al., 2006). Na aquicultura, o urucum já foi testado em algumas espécies obtendo resultados positivos na pigmentação de pele em kingiuo *Carassius auratus* (FRIES et al., 2014) e de filé em truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss* (SAFARI e ATASH, 2015).

A possibilidade do uso do urucum como fonte de pigmentos para a aquicultura pode ser uma solução para minimizar custos com pigmentos artificiais importados, proporcionando a substituição dessas substâncias por um produto natural e com potencial para produção orgânica.

O buriti é um fruto de polpa amarelada que apresenta potencial para comercialização como alimento e possui em sua composição destacada concentração de  $\alpha$  e  $\beta$  caroteno e de vitamina C. Vem sendo utilizado como alimento funcional para estimular a imunidade e como fonte de retinóides (SANDRI et al., 2017). Estudos têm sido realizados para se testar o potencial do uso desse ingrediente na alimentação de peixes (PALACIOS et al., 2006). Contudo, ainda não foi determinada a sua contribuição efetiva para o fornecimento de pigmento e conversão deste em astaxantina por organismos aquáticos.

O camarão branco do Pacífico, conhecido também como *Litopenaeus vannamei*, é cultivado desde a década de 90 no Brasil (MPA, 2010), e é a espécie de crustáceo mais cultivada para fins de consumo alimentar no país. O início da produção de *L. vannamei* ocorreu nos estados da região Nordeste do Brasil e destinava-se em sua maioria ao mercado externo, mas atualmente tem encontrado no mercado nacional um maior consumo e aceitação. A forma mais comum de venda desse crustáceo, no interior do país, é cozida e congelada, quando deve ter um aspecto avermelhado uniforme.

A espécie é endêmica da costa americana do Oceano Pacífico entre o México e o Peru e foi introduzida no Brasil na década de 80, por se tratar da principal espécie de crustáceo interesse zootécnico do Hemisfério Ocidental. Entre as características produtivas mais interessantes estão: rusticidade, rápido crescimento, boa proporção de musculatura em relação ao corpo, aceitação de alimentos

variados, boa conversão alimentar, tolerância a variáveis condições ambientais e baixa agressividade (ABCC, 2014).

O camarão do Pacífico está presente na maioria dos estabelecimentos que comercializam pescado na Região Sudeste do Brasil. Estudos indicam que sua coloração mais acentuada tendendo a cor laranja é preferencial ao consumidor final, o que facilita sua aceitação no mercado podendo proporcionar maior precificação de mercado (PARISENTI et al., 2011).

Os camarões de água doce do gênero *Macrobrachium* demonstram melhor desempenho reprodutivo em reposta ao uso de alimentos ricos em carotenoides na sua dieta (TIZKAR et al., 2014). De acordo com Paibulkichakul et al. (2008), a astaxantina é o principal pigmento acumulado pelos camarões e possui papel fundamental no desempenho reprodutivo de *Penaeus monodon*.

O camarão da Amazônia *Macrobrachium amazonicum* é uma das espécies mais produzidas na Região Norte do Brasil, tanto pela pesca artesanal para consumo direto, quanto pelo cultivo relacionado a recria e engorda de juvenis provenientes da pesca em gaiolas (MARQUES et al., 2012). Sua ocorrência natural é na região de clima de monções da Amazônia e já foi introduzido para cultivo comercial em diversos pontos da América do Sul (SILVA et al., 2017). Esta espécie quando cozida também apresenta coloração avermelhada devido a acumulação dos pigmentos no seu organismo.

As ampulárias, moluscos gastrópodes do gênero *Pomacea*, são amplamente difundidas para o uso como espécies ornamentais (NG et al., 2016). Existem populações desse gênero (com crescimento expressivo) tidas como espécies invasoras, introduzidas em alguns países asiáticos, europeus e do continente americano (MORRISON e HAY, 2011; ACCORSI et al., 2014; HORGAN et al., 2014; KARRAKER e DUDGEON, 2014).

As ampulárias mais comuns no aquarismo são das linhagens coloridas da espécie *Pomacea diffusa*, a qual tem destacado apelo estético como organismo ornamental e, pelo seu hábito alimentar de consumir perifíton e bentos, tem utilidade como organismo limpador de aquários. Sua origem é amazônica e tem ampla distribuição no mundo (ISHIKAWA, 2018). Os padrões de cor da concha e da musculatura desses moluscos chamam a atenção e determinam a escolha do espécime a ser adquirido pelos compradores e cultivadores dessa espécie no aquarismo.

O pacamã *Lophiosilurus alexandri*, peixe comumente encontrado ao longo da bacia do Rio São Francisco, é um siluriforme carnívoro que vem sendo estudado como espécie potencial para ser introduzida na piscicultura comercial (CARDOSO et al., 1996). A produção de filé com sabor agradável e sem espinhos intramusculares e ainda seu alto valor de mercado são características que despertam a atenção para esta espécie (LUZ et al., 2007).

TENÓRIO (2003) corrobora que o pacamã apresenta diversas características que o torna apto ao cultivo. Seriam elas, a fácil reprodução, a adaptação a criação em altas densidades em tanques-rede, a aceitação de diversos itens alimentares na larvicultura e a aceitação de ração comercial na fase juvenil.

Uma característica comum dos filés dos siluriformes como o pacamã é a pigmentação natural amarelada (BICUDO et al., 2012), a qual pode dar um aspecto positivo ao produto final, dependendo da sua utilização, servindo como característica para diferir o produto de outros similares. Esses peixes possuem a capacidade de armazenar diversos carotenoides que dão aspecto natural à pele e ao músculo (TSUSHIMA et al., 2002). Contudo, existe a necessidade de se pesquisar uma forma de utilização de aditivos nas rações desses peixes visando uma pigmentação atrativa que estimule o consumidor a dar preferência a estas espécies.

A astaxantina sintética é o pigmento mais comumente utilizado na aquicultura e possui uma eficiência de utilização acima de outras fontes naturais de carotenoides precursores para diversas espécies aquícolas. Em *L. alexandri* e demais siluriformes sul-americanos ainda não havia sido determinada a eficiência do uso de astaxantina sintética para promover o aumento da pigmentação da musculatura e pele. E se o uso dessa substância pode causar algum tipo de efeito benéfico no organismo desse peixe.

#### **4. CONCLUSÃO**

A coloração de peixes, crustáceos e moluscos tem papel fundamental para a qualidade visual do pescado, sendo a cor vermelha a de principal importância para a aquicultura. A sua intensificação é feita promovendo o aumento na quantidade de astaxantina presente no pescado através da alimentação. Esse carotenoide tem outras funções no metabolismo do animal que beneficiam seu desenvolvimento e pode enriquecê-lo como alimento para uso humano.

## 5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ACCORSI, A.; OTTAVIANI, E.; MALAGOLI, D. Effects of repeated hemolymph withdrawals on the hemocyte populations and hematopoiesis in *Pomacea canaliculata*. **Fish Shellfish Immunology**, v. 38, p. 56-64, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE CAMARÃO. Estatísticas da criação de camarões no Brasil, 2014. Disponível em: <http://abccam.com.br/site/category/s1-abcc/c4-publicacoes/>.

AGUIRRE-HINOJOSA, E.; PIÑA-VALDEZ, P.; GARZA-AGUIRRE, M.C.; GUZMÁN-RAMIREZ, L. D.; MONTOYA-OLVERA, R.; TOMES-QUIROGA, J. O.; NIEVES-SOTO, M. Efecto de las xantofilas de la flor de cempaschúhil *Tagetes erecta* L. em la acumulación de astaxantina y la sobrevivência de postlavas del camarón blanco *Litopenaus vannamei* (Boone, 1931). **Revista Mexicana de Ingeniería Química**, v. 11, p. 249-257, 2012.

ANDREWS, A. G.; STARR, M. P.; (3R3'R) – Astaxanthin from yeast *Phaffia Rodozyma*. **Phytochemistry**, v. 15, p.1009-1011, 1976.

ARANGO, J.; Resumen de la evaluacion de la utilizacion de astaxantian en la nutricion de camarones. In: Avances em nutrición acuícola III. Memórias del tercer simpósio internacional de nutricion y tecnologia de alimentos. Monterrey, p. 423-432, 1999.

ARREDONDO-FIGUEIROA, J. L.; PEDROSA-ISLAS, R.; PONCE-PALAFOX, J. T.; VERNON-CARTER, E. J. Pigmentation of pacific White shrimp (*Litopenaus vannamei*, Boone 1931) with esterified and saponified carotenoids from red chile (*Capsicum annum*) in comparsion to astaxanthin. **Revista Mexicana de Ingeniería Química**, v. 2, p. 101-108, 2004.

ARREDONDO-FIGUEIROA, J. L.; VERNON-CARTER, E. J.; PONCE-PALAFOX, J. T. Dose response to unesterified Aztec marigold (*Tagets erecta*) pigments of Pacific White shrimp (*Litopenaus vannamei*) fed various dietary concentrations of carotenoids. **Crustacean Issues**, v. 12, p. 481-487, 1999.

BARON, M.; DAVIES, S.; ALEXANDER, D. SNELGROVE, D.; SLOMAN, K. A. The effect of dietary pigments on the coloration and behavior of flame red dwarf gourami, *Colisa lalia*. **Animal Behaviour**, v. 75, p. 1041-1051, 2008.

BICUDO, A. J. A; BORGHESI, R; DAIRIKI, J. K. SADO, R. Y.; CYRINO, J. E. P. Performance of juvenile of *Pseudoplatystoma fasciatum* fed graded levels of corn gluten meal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 6, p. 838-845, 2002.

CARDOSO, E. L.; CHIARINI-GARCIA, H.; FERREIRA, R. M. A.; POLI, C. R. Morphological changes in the gills of *Lophiosilurus alexandri* exposed to un-ionized ammonia. **Journal of Fish Biology**, v. 49, p. 778-787, 1996.

CHEN, H-M.; MEYERS, S. P. Extraction of astaxanthin pigment from crawfish waste using a soy oil process. **Journal of Food Science**, v. 47, n. 3, p. 892-896, 1982.

CHIEN, Y. H.; SHIAU, W. C. The effects of *Haematococcus pluvialis*, *Spirulina pacific* and syntetic astaxanthin on the pigmentation, survival growth and oxygen consumption of Kuruma prawn, *Penaeus japonicus* Bate in: Book of abstracts of World Aquaculture 98. World Aquaculture society, Baton Rouge, p. 156, 1998.

CUNNINGHAM, F. X. JR.; GANTT, E. A study in scarlet: enzymes of ketocarotenoid biosynthesis in the flowers of *Adonis aestivalis*. **Plant Journal**, v. 41, p. 478-492, 2005.

CUNNINGHAM, F. X. JR.; GANTT, E. Elucidation of the pathway to astaxanthin in the flowers of *Adonis aestivalis*. **The Plant Cell**, v. 23, p. 3055-3069, 2011.

DANIEL, N.; SIVARAMAKRISHNAN, T.; SUBRAMANIYAN, S.; FAIZHULLAH, M. M; HINO, F. Application of carotenoids on coloration of aquatic animals. **International Journal of Fisheries and Aquatic Research**, v. 2, p. 1-7, 2017

DISSING, B. S.; NIELSEN, M. E.; ERSBØLL, B. K.; FROSCH, S. Multispectral imaging for determination of astaxanthin concentration in salmonids. **Plos One**, v. 6, n. 5, p. 1-8, 2011.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê corantes. Food Ingredients Brasil 2009, n.9, p. 40-59, 2009.

FRIES, G. M.; BITARELLO, A. C.; ZAMINHAN, M.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Urucum em dietas para alevinos de kinguios *Carassius auratus*: Desempenho produtivo e pigmentação da pele. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 3401-3414. 2014.

GÖCER, M.; YANAR, M.; KUMULU, M.; YANAR, Y. The effects of red pepper, marigold flower and synthetic astaxanthin on pigmentation, growth and proximate composition of *Penaeus semisulcatus*. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 30, p. 359-365, 2006.

GOTO, S.; KOGURE, K.; ABE, K. KIMATA, Y.; KITAHAMA, K.; YAMASHITA, E.; TERADA, H. Efficient radical trapping at the surface and inside the phospholipid membrane is responsible for highly potent antiperoxidative activity of the carotenoid astaxanthin. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1512, p. 251-258, 2001.

GOUVEIA, L.; PEREIRA, O.; EMPIS, J. Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass. **Aquaculture Nutrition**, v.9, p. 123-129, 2003.

GÜROY, B.; SAHIN, I.; MANTOELV, S.; KAYALI, S. *Spirulina* as a natural carotenoid source on growth, pigmentation and reproductive performance of yellow tail cichlid *Pseudotropheus algi*. **Aquaculture International**, v. 20, p. 869-878, 2012.

HARPAZ, S.; PADOWICZ, D. Color enhancer in the ornamental dwarf cichlid *Microgeophagus ramirezi* by addition of plant carotenoids to the fish diet. **Israel Journal of Aquaculture**, v. 59, p. 195-200, 2007.

HORGAN, F. G.; FELIX, M. I.; PORTALANZA, D. E.; SÁNCHEZ, L.; MOYA RIOS, W. M.; FARAH, S. E.; WITHER, J. A.; ANDRADE, C. I.; ESPIN, E. B. Responses by farmers to the apple snail invasion of Ecuador's rice fields and attitudes toward predatory snail kites. **Crop Protect**, v. 62, p. 135-143, 2014.

HOWELL, B. K.; MATTHEWS, A. D. The carotenoids of wild and blue disease affected farmed tiger prawn (*Penaeus monodon* Fabricius). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 98B, p. 375-379, 1991.

HYNES, N.; EGELAND, E. S.; KOPPE, W.; BAARDSEN, G.; KIRON, V. Calanus oil as a natural source for flesh pigmentation in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). **Aquaculture Nutrition**, v. 15, p. 202-206, 2009.

INGLE DE LA MORA, G.; ARREDONDO-FIGUEROA, J. L.; PONCE-PALAFIX, J. T.; BARRIGA-SOCA, I. A.; VERNON-CARTER, J. E. Comparison of red chilli (*Capsicum annuum*) oleoresin and astaxanthin on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet pigmentation. **Aquaculture**, v. 258, p. 487-495, 2006.

ISHIKAWA, W. Variedades de cor em "*Pomacea diffusa*". Disponível em: [http://www.planetainvertebrados.com.br/index.asp?pagina=artigos\\_ver&id=87](http://www.planetainvertebrados.com.br/index.asp?pagina=artigos_ver&id=87) acesso: 16/06/2018.

JOHNSON, E. A.; VILLA, T. E.; LEWIS, M. J. *Phaffia Rodozyma* as an astaxanthin source in animal diets. **Aquaculture**, v. 20, p. 123-134, 1980.

KAMATA, T.; NEAMTU, G.; TANAKA, Y. SAMESHIMA, M.; SIMPSON, K. L. Utilization of *Adonis aestivalis* as a dietary pigment source for rainbow trout *Salmo gairdneri*. **Nippon Suissan Gakkaishi**, p. 783-788, 1990.

KARRAKER, N. E.; DUDGEON, D. Invasive apple snails (*Pomacea canaliculata*) are predators of amphibians in South China. **Biological Invasions**, v. 16, n. 9, p. 1785-1789, 2014.

KOP, A.; DURMAZ, Y.; HEKIMOGLU, M. Effect of natural pigment sources on colouration of ciclid (*Cichlasoma severum* sp. Hekel, 1840). **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 9, p. 566-569, 2010.

KURMALY, K. Increase in harvest yield and net benefit using carophyll pink (astaxanthin) shrimp feed. **Aquaculture News**, v. 2, n. 1, 1993.

LATSHA, T. Crustacean Pigments. **Crustacean Nutrition Newsletter**, v. 7 p. 53-60, 1991.

LEE, C-R.; PHAM, M. A.; LEE, S-M. Effects of dietary paprika and lipid levels on growth and skin pigmentation of pale chub (*Zacco platypus*). **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v. 23, p. 724-732, 2010.

LUCIEN-BRUN, H. Y.; VIDAL, F. Alfalfa concentrate: natural shrimp color enhancer. **Global Aquaculture Advocate**, april-may 2006, p. 35-37, 2006.

LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E.; BAZZOLI, N. Condicionamento alimentar de juvenis de *Lophosilurus alexandri*. 1º Congresso Brasileiro de Produção de Peixes Nativos de Água Doce. **Anais...** 2007.

MANTIRI, D. M.; NEGRE-SADARGUES, G.; CASTILLO, R.; TRILLES, J. P. Evolution of carotenoid metabolic compatibilities during the early development of the european lobster *Homarus gammarus* (Linné, 1758). **Compendium of Biochemical and Physiology**, v. 111B, p. 553-558, 1995.

MAOKA, T.; ETOH, T.; KISHIMOTO, S.; SAKATA, S. Carotenoids and their fatty acid esters in the petals of *Adonis aestivalis*. **Journal of Oleo Science**, v. 60, p. 47-52, 2011.

MARQUES, H. L. A.; BARROS, H. P.; MALLASEM, M.; BOOCK, M. V.; VALENTI, P. M. C. M. Influence of stoking densities in the nurse phase on the growth of *Macrobrachium amazonicum* reared in net pens. **Aquaculture**, v. 358-359, p. 240-245, 2012.

MENASVETA, P.; CHOOSUWAP, J.; PIYATIRATITIVORAKUL, S.; FAST, A. and LATSCHA, T. Effect of dietary astaxanthin on gonadal maturation and spawning of giant tiger prawn (*Penaeus monodon fabricius*). In: CHOU, LM., MUNRO, A. D.; LAM, T. J.; CHEN, T. W.; CHEONG, L. K.; HOOI, K. W.; PHANG, V. P. E.; TAN, CH. (Eds). *The Third Asian Fisheries Forum*. Manila, Philippines: Asian Fisheries Society, p. 713-716, 1994.

MIKI, W. Biological functions and activities of animal carotenoids. **Pure and Applied Chemistry**, v. 63, p. 141-146, 1991.

MORRISON, W.E.; HAY, M.E. Feeding and growth of native, invasive and non-invasive alien apple snails (Ampullariidae) in the United States: Invasives eat more and grow more. *Biological Invasions*, v. 13, n 945, p. 945-955 2011.

MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2008-2009, 2010.101p.

NG, T. H.; TAN, S. K.; WONG, W. H.; MEIER, R.; CHAN, S-Y.; TAN, H. H.; YEO, D. C. J. Molluscs for Sale: Assessment of freshwater gastropods and bivalves in the ornamental pet trade. *PLoS ONE*, v. 11, n. 8, p. 1-23, 2016.

NIU, J.; TIAN, L.; LIN, H. Y.; LIU, Y. Carotenoids in aquaculture, an overview. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 2, p. 44-58, 2011.

NIU, J.; TIAN, L.; LIU, Y.; YANG, H.; YE, C.; GAO, W.; MAI, K. Effect of dietary astaxanthin on growth, survival and stress tolerance of postlarval shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 40, p. 795-802, 2009.

OLSON, J. A. Vitamin A and carotenoids as antioxidants in a physiological Context. **Journal of Nutrition Science in Vitamins**, v. 39, p. 57-65, 1993.

PAIBULKICHAKUL, C.; PIYATIRATITIVORAKUL, S.; SORGELOOS, P.; MENASVETA, P. Improved maturation of pond reared black tiger shrimp (*Penaeus*

*monodon*) using fish oil and astaxanthin feed supplements. **Aquaculture**, v. 282, p. 83-89, 2008.

PALÁCIOS, M. E.; DABROWSKI, K.; ABIADO, M. A. G.; LEE, K-J, KOHLER, C. Effects of diets formulated with native peruvian plants on growth and feeding efficiency of red pacu (*Piaractus brachypomus*) juvenile. **Journal of World Aquaculture Society**, v. 37, n. 3, p. 246-255, 2006.

PARISENTI, J.; BEIRÃO, L. H.; TRAMONTE, V. L. C. G.; OURIQUE, F.; BRITO, C. C. S.; MOREIRA, C. C. Preference ranking of color in raw and cooked shrimps. **International Journal of Food Science**, v. 46, p. 2558-2561, 2011.

PETIT, H.; SANCES, S.; NEGRE-SADARGUES, G; CASTILLO, R.; TRILLES, J. P. Ontogeny of carotenoids metabolism in the prawn *Penaeus japonicus* Bat (1888) (*Crustacea, Penaeidae*). A qualitative approach. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 99B, p. 667-671, 1991.

SAFARI, O.; ATASHI, M. M. S. The effects of dietary supplement of annatto (*Bixa orellana*) seed meal on blood carotenoid content and fillet color stability in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 937, p. 275-281, 2015.

SAINI, R. K.; NILE, S. H.; PARK, S. W. Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. **Food Research International**, v. 76, p. 735-750, 2015.

SANDRI, D. O.; XISTO, A. L. R. P.; RODRIGUES, E. C.; MORAIS, E. C.; BARROS, W. M. Antioxidant activity and physicochemical characteristics of buriti pulp (*Mauritia flexuosa*) collected in the city of Diamantino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 3, p. 864, 2017.

SCABINI, V.; FERNANDEZ-PALACIOS, H.; ROBAINA L.; KALINOWSKI, T.; IZQUIERDO, M. S. Reproductive performance of gilthead seabream (*Sparus aurata* L., 1758) fed two combined levels of carotenoids from paprika oleoresin and essential fatty acids. **Aquaculture Nutrition**, v. 17, p. 304-312, 2011.

SCHIEDT, K.; BISCHOF, S.; GLINZ, E. Metabolism of carotenoids and in vivo rancemization of (3S, 3'S) Astaxanthin in the crustacean *Penaeus*. **Methods Enzymology**, v. 214, p. 148-168, 1993.

SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; JORDÃO-FILHO, J.; RIBEIRO, M. L. G.; COSTA, F. G. P. Resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) como corante da gema, pele, bico e ovário de poedeiras avaliado por dois métodos analíticos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 988-994, 2006.

SILVA, R. C.; JACOBUCCI, G. B.; MOSSOLIN, E. C. Reproductive biology of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) in a reservoir situated in Minas Gerais state, Southeaster Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 45, n. 4, p. 776-786, 2017.

SKREDE, G. Rapid analysis in food processing and food control. PROCEEDING OF THE FOURTH EUROPEAN CONFERENCE ON FOOD CHEMISTRY, Loen: 1987.

TIZKAR, B; SEIDAVI, A; PONCE-PALAFOX, J. T.; PARASTOO, P. The effect of astaxanthin on resistance of juvenile prawns *Macrobrachium nipponense*. (Decapoda: Palaemonidae) To physical and chemical stress. **International Journal of Tropical Biology**, v. 62, p. 1331-1341, 2014.

TSUSHIMA, M.; IKUNO, Y.; NAGATA, S.; KODAMA, K.; MATSUNO, T. Comparative biochemical studies of carotenoids in catfishes. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part B**, v. 136, p. 147-148, 2002.

TSUSHIMA, M.; KATSUYAMA, M.; MATSUNO, T. Metabolism of carotenoids in the apple snail, *Pomacea canaliculata*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v.118, p. 431-436, 1997.

VERNON-CARTER, E. J.; PONCE-PALAFOX, J. T.; PEDROSA-ISLAS, R. Pigmentation of pacific White shrimp (*Penaeus vannamei*) using Aztec marigold (*Tagetes erecta*) extracts as the carotenoids source. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.46, p. 243-246, 1996.

VILCHEZ, C.; FORJAN, E.; CUARESMA, M.; BEDMAR, F.; GARBAYO, I.; VEGA, J. Marine carotenoids: biological functions and commercial applications. **Marine Drugs Journal**, v. 9, p. 319-333, 2011.

YANAR, Y.; H. BÜYÜKÇAPAR; M. YANAR AND M; GÖCER. Effect of carotenoids from red pepper and marigold flower on pigmentation, sensory properties and fatty acid composition of rainbow trout. **Food Chemistry**, v. 100, p.326-330, 2007.

YANG , Y.; KIM, B.; LEE, J-H. Astaxanthin Structure, Metabolism, and Health benefits. **Journal of Human Nutrition & Food Science**, v. 1, n. 1003, 2013.

YANG, Y.; SEO, J.M.; NGUYEN, A., PHAM, T. X.; PARK, H. J.; PARK, Y.; KIM, B.; BRUNO, R. S.; LEE, J. Astaxanthin-rich extract from the green alga *Haematococcus pluvialis* lowers plasma lipid concentrations and enhances antioxidant defense in apolipoprotein E knockout mice. **The Journal of Nutrition**, v.141, n.9 p. 1611-1617, 2011.

## **SUPLEMENTAÇÃO DE ASTAXANTINA EM RAÇÃO COMERCIAL EXTRUSADA NA ALIMENTAÇÃO DE *Pomacea difusa***

Daniel Pereira da Costa\*; Raphael Nogueira Bahiense; Ricardo Marcelo Geraldi; Sérgio Rodrigues da Silva; Leonardo Vaz Pereira; Tainára Cunha Gemaque; Daniela Chemim de Melo Hoyos; Kleber Campos Miranda Filho

### **RESUMO**

Popularmente conhecidos como ampulárias esses moluscos gastrópodes são usualmente cultivados como organismos ornamentais em várias partes do mundo. A coloração desses animais é um dos pontos que atrai os seus admiradores e estimula sua aquisição no mercado. O pigmento mais difundido como suplemento para intensificação de cor em organismos aquáticos é a astaxantina. Ainda não existem rações específicas para a ampulária, reforçando a necessidade de testar alternativas de alimentos e suplementos que melhorem o desempenho produtivo e a atratividade do animal. Os objetivos desse estudo foram mensurar a capacidade de acumulação de astaxantina sintética em diferentes níveis de inclusão na dieta de *Pomacea difusa* em sua influência na concentração do pigmento e nos índices zootécnicos ao final do cultivo e verificar a influência da mudança da dieta de ração de peixes para ração de camarão na condição corporal dos moluscos em comparação com o início do trabalho. Foram testados seis tratamentos com ração suplementada com 0, 25, 50, 100, 200, 400 mg/kg de astaxantina sintética em animais de  $0,60 \pm 0,23$  g de peso. Durante os 60 dias de cultivo foram mensurados os índices zootécnicos: Taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, eficiência alimentar, ganho de peso, ganho de altura, ganho de comprimento e também auferidas a concentração de astaxantina e muscular e fator de condição (Kr). As ampulárias alimentadas com ração comercial extrusada para camarão marinho apresentaram baixos índices de conversão alimentar, altos índices de eficiência alimentar e fator de condição acima da média inicial, o que demonstra que esse alimento pode ser utilizado para seu cultivo. A suplementação dietética de astaxantina sintética não resultou em aumento significativo da concentração desse pigmento na musculatura do gastrópode.

---

\* Doutorando do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais, membro do Laboratório de Aquicultura (LAQUA/UFMG). Email: [costrazootecnia@gmail.com](mailto:costrazootecnia@gmail.com). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5854068277494364> ORCID: 0000-0002-8261-9899

**Palavras-chave:** Ampulária; Moluscos; Gastrópodes; Pigmentos; Carotenoides.

## **ABSTRACT**

Popularly known as apple snail these gastropod mollusks are usually grown as ornamental organisms around the world. The coloring of these ornamental animals is one of the points that attracts their admirers and stimulates their acquisition in the market. The most widespread pigment as a supplement for color enhancement in aquatic organisms is astaxanthin. There are still no specific rations for the apple snail reinforcing the need to test alternatives of food and supplements that improve the productive performance and attractiveness of the animal. The objectives of this study were to measure the accumulation capacity of synthetic astaxanthin at different levels of inclusion in the diet of *Pomacea diffusa* in its influence on the pigment concentration and the zootechnical indexes at the end of the culture. And in parallel to verify the influence of the diet change from fish feed to extruded shrimp feed on the body condition of the mollusks compared to the beginning of the work. Six treatments were tested with feed supplemented with 0, 25, 50, 100, 200, 400, 400 mg/kg of synthetic astaxanthin in animals of  $0.60 \pm 0.23$  g in weight. During the 60 days of cultivation were measured the zootechnical indexes: Specific growth rate, apparent feed conversion, feed efficiency, weight gain, height gain, length gain. Astaxanthin and muscle concentration and condition factor (Kr) were also obtained. Apple snails fed commercial shrimp feed had low feed conversion rates, high feed efficiency and condition factors above the initial average, which demonstrates that this feed can be used for their cultivation. Dietary supplementation of synthetic astaxanthin did not result in a significant increase in the concentration of this pigment in the musculature of this mollusk.

**Keywords:** Apple Snail; Mollusks; Gastropods; Pigments; Carotenoids.

## **1. INTRODUÇÃO**

As ampulárias do gênero *Pomacea* são amplamente difundidas para o uso como espécies ornamentais (NG et al., 2016). Existem populações desse gênero com crescimento expressivo como espécies invasoras introduzidas em alguns países asiáticos, europeus e do continente americano (MORRISON e HAY, 2011;

ACCORSI et al., 2014; HORGAN et al., 2014; KARRAKER e DUDGEON, 2014). As ampulárias mais comuns no aquarismo são das linhagens coloridas da espécie *Pomacea difusa*, a qual tem destacado apelo estético como organismo ornamental e pelo seu hábito alimentar de consumir perifíton e organismos que compõem os bentos, assim sendo, as ampulárias são utilizadas como organismo limpador de aquários. Sua origem é amazônica e tem ampla distribuição no mundo (ISHIKAWA, 2018).

Os padrões de cor da concha e da musculatura desses moluscos chamam a atenção e determinam a escolha do espécime a ser adquirido pelos compradores e criadores dessa espécie no hobby do aquarismo. Na figura 1 podemos observar os padrões de coloração de *P. diffusa* disponíveis. Basicamente temos dois tipos de cor principal no músculo em *Pomacea*, sendo claro (albino ou amarelo) e escuro com a presença de pigmento (YUSA, 2004). Também pode haver variações de mistura entre os referidos padrões e vários tipos de cor da concha que são resultado provável da mistura de pigmentos amarelo/laranja e violeta como em outros moluscos (KOSMINSKY e LEZIN, 2006). A cor da concha ainda é influenciada pela cor de fundo que é dada pela coloração do tegumento do animal, já que a concha possui certo grau de transparência e também pelas listras que podem ou não estar presentes (ESTEBENET et al., 2006).

Na musculatura desses moluscos pode-se identificar a presença de cromatóforos repletos de cor avermelhada ou alaranjada, proveniente de pigmentos carotenoides os quais são adquiridos pela dieta do animal (TSUSHIMA et al., 1997). Como o valor e a importância dos organismos ornamentais está geralmente ligada à sua cor, um acréscimo na pigmentação pode ser interessante do ponto de vista comercial, dando melhor aspecto e aproveitando todo o potencial de expressão da cor naturalmente inerente nos moluscos (DANI et al., 2017).

Para organismos aquáticos em geral, o principal pigmento utilizado para aumentar a coloração vermelha é a astaxantina. Esse pigmento na forma artificial é o mais utilizado na produção comercial de organismos aquáticos tanto ornamentais quanto de corte (DANI et al., 2017).

A astaxantina possui a maior atividade antioxidante entre os carotenoides naturais, possuindo um potencial de quelatação de radicais livres, superior ao da vitamina E (MIKE, 1991). Adicionalmente, ela inibe a peroxidação lipídica mitocondrial e contribui para a estabilidade da membrana celular (GOTO et al.,

2001). A capacidade de transformação de pigmentos precursores em astaxantina varia de acordo com a espécie de organismo aquático, podendo ser inexistente, ou possível a partir de carotenos ou de algumas xantofilas, processo comumente observado em moluscos, crustáceos e peixes (LATSCHA, 1991; SCHIEDT et al., 1993; GOUVEIA et al., 2003; GÜROY et al., 2012).

		Corpo Claro	Corpo Escuro
Pigmento Púrpura na Concha	Concha Branca	 <b>Marfim</b>	 <b>Azul</b>
	Concha Amarela	 <b>Dourada</b>	 <b>Jade</b>
	Concha Vermelha	 <b>Bala ("Candy")</b>	 <b>Vermelho Simples</b>
		 <b>Amarelo Listrado</b>	 <b>Vermelho Listrado</b>
	Concha Verde	 <b>Verde Simples</b>	 <b>Verde Simples Escuro</b>
		 <b>Verde Listrado</b>	 <b>Verde Listrado Escuro</b>
		 <b>Selvagem</b>	
	Concha Púrpura	 <b>Púrpura Simples</b>	 <b>Púrpura Simples Escuro</b>
		 <b>Púrpura Listrado</b>	 <b>Púrpura Listrado Escuro</b>
	Pigmento Vermelho no Perlostraco	Concha Vermelha	 <b>Tomate</b>

Fig. 1. Padrões básicos de pigmentação em *Pomacea difusa*. Fonte: Ishikawa (2018)

De acordo com TSUSHIMA et al. (1997), *Pomacea caniculata* apresenta baixa concentração de astaxantina em relação a outros carotenoides. Portanto, não se sabe se o fornecimento suplementar de astaxantina para *P. difusa* traria benefícios

de desempenho e incremento de coloração para esses moluscos. Sendo que para tanto, a capacidade de acumulação desse pigmento necessita ser testado nos animais.

A alimentação artificial fornecida em ensaios pode influenciar a condição corporal dos moluscos. Como o gênero *Pomacea* é naturalmente consumidor de alimentos com alta umidade e/ou restos de ração de peixes, como fauna secundária em aquários, estes animais podem sofrer influência positiva se alimentados com rações de invertebrados como de camarões marinhos.

Os objetivos desse estudo foram mensurar a capacidade de acumulação de astaxantina sintética em diferentes níveis de inclusão na dieta de *Pomacea diffusa* e sua influência na concentração do pigmento e nos índices zootécnicos ao final do cultivo e, em paralelo, verificar a influência da mudança da dieta, de ração de peixes para ração de camarão, na condição corporal e produtiva dos moluscos em comparação com o início do trabalho.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Maricultura do LAQUA (Laboratório de Aquicultura da Escola de Veterinária da UFMG). Foram utilizados 180 moluscos da linhagem dourada provenientes do laboratório peixes ornamentais e criados com ração de peixes com 35% de proteína bruta (Guabi® Nutrição e Saúde Animal S.A., Sales Oliveira, SP, Brasil) com o peso médio  $0,60 \pm 0,23$  g divididos em seis tratamentos com três repetições de 10 indivíduos para cada tanque de 15 litros em sistema de recirculação de água com filtragem por mídias flutuantes por aeração MBBR (Nanoplastic®, São Paulo, SP, Brasil). Os tratamentos empregados foram: controle alimentado uma vez por dia com ração comercial extrusada para camarão marinho (35% de proteína bruta, Guabi®, Sales Oliveira, SP, Brasil) sem adição de pigmentos e nos demais foi utilizada a astaxantina sintética Carophyll Pink 10% (DSM® - Heerlen, Países Baixos) nas proporções de 25, 50, 100, 200 e 400 mg/Kg de ração por 60 dias consecutivos.

Foram mensuradas as seguintes variáveis para composição dos índices zootécnicos do estudo: peso inicial, aos 30 e 60 dias foi aferido com balança de precisão 0,01 g BL series (SHIMADZU®, Barueri, SP, Brasil), o comprimento e altura da concha foram aferidos nos mesmos dias do parâmetro anterior com paquímetro digital com precisão de 1 mm conforme indicado na figura 2. Por fim, foi estimada a

quantificação da ração consumida pelos animais por pesagem diária e recolhimento de sobras.

Os parâmetros de qualidade de água, temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido (OD) foram medidos com sonda multiparâmetros COMBO pH e EC e medidor de OD HI 9146 (Hanna Instruments®, Rhode Island, EUA), respectivamente. As concentrações de Amônia Total (N-AT) e Nitrito (N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) foram monitoradas segundo a metodologia descrita pela UNESCO (1983). Para a alcalinidade foi utilizado o método APHA (1998). Os indicadores de qualidade de água mensurados no experimento se mantiveram sem variações expressivas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos pelo teste de Duncan já que o sistema de recirculação mantinha a mesma água e o sistema de filtragem foi eficiente para manter a estabilidade em todos os tratamentos. Os valores médios foram: temperatura  $31,5 \pm 1,06^{\circ}\text{C}$ , pH  $6,84 \pm 0,42$ , oxigênio dissolvido  $6,24 \pm 0,56$  mg/L, salinidade  $0,38 \pm 0,07$ , alcalinidade  $53,33 \pm 4,88$  mg/L CaCO<sub>3</sub>, amônia  $0,58 \pm 0,29$  mg/L N-AT, nitrito  $0,26 \pm 0,11$  mg/L N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>.

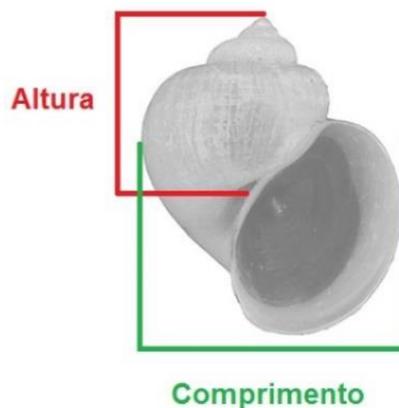


Fig. 2. Pontos de medições em Pomacea diffusa.

O cálculo dos índices zootécnicos foi feito baseado nas seguintes equações: taxa de crescimento específico (TCE) – relativo ao crescimento diário dos animais, em valores percentuais. Para seu cálculo, utilizou-se a seguinte expressão (1):

$$TCE (\% \text{ dia}) = \frac{\ln \text{ peso final (g)} - \ln \text{ peso inicial (g)}}{\text{tempo (dias)}} \times 100$$

Conversão alimentar aparente (CAA) – equivalente à quantidade de ração necessária para o animal ganhar 1 kg de peso vivo (2):

$$CA - A = \frac{\text{ração consumida (g)}}{\text{peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}}$$

Eficiência alimentar (EA) – constitui o ganho de peso médio por molusco no grupo, dividido pelo consumo médio de ração por indivíduo. Demonstra a eficiência que o animal teve para converter a ração consumida em peso vivo (3):

$$EA (\%) = \frac{\text{ganho de massa (g)}}{\text{quantidade de ração ingerida (g)}} \times 100$$

Ganho de peso (GP) – é o peso final do animal menos o peso inicial do animal. Esse cálculo é obtido pela seguinte fórmula (4):

$$GP = \text{peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}$$

Ganho de altura (GA) – é a altura final do animal menos a altura inicial. Esse cálculo é obtido pela seguinte fórmula (5):

$$GA = \text{altura final (mm)} - \text{altura inicial (mm)}$$

Ganho de comprimento (GC) é a altura final do animal menos a altura inicial. Esse cálculo é obtido pela seguinte fórmula (6):

$$GC = \text{comprimento final (mm)} - \text{comprimento inicial (mm)}$$

Fator de condição relativo (Kr) – mede indiretamente o estado fisiológico do animal em relação às reservas energéticas armazenadas, tais como glicogênio hepático e gordura corporal. Praticamente indicando se o animal se encontra gordo ou magro conforme a curva de regressão da média populacional. Para sua determinação, foi usada a seguinte fórmula (7):

$$Kr = \text{peso observado (g)} \div \text{peso esperado (g)}$$

Concentração de carotenoides totais com base em astaxantina (C-AST) – Após o abate por crionarcose, amostras da musculatura de um animal por tratamento foram maceradas em gral de porcelana até formar uma pasta fina. Uma porção de um grama de peso foi separada em tubo de ensaio para extração dos carotenoides

em acetona e depois filtrada em papel filtro deixando repousar protegida da luz até a medição. Esse processo foi repetido por mais duas vezes. Os extratos foram corrigidos no seu volume até a solução obter uma amostra de 5 mL para análise. A quantidade de astaxantina na musculatura dos gastrópodes foi determinada por espectrofotometria UV no aparelho Libra S22 (Biochrom®, Cambridge, Reino Unido) tendo base o pico de astaxantina no comprimento de onda de 480 nm como principal indicador. O cálculo do valor é feito pela seguinte expressão (8).

$$C - AST = \frac{ABS \times FD \times V}{CA \times CO}$$

Onde:

CA = Coeficiente de absorção da astaxantina  $A^{1\%}_{1cm} = 2100$

ABS = Absorbância da astaxantina na solução de acetona a 480 nm

FD = Fator de diluição

V = Volume da amostra em g

CO = comprimento ótico da cubeta = 1 cm

A análise estatística foi realizada inicialmente com o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. As variáveis paramétricas foram analisadas pelo teste de Duncan ao nível de significância de 5%. Para os resultados relativos a concentração de astaxantina foi utilizada a regressão linear e para o Kr a regressão quadrática. O programa estatístico escolhido foi o INFOSTAT versão 2017.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices zootécnicos não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), os resultados estão expressos na tabela 1. Estes demonstram que a suplementação de astaxantina sintética na ração nos níveis testados não alterou o desenvolvimento dos moluscos. SANTOS et al. (1996) afirmam que alimentando *Pomacea sordida* com alimentos volumosos como Alface *Lactuca* sp. e Rami *Boehmeria nivea* foi observada uma conversão alimentar de 6:1 e a aceitação alimentar variando conforme a fase de desenvolvimento do molusco gastrópode. A sobrevivência final foi de 100% em todos os tratamentos.

Comparativamente no presente estudo e no trabalho de SOUZA JÚNIOR et al. (2013) com *P. lineata* e *P. bridgessi*, a ração de camarão com 35% de proteína bruta apresenta índices de conversão alimentar melhores e, bem semelhantes entre si,

portanto, mais eficientes que dietas volumosas. No quesito taxa de crescimento específico o presente trabalho apresentou valores superiores ao trabalho citado anteriormente no qual os valores ficaram entre 1,65 e 1,77% ao dia. MORRISON e HAY (2011) observaram menor percentagem de crescimento de *P. difusa* em relação ao consumo das plantas *Utricularia* sp. e *Bacopa carolineana* do que outras espécies e.g. *P. insularum*, *P. caniculata*, *P. paludosa* e *P. haustum*. Também foi detectado baixo consumo de dietas volumosas com essas e outras plantas consumidas por *P. difusa* em relação às demais espécies. Isto pode ser o indício de um hábito menos herbívoro nesta espécie, atrelado ao fato da boa conversão de ração comercial. Desta forma, é recomendável o uso de dietas concentradas na criação desse gastrópode.

Tabela 1. Índices zootécnicos mensurados nos diferentes tratamentos com adição de astaxantina sintética na alimentação de ampulária dourada *Pomacea diffusa*.

Dieta	Índices Zootécnicos						
	AST mg/Kg	TCE %	CA-A	EA %	GP g	GA mm	GC mm
0		3,31 ± 0,19	0,85 ± 0,13	119,6 ± 18,4	3,83 ± 0,59	4,11 ± 0,21	7,55 ± 0,97
25		3,37 ± 0,44	0,83 ± 0,14	122,0 ± 19,7	3,89 ± 0,63	4,38 ± 1,37	8,21 ± 1,22
50		3,34 ± 0,16	0,85 ± 0,19	121,6 ± 24,2	3,9 ± 0,77	4,81 ± 0,35	6,67 ± 2,01
100		3,44 ± 0,14	0,79 ± 0,03	127,2 ± 4,4	4,07 ± 0,14	4,96 ± 0,29	8,3 ± 0,44
200		3,5 ± 0,48	0,77 ± 0,17	133,2 ± 27,3	4,26 ± 0,87	5,24 ± 0,77	8,38 ± 1,4
400		3,52 ± 0,13	0,74 ± 0,09	136,6 ± 15,8	4,37 ± 0,51	5,4 ± 0,07	8,8 ± 0,48

TCE = taxa de crescimento específico, CA-A = conversão alimentar aparente, EA = eficiência alimentar, GP = ganho de peso, GA = ganho em altura, GC = ganho em comprimento. Não houveram diferenças significativas entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Duncan.

A concentração de astaxantina corporal nas ampulárias não sofreu variações significativas entre os tratamentos ( $P = 0,5442$ ). Resultados expressos na figura 3.

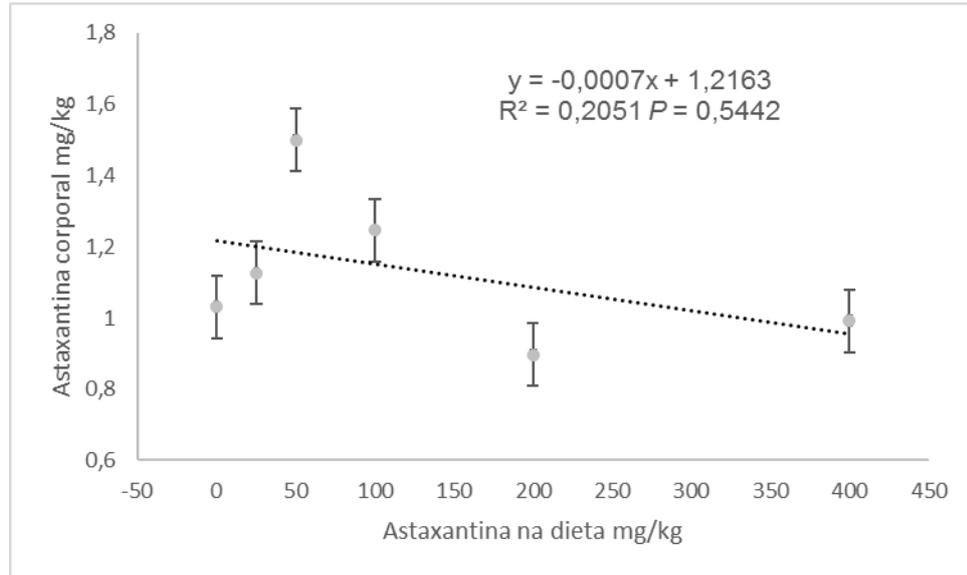


Figura 3. Concentração corporal de astaxantina em *Pomacea diffusa* após 60 dias de alimentação com ração contendo diferentes níveis astaxantina sintética. Não houveram diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade e baixa correlação entre a astaxantina corporal e a suplementada.

Este resultado demonstra que a capacidade de acumulação muscular desse pigmento nesses moluscos na fase de vida estudada é limitada e não sofre alterações mesmo com suplementação. Os níveis de pigmento no músculo foram muito baixos em relação a quantidade suplementada e o pigmento pode ter sido direcionado para outros tecidos ou eliminado nas fezes.

No estudo de TSUSHIMA et al. (1997), com *Pomacea caniculata* selvagem, foram encontrados no hepatopâncreas e músculos:  $\beta$ -caroteno,  $\beta$ -criptoxantina, luteína e zeaxantina, com maior quantidade de  $\beta$ -caroteno ( $39,1 \pm 1,10\%$ ) no hepatopâncreas e de zeaxantina no músculo ( $40,8 \pm 3,25\%$ ), o qual se acredita que seja o principal pigmento responsável pela cor amarelada nos animais albinos. Nas gônadas ( $61,0 \pm 3,57\%$ ), ovos ( $75,0 \pm 4,56\%$ ) e larvas ( $79,0 \pm 2,46\%$ ), o pigmento principal foi a astaxantina.

Aparentemente, os moluscos desse gênero acumulam esses pigmentos e fazem a conversão em astaxantina somente no período reprodutivo como forma de proteção dos ovos e formas larvais com alta concentração e potencial de utilização em alimentação animal como descrito por YANG et al. (2016). Ainda no estudo mencionado, a maior acumulação de astaxantina quando esta foi adicionada a dieta foi verificada no hepatopâncreas dos animais.

Para o fator de condição relativo (Kr), expresso na figura 4, foi verificado que os animais de todos os tratamentos obtiveram ganhos significativos com a alimentação com a ração de camarão pelo efeito quadrático demonstrado ( $P < 0,0001$ ).

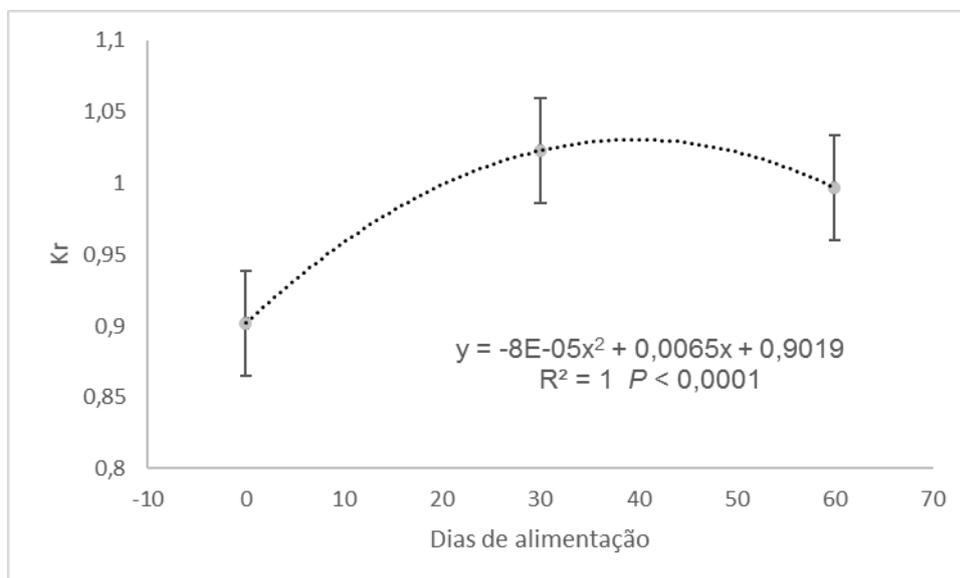


Figura 4. Fator de condição (Kr) de *Pomacea difusa* alimentada com ração comercial de camarões ao início do experimento (0), com 30 e com 60 dias de cultivo.

Este é um indicativo que essa ração atende de forma satisfatória as necessidades desses moluscos nesta fase do crescimento em relação a fornecida anteriormente. Essa informação pode ajudar na escolha de um alimento para o cultivo da espécie, já que não existem rações específicas disponíveis no mercado.

#### 4. CONCLUSÃO

As ampulárias (*P. difusa*) alimentadas com ração comercial de camarão marinho apresentaram melhor conversão alimentar, elevados valores de eficiência alimentar e fator de condição acima da média inicial, o que demonstra que esse alimento pode ser utilizado para seu cultivo. A suplementação dietética de astaxantina sintética não resultou em aumento significativo da concentração desse pigmento na musculatura do molusco gastrópode.

#### 5. AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão de bolsas de estudo aos alunos envolvidos no estudo. À POLI-NUTRI pelo fornecimento de pigmento para os ensaios. À NANOPLASTIC pelo fornecimento das mídias filtrantes.

## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ACCORSI, A.; OTTAVIANI, E.; MALAGOLI, D. Effects of repeated hemolymph withdrawals on the hemocyte populations and hematopoiesis in *Pomacea canaliculata*. **Fish Shellfish Immunology**. v. 38, p. 56-64, 2014.

DANI, D.; THIRUGNANAMURTHY, S.; SUBRAMANIYAN; FAIZHULLAH, M.; HINO, F. Application of carotenoids on coloration of aquatic animals. **International Journal of Fisheries and Aquatic Research**. v. 2, p. 1-7, 2017

ESTEBENET, A.L., MARTIN, P.R., SILVANA, B. Conchological variation in *Pomacea canaliculata* and other South American Ampullariidae (Caenogastropoda, Architaenioglossa). **Biocell**. v. 30, n. 2, p. 329-335, 2006.

GOTO, S.; KOGURE, K.; ABE, K.; KIMATA, Y.; KITAHAMA.; YAMASHITA, G.; TERADA, H. Efficient radical trapping at the surface and inside the phospholipid membrane is responsible for highly potent antiperoxidative activity of the carotenoid astaxanthin. **Biochimica et Biophysica Acta**. v. 1512, p. 251-258, 2001.

GOUVEIA, L.; PEREIRA, O.; EMPIS, J. Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) with microalgal biomass. **Aquaculture Nutrition**, 2003. v.9 p.123-129.

GÜROY, B.; SAHIN, I.; MANTOELV, S.; KAYALI, S. *Spirulina* as a natural carotenoid source on growth, pigmentation and reproductive performance of yellow tail cichlid *Pseudotropheus algi*. **Aquaculture International**. v. 20, p. 869-878, 2012.

HORGAN, F.G.; FELIX, M.I.; PORTALANZA, D. E.; SÁNCHEZ, L.; MOYA RIOS, W.M.; FARAH, S.E.; WITHER, J.A.; ANDRADE, C.I.; ESPIN, E.B. Responses by farmers to the apple snail invasion of Ecuador's rice fields and attitudes toward predatory snail kites. **Crop Protect**. v. 62, p. 135-143, 2014.

ISHIKAWA, W. Variedades de cor em *Pomacea diffusa*. Disponível em: [http://www.planetainvertebrados.com.br/index.asp?pagina=artigos\\_ver&id=87](http://www.planetainvertebrados.com.br/index.asp?pagina=artigos_ver&id=87) acesso: 16/06/2018.

KARRAKER, N. E.; DUDGEON, D. Invasive apple snails (*Pomacea canaliculata*) are predators of amphibians in South China. **Biological Invasions**. v. 16, n. 9, p. 1785-1789, 2014.

- KOZMINSKY, E. V.; LEZIN, P. A. Distribution of pigments in the shell of the gastropod *Littorina obtusata* (Linnaeus, 1758). **Russian Journal of Marine Biology**. v. 33, n. 4, p. 238-244, 2006.
- LATSHA, T. Crustacean Pigments. **Crustacean Nutrition Newsletter**. v. 7, p. 53-60, 1991.
- MIKE, W. Biological functions and activities of animal carotenoids. **Pure and Applied Chemistry**. v. 63, p. 141-146, 1991.
- MORRISON, W.E.; HAY, M.E. Feeding and growth of native, invasive and non-invasive alien apple snails (Ampullariidae) in the United States: Invasives eat more and grow more *Biological Invasions*. v. 13, n. 945, p. 945-955, 2011.
- NG, T. H.; TAN, S. K.; WONG, W. H.; MEIER, R.; CHAN, S-Y.; TAN, H. H.; YEO, D. C. J. Molluscs for sale: Assessment of freshwater gastropods and bivalves in the ornamental pet trade. *PLoS ONE*. v. 11, n. 8, p. 1-23, 2016.
- SANTOS, N. N.; MIGUEL, M. C. V.; MESQUITA, E. F. M. Cultivo de *Pomacea sordida* (Swainson, 1823) em Cativeiro. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**. v. 2, n. 3, p. 81-86, 1995.
- SCHIEDT, K.; BISCHOF, S.; GLINZ, E. Metabolism of carotenoids and in vivo rancemization of (3S, 3'S) astaxanthin in the crustacean *Penaeus*. **Methods in Enzymology**. v. 214, p. 148-168, 1993.
- SOUZA JUNIOR, E.; BARROS, J. C. N. DE; PARESQUE, K.; FREITAS, R. R. DE. The effect of stocking density on the growth of apple snails native *Pomacea bridgesii* and exotic *Pomacea lineata* (Mollusca, Gastropoda). **Academia Brasileira de Ciências**. v. 85, n. 2, p. 753-760, 2013.
- TSUSHIMA, M.; KATSUYAMA, M.; MATSUNO, T. Metabolism of carotenoids in the apple snail, *Pomacea canaliculata*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**. v. 118, p. 431-436, 1997.
- YANG, S.; LIU, Q.; WANG, Y.; ZHAO, L-L.; WANG, Y.; YANG, S-Y.; DU, Z-J.; ZHANG, J-E. Effects of dietary supplementation of golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) egg on survival, pigmentation and antioxidant activity of Blood parrot. **Springer Plus**. v. 5, p. 1-11, 2016.
- YUSA Y. Inheritance of colour polymorphism and the pattern of sperm competition in the apple snail *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). **Journal of Molluscan Studies**. v. 70, p. 43-48, 2004.

**AVALIAÇÃO DO USO DE PROBIÓTICO COMERCIAL NO DESEMPENHO  
ZOOTÉCNICO E ATIVIDADE ENZIMÁTICA DE LARVAS DE PEIXE PALHAÇO  
(*Amphiprion frenatus*)**

Raoani Cruz Mendonça\*; Douglas Mattos Da Cruz; Amanda Massucatto; Ana Paula Lira; Ana Carolina Ricardo; Mônica Yumi Tsuzuki

**RESUMO**

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da utilização do probiótico AquaStar® Hatchery no desempenho de larvas do peixe palhaço tomato *Amphiprion frenatus*. Larvas recém-eclodidas foram distribuídas entre três tratamentos em triplicata: T1 inclusão do probiótico na água de cultivo; T2 inclusão de alimento vivo (rotífero e artêmia) enriquecido com probiótico; T3 controle, sem inclusão de probiótico. Após 20 dias de tratamento, foram avaliadas as variáveis zootécnicas das larvas (comprimento total, peso e sobrevivência), assim como as variáveis físico-químicas da água (oxigênio dissolvido, salinidade, temperatura, amônia e nitrito). Não houve diferença significativa entre as variáveis de comprimento total e ganho de peso entre os diferentes tratamentos. Houve aumento da atividade enzimática (amilase, quimiotripsina e tripsina) com a suplementação do probiótico, onde os melhores resultados foram observados no tratamento onde ocorreu a suplementação através do alimento vivo. Os parâmetros físico-químicos mantiveram-se dentro da faixa de conforto para espécie e não influenciaram o resultado final do trabalho. O presente estudo constatou que o uso de probiótico na larvicultura do peixe palhaço *Amphiprion frenatus*, foi benéfico para os animais, de acordo com as atividades aqui encontradas, no entanto não foi possível verificar efeito positivos para o desempenho zootécnico.

**Palavras chaves:** Piscicultura ornamental. Pomacentridae. Larva.

**ABSTRACT**

The aims of this work was to evaluate the effect of use of probiotic AquaStar® Hatchery on the performance of clownfish *Amphiprion frenatus* larvae. Newly

---

\* Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da UFSC, membro do Laboratório de Peixes e Ornamentais Marinhos (LAPOM/UFSC). E-mail: raoani@hotmail.com. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4003101012437664>.

hatched larvae were distributed among three treatments, in triplicate: T1 inclusion of probiotic in culture water; T2 inclusion of food (rotifer and *Artemia*) enriched with probiotic; T3 control, without probiotic inclusion. After 20 days of treatment, larval zootechnical variables (total length, weight and survival), as well as the physical-chemical variables of water (dissolved oxygen, salinity, temperature, ammonia and nitrite) were evaluated. There was no significant difference between variables total length and weight gain among the different treatments. There was an increase in the enzymatic activity (amylase, chymotrypsin and trypsin) with probiotic supplementation, where the best results were observed in the treatment where food supplementation occurred. The physical-chemical parameters remained within the species comfort range and did not influence the final work result. The present study found that the use of probiotic in the larval rearing of the clownfish *Amphiprion frenatus* was beneficial for the animals, according to the activities found here, however it was not possible to verify positive effects for the zootechnical performance.

**Key words:** Ornamental fish farm, Pomacentridae, Larvae.

## 1. INTRODUÇÃO

Globalmente, 1,5 bilhão de peixes ornamentais, abrangendo aproximadamente 4.000 espécies de água doce e 1.800 espécies marinhas são comercializados a cada ano (RHYNE et al., 2012; STEVENS et al., 2017). No entanto, ao contrário das espécies de água doce que a maioria é cultivada em cativeiro, a maioria dos peixes marinhos são coletados do ambiente natural (recifes de coral) (ZENG, et al., 2018).

Existe uma estimativa de que entre 100 e 330 espécies de peixes ornamentais marinhos sejam criados em cativeiro, com maior contribuição de espécies da família Pomacentridae (BIONDO, 2017), a qual pertencem os peixes-palhaço. No cenário mundial da aquicultura, as diversas espécies de peixes-palhaço são cultivadas desde 1950 e atualmente são intensamente comercializadas (WITTENRICH, 2007). Estes organismos em sistemas de produção são mantidos em altas densidades, o que segundo Lupatsch et al., (2010), pode causar estresse crônico e reduzir o bem-estar dos peixes, e conseqüentemente, aumentar a susceptibilidade a doenças. Em adição, os peixes-palhaços são conhecidos por serem vulneráveis a alguns parasitos ou enfermidades, como a exemplo do ectoparasito dinoflagelado

*Amyloodinium ocellatum* (comunicação pessoal). Embora já possuam produção estabelecida em cativeiro, são escassos os trabalhos com uso de probiótico.

Até o presente momento, os antibióticos e químicos são mais utilizados pelos produtores para combate a agentes patológicos, devido à sua ação rápida e disponibilidade, no entanto, afeta gravemente o ecossistema da água. A substituição de antibióticos por probióticos pode ser uma forma alternativa de controlar a qualidade da água, bem como as doenças em peixes, aumentando assim a sobrevivência. Segundo a definição de Verschuere et al. (2000), probióticos são micro-organismos vivos que ao serem ministrados a tanques de cultivo atuam benéficamente no organismo aquático de interesse, seja melhorando o consumo ou a absorção da ração, o sistema imunológico, balanço de bactérias no trato digestivo ou o ambiente de cultivo (viveiro).

Semelhante ao sistema digestivo dos mamíferos, os intestinos de peixe também fornecem um nicho para adesão, colonização e proliferação de muitas espécies microbianas que afetam vários processos fisiológicos do hospedeiro (CAHILL, 1990, GÓMEZ; BALCÁZAR, 2008). Certas espécies bacterianas colonizam preferencialmente o trato digestório dos peixes através da água e dos alimentos no ambiente aquático. Muitos pesquisadores usaram bactérias do ácido láctico (LAB) e vários membros do gênero *Bacillus* como candidatos probióticos na aquicultura, incluindo *Lactobacillus* spp. (ALY et al., 2008; NIKOSKELAINEN et al., 2001), *Lactococcus lactis* (BALCÁZAR et al., 2008), *Pediococcus acidilactici* (CASTEX et al., 2008), e *B. subtilis* (ALY et al., 2008, BALCÁZAR; ROJAS -LUNA, 2007, MORIARTY, 1998). No entanto, a maioria das bactérias usadas como probióticos em peixes foram originalmente isoladas de leite, queijo ou outras fontes terrestres.

A utilização do probiótico durante a fase de larvicultura pode servir como uma forma de aumentar a sobrevivência durante essa fase crítica dentro da cadeia produtiva dos organismos aquáticos. As bactérias probióticas podem participar nos processos de digestão do hospedeiro através da secreção de uma gama de enzimas digestivas relevantes, exercendo efeitos sinérgicos sobre a microbiota intestinal e a atividade microbiana, conseqüentemente estimulando a produção de enzimas endógenos pelo hospedeiro (LAZADO et al., 2012), o que poderia aumentar a eficiência na alimentação e crescimento. Na aquicultura, probióticos podem ser administrados para os diferentes organismos aquáticos tanto como um suplemento alimentar ou como um aditivo para a água (MORIARTY, 1998).

Dado os efeitos positivos da utilização do probiótico na saúde e desempenho dos peixes, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação alimentar e adição na água de um probiótico comercial no desempenho zootécnico e na atividade enzimática de larvas de peixe palhaço tomato (*Amphiprion frenatus*).

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Montagem experimental**

O estudo foi conduzido no laboratório de peixes e ornamentais marinhos (LAPOM), da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Para a condução do experimento foram utilizadas larvas recém-eclodidas (2 horas), proveniente de desova natural de reprodutores pertencentes ao plantel do (LAPOM). Foram testados 3 tratamentos onde os indivíduos foram distribuídos em triplicata: T1 inclusão do probiótico na água de cultivo; T2 inclusão de alimento (rotífero e artêmia) suplementado com probiótico; T3 controle, sem inclusão de probiótico.

As unidades experimentais foram compostas por aquários de vidro de 20 litros, cada unidade foi equipada com sistema de aeração para manutenção do oxigênio dissolvido e termostatos para manutenção da temperatura, o sistema permaneceu estático, com renovação diária de 20% para remoção de sujeira e sobras de alimento.

O probiótico comercial utilizado no experimento (AquaStar® Hatchery - Biomin), segundo descrição do produto, continha cepas de *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus reuteri* e *Pediococcus acidilactici*, a uma contagem total de células probióticas de  $3 \times 10^{12}$  UFC/kg.

No tratamento de inclusão do probiótico na água de cultivo (T1) o produto foi administrado na concentração máxima (0,005 g/L) conforme recomendado pelo fabricante, ou seja  $1,5 \times 10^4$  UFC/mL, aplicado uma vez ao dia dissolvido diretamente na água dos tanques após a renovação. No tratamento de inclusão de alimento (rotífero e artêmia) enriquecido com probiótico (T2) o produto foi adicionado separadamente ao alimento vivo 24 horas antes de ser ofertado para as larvas. Para a adição apenas do alimento vivo, o mesmo foi separado da água enriquecida com o probiótico com auxílio de uma peneira de malha de 45 µm. No tratamento sem adição do probiótico (T3) o alimento vivo foi ofertado sem a presença do probiótico.

### **2.2. Alimento vivo**

O alimento vivo utilizado durante o experimento foi o rotífero *Brachionus plicatilis* e a *Artemia* sp.. As culturas de rotífero *B. plicatilis* utilizadas no experimento foram mantidas em tanques de 500L a 26-28 °C de temperatura e 25 de salinidade, alimentados com microalga *Nannochloropsis oculata*. Para eclosão da *Artemia* sp., em torno de 1 a 2 g de cistos (High 5 – INVE) foram incubados em cones de 1 L de água a 25-30 de salinidade para que eclodissem após 24 h sob luz e forte aeração. Os náuplios recém-eclodidos foram filtrados em malha de 200 µm e lavados em água salgada, para posteriormente serem utilizados no experimento.

As larvas foram alimentadas duas vezes ao dia. A transição das presas rotíferos e *Artemia* sp. ocorreu de forma gradual, sendo ofertado 100% de rotíferos (10 ind./mL) nos quatro primeiros dias, 50% de rotíferos (5 ind./mL) e 50% *Artemia* sp. (2,5 ind./mL) do quinto ao nono dia e 100% de *Artemia* sp. (5 ind./mL) a partir do décimo dia até o final, totalizando 20 dias de período experimental.

### 2.3. Índices zootécnicos

No início do período experimental, o comprimento total (CT) e peso (P), foram estimados a partir da média de 30 indivíduos amostrados ao acaso. Os valores médios iniciais com seus respectivos desvios foram  $4,4 \pm 0,32$  mm de comprimento total e  $0,69 \pm 0,02$  mg de peso. Ao término do período experimental todos os animais sobreviventes foram medidos a fim de se obter os dados de crescimento, bem como a sobrevivência.

### 2.4. Variáveis físico-químicas

Os parâmetros físico-químicos da água foram monitorados com uso de termômetro de mercúrio, refratômetro óptico, oxímetro e teste colorimétrico Labcontest®. A temperatura, a salinidade e o pH, mensurados diariamente, foram mantidos em  $26,5 \pm 0,3$  °C (média  $\pm$  desvio padrão),  $22,5 \pm 1,3$  e  $7,6 \pm 0,08$ , respectivamente. Monitorados a cada três dias, o oxigênio dissolvido, o nitrito e a amônia não ionizada, foram mantidos em  $6,2 \pm 0,5$  mg/L,  $\leq 0,50$  mg/L e  $\leq 0,035$  mg/L, respectivamente.

### 2.5. Atividade enzimática

Para as análises enzimáticas foram extraídos e coletados por tratamento, 18 intestinos (06 por réplica) de peixe palhaço (*A. frenatus*) com 20 dias após a

eclosão. Os intestinos foram imediatamente congelados a  $-80^{\circ}\text{C}$  até as análises posteriores. Todos os animais foram anestesiados e eutanaziados com óleo de cravo (1,5mL/L) (eugenol).

### **2.5.1. Extrato enzimático**

As amostras foram manualmente processadas em homogeneizador Potter-Ekvehjem. Para obtenção do extrato enzimático, acrescentou-se os 06 intestinos dos diferentes tratamentos estudados em 1 mL de água destilada. 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  $4^{\circ}\text{C}$ . 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  $\mu\text{L}$  de extrato enzimático (em triplicata) com 50  $\mu\text{L}$  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  $30^{\circ}\text{C}$  por 1 h. As atividades de tripsina e quimotripsina foram calculadas em unidades (U), que equivale a 1  $\mu\text{mol}$  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  $\mu\text{L}$  do extrato enzimático (em triplicata) e 25  $\mu\text{L}$  de substrato, e incubados em banho-maria a  $30^{\circ}\text{C}$  por 1 h. A reação foi parada a cada 15 min adicionando 100  $\mu\text{L}$  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 absorvância (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.

## 2.5. 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 com nível de significância de 5%. As análises foram realizadas no programa estatístico SAS (statistical software; versão 9.0).

## 3. RESULTADOS

Não foram observadas diferença estatística significativa entre as variáveis de crescimento e ganho de peso para os diferentes tratamentos. Apenas no tratamento em que o probiótico foi adicionado na água, a sobrevivência foi significativamente maior. Os valores médios finais para as diferentes variáveis podem ser observadas na tabela abaixo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Teste de resistência, altura, peso, comprimento e sobrevivência (média ± desvio padrão) das larvas de peixe palhaço *Amphiprion frenatus* ao final de 20 dias de experimento.

\*Tratamento com probiótico no alimento e na água.

\*Letras distintas na mesma coluna indicam diferenças significativas (P<0,05).

Tratamento	Resistência	Altura (mm)	Peso (mg)	Comprimento (mm)	Sobrevivência (%)
Controle	3,7 ± 1,2 <sup>a</sup>	5,17 ± 0,41 <sup>a</sup>	55,50 ± 6,20 <sup>a</sup>	14,33 ± 0,93 <sup>a</sup>	39,33 ± 22,89 <sup>ab</sup>
Alimento	4,0 ± 1,0 <sup>a</sup>	5,10 ± 0,12 <sup>a</sup>	58,20 ± 6,00 <sup>a</sup>	14,73 ± 0,14 <sup>a</sup>	35,33 ± 17,46 <sup>a</sup>
Água	4,2 ± 2,1 <sup>a</sup>	4,96 ± 0,11 <sup>a</sup>	57,20 ± 3,20 <sup>a</sup>	14,22 ± 0,32 <sup>a</sup>	47,33 ± 10,78 <sup>b</sup>

A atividade enzimática específica da tripsina, quimotripsina e amilase do intestino do peixe palhaço (*A. frenatus*) estão apresentadas nas Figuras 1 e 2.

Conforme o resultado dos dados das análises de enzimas digestivas (Figuras 1 e 2), foram observadas nos peixes com 20 dias que foram submetidos ao tratamento com a suplementação do probiótico no alimento mostraram os maiores valores de atividades específica da tripsina ( $27,36 \pm 3,05$  U/animal), quimotripsina ( $31,455 \pm 4,43$  U/animal) e amilase ( $116,665 \pm 6,72$  U/animal), quando comparados com as atividades de tripsina ( $4,55 \pm 0,17$  U/animal), quimotripsina ( $5,361 \pm 0,22$  U/animal) e amilase ( $33,326 \pm 2,11$  U/animal) dos peixes que foram submetidos ao tratamento com suplementação do probiótico na água e também foi superior ao peixes que não receberam a suplementação do probiótico (nem na água e nem no alimento), tripsina ( $0,843 \pm 0,06$  U/animal), quimotripsina ( $0,998 \pm 0,06$  U/animal) e amilase ( $7,195 \pm 0,18$  U/animal).

No 20º dia de vida (último dia de experimento), o tratamento em que os peixes foram alimentados com dieta contendo o probiótico apresentou um aumento de 32; 31 e 16 vezes comparado ao tratamento sem suplementação de probiótico, para as atividades específica de tripsina, quimotripsina e amilase, respectivamente (Figura 1 e 2).

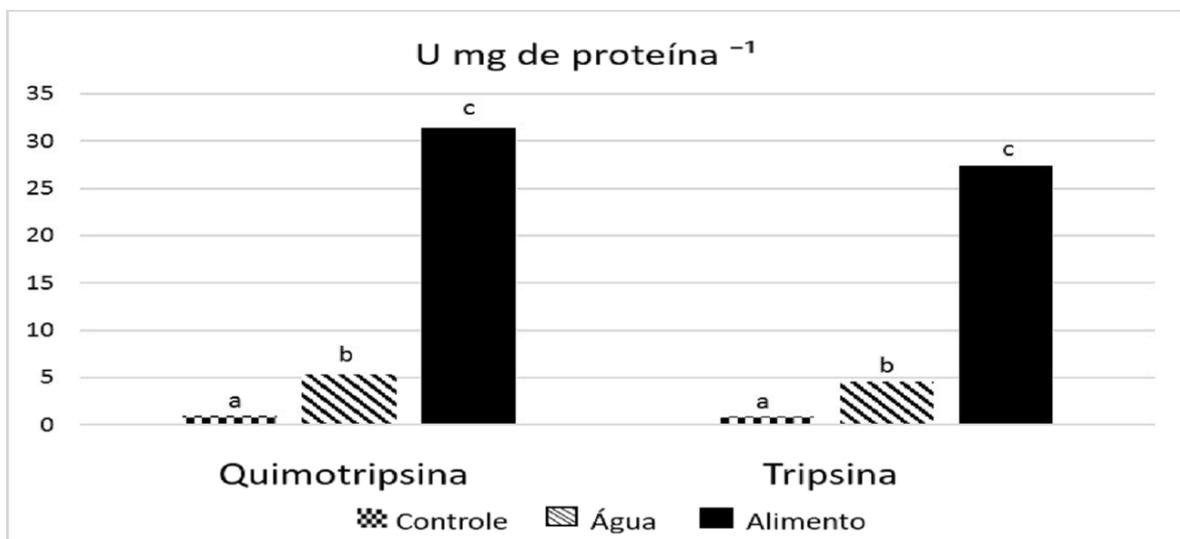


Figura 1. Atividade enzimática (média  $\pm$  DP) específica da quimotripsina e da tripsina do intestino do (*A. frenatus*) com 20 dias após a eclosão com diferentes tratamentos de probiótico (Letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos).

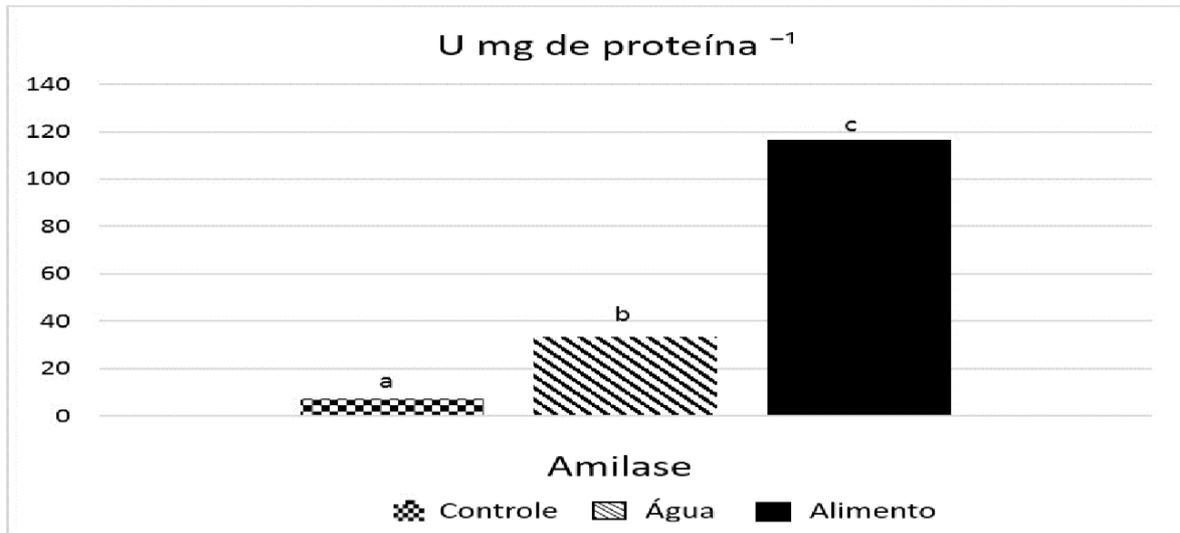


Figura 2. Atividade enzimática (média  $\pm$  DP) específica da amilase do intestino do (*A. frenatus*) com 20 dias após a eclosão com diferentes tratamentos de probiótico (Letras diferentes diferem significativamente ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos).

#### 4. DISCUSSÃO

O efeito do probiótico sobre o crescimento pode manifestar-se indiretamente através de vários mecanismos, incluindo um aumento na disponibilidade de nutrientes e produção de enzimas digestivas suplementares (DOESCHATE; COYNE, 2008) ou por estimulação da produção de enzimas endógenas pelo hospedeiro (LAZADO et al., 2012). Assim, tem-se uma maior digestibilidade e maior capacidade de absorção dos nutrientes, proporcionando uma tendência de aumento dos índices de crescimento (DOESCHATE; COYNE, 2008).

No presente estudo a atividade enzimática das larvas de *A. frenatus* foi alterada de forma significativa, onde as atividades de amilase, quimotripsina e tripsina tiveram os maiores resultados com a suplementação do probiótico através do alimento vivo, seguida pelo tratamento onde foi adicionado probiótico na água de cultivo. O tratamento controle foi o que apresentou os menores índices para atividade enzimática. Suzer et al. (2008) utilizaram probiótico comercial (na água e no alimento vivo) contendo espécies de *Lactobacillus sp.* em cultivo de larvas do pargo europeu *Sparatus aurata* que resultou em um aumento das atividades de enzimas digestivas, melhorando a sobrevivência e o crescimento das larvas. Ainda, Essa et al. (2010) constataram um aumento na produção de amilase, lipase e protease em tilápias *Oreochromis niloticus* alimentadas com dietas contendo *Bacillus subtilis* e *Lactobacillus plantarum* a uma concentração de  $1 \times 10^7$  UFC/g.

Apesar dos tratamentos (água e alimento) não apresentarem melhoras no crescimento das larvas em relação ao controle, a sobrevivência no tratamento em que o probiótico foi adicionado na água foi significativamente maior do que no alimento e no controle. Talpur et al. (2013) incrementaram *Lactobacillus plantarum* como aditivo da água da larvicultura do caranguejo *Portunus pelagicos* e constataram efeito integrado, com maior sobrevivência, atividade enzimática e redução da carga de *Vibrio* sp. em relação ao controle, determinando  $5,0 \times 10^6$  UFC mL<sup>-1</sup> como concentração mais efetiva. Villamil et al. (2010), determinaram a água como melhor meio para a introdução de *Pediococcus acidilactici* no cultivo do pregado *Psetta maxima*, do que quando administrado por meio de rotíferos. Porém, outros autores relatam um melhor efeito através do alimento vivo (SUZER et al., 2008) e no alimento vivo e na água de forma concomitante (AVELLA et al., 2009; NIMRAT et al., 2011).

Os padrões de respostas das diferentes espécies frente ao uso dos probióticos podem ser influenciados por diversos fatores, tais como estado fisiológico do animal, variações dos produtos comerciais ou até mesmo ser espécie-específica. Desta forma, mais pesquisas são necessárias para determinar concentrações adequadas do probiótico e também buscar estratégias para isolar bactérias probióticas a partir do intestino de adultos de *A. frenatus* para posteriormente utilizá-las nas larvas da mesma espécie.

## 5. CONCLUSÃO

A utilização do probiótico comercial AquaStar® Hatchery como suplemento do alimento vivo e como aditivo de água na larvicultura *Amphiprion frenatus*, durante o período experimental avaliado não mostrou efeito positivo no crescimento das larvas. Entretanto mostrou-se eficiente como estimulante da atividade enzimática (amilase, quimotripsina e tripsina), exibindo efeito positivo tanto na suplementação com alimento vivo quanto como aditivo de água. Outros experimentos devem ser conduzidos buscando dosagens ideais do probiótico para determinação concreta de sua ação.

## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALY, S. M.; AHMED, Y. A. G.; GHAREEB, A. A. A.; MOHAMED, M. F. Studies on *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus acidophilus*, as potential probiotics, on the immune

- response and resistance of *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*) to challenge infections. **Fish & shellfish immunology**, v.25, n.1-2, p.128-136, 2008.
- AVELLA, M.A.; OLIVOTTO, I.; SILVI, S.; PLACE, A.R.; CARNEVALI, O. Effect of dietary probiotics on clownfish: a molecular approach to define how lactic acid bacteria modulate development in a marine fish. **American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v.298, p.359-371, 2009.
- BALCÁZAR, J.L.; ROJAS-LUNA, T.; CUNNINGHAM, D.P. Effect of the addition of four potential probiotic strains on the survival of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) following immersion challenge with *Vibrio parahaemolyticus*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.96, n.2, p.147–150, 2007.
- BALCÁZAR, J.L.; VENDRELL, D.; BLAS, I.; RUIZ-ZARZUELA, I.; MUZQUIZ, J. L.; GIRONES, O. Characterization of probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from intestinal microbiota of fish. **Aquaculture**, v.278, p.188-191, 2008.
- BIONDO, M. V. Quantifying the trade in marine ornamental fishes into Switzerland and an estimation of imports from the European Union. **Global Ecology and Conservation**, v.11, p.95–105, 2017.
- CAHILL, M.M. Bacterial flora of fishes: a review, **Microbial Ecology**, v.19, pp. 21-41, 1990.
- CASTEX, M.; LEMAIRE, P.; WABETE, N.; CHIM, L. Effect of probiotic *Pediococcus acidilactici* on antioxidant defences and oxidative stress of *Litopenaeus stylirostris* under *Vibrio nigripulchritudo* challenge. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 28, p.622-631, 2010.
- ESSA, M. A., EL-SERAFY, S. S., EL-EZABI, M. M., DABOOR, S. M., ESMAEL, N. A., & LALL, S. P. Effect of different dietary probiotics on growth, feed utilization and digestive enzymes activities of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Journal of the Arabian Aquaculture Society**. v. 5, p. 143-161, 2010.
- DOESCHATE, K.T.; COYNE, V. Improved growth rate in farmed *Haliotis midae* through probiotic treatment, **Aquaculture**, v.284, 174-179, 2008.
- GÓMEZ, G.D.; BALCÁZAR, J.L. A review on the interactions between gut microbiota and innate immunity of fish. **FEMS Immunology & Medical Microbiology**, v. 52, n. 2, p. 145-154, 2008.
- LAZADO, C.C.; CAIPANG, C.M.A.; KIRON, V. Enzymes from the gut bacteria of Atlantic cod, *Gadus morhua* and their influence on intestinal enzyme activity. **Aquaculture Nutrition**, v.18, p.423-431, 2012.

- LUPATSCH, I.; SANTOS, G. A.; SCHRAMA, J.; W.; VERRETH, J. A. J. Effect of stocking density and feeding level on energy expenditure and stress responsiveness in European sea bass *Dicentrarchus labrax*. **Aquaculture**, v. 298(3-4),p.245-250, 2010.
- MORIARTY, D.J.W. Control of luminous *Vibrio* sp. In penaeid aquaculture ponds, **Aquaculture**, v.164, p. 351-358, 1998.
- NIKOSKELAINEN, S.; SALMINEN, S.G.; BYLUND, G., OUWEHAND, A.C. Characterization of the properties o human-and-dairy-derived probiotics for prevention of infectious diseases in fish. **Applied and Environmental Microbiology**, v.67, n. 6, p. 2430-2435, 2001.
- NIMRAT, S.; BOONTHAI, T.; VUTHIPHANDCHAI, V. 2011 Effects of probiotic forms, compositions of and mode of probiotic administration on rearing of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) larvae and postlarvae. **Animal Feed Science and Technology**, v. 169, p.244-258.
- RHYNE, A.L.; TLUSTY, M.F.; SCHOFIELD, P.J.; KAUFMAN, L.; MORRIS Jr.; J.A.; BRUCKNER, A.W. Revealing the appetite of the marine aquarium fish trade: the volume and biodiversity of fish imported into the United States. **PLoS One**, v.7, n.5, e 35808, 2012.
- STEVENS, C. H.; CROFT, D. P.; PAULL, G. C.; TYLER, C. R. Stress and welfare in ornamental fishes: what can be learned from aquaculture?. **Journal of Fish Biology**, v.91, n.2, p.409-428, 2017.
- Steenbergen, L., Sellaro, R., van Hemert, S., Bosch, J. A., & Colzato, L. S. (2015). A randomized controlled trial to test the effect of multispecies probiotics on cognitive reactivity to sad mood. *Brain, Behavior, and Immu-*
- SUZER, C.; COBAN, D.; KAMACI, H.O.; SAKA, S.; FIRAT, K.; OTGUCUOĞ~LU, O.; KÜÇÜKSARI, H. 2008 *Lactobacillus* spp. bacteria as probiotics in gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) larvae: effects on growth performance and digestive enzyme activities. **Aquaculture**, v.280, p.140-145, 2008.
- TALPUR, A.D.; IKHWANUDDIN, M.; ABDULLAH, M.D.D.; BOLONG, A.A Indigenous *Lactobacillus plantarum* as probiotic for larviculture of blue swimming crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758): Effects on survival, digestive enzyme activities and water quality. **Aquaculture**, v. 416-417, p. 173-178, 2013.

VERSCHUERE, L., ROMBAUT, G., SORGELOOS, P., & VERSTRAETE, W. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. **Microbiology and molecular biology reviews**, v. 64, n. 4, p. 655-671, 2000.

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

WITTENRICH, M. L. The complete illustrated breeder's guide to marine aquarium fishes. **T.F.H. Publications**, Neptune, 2007.

ZENG, C.; SHAO, L.; RICKETTS, A.; MOORHEAD, J. The importance of copepods as live feed for larval rearing of the green mandarin fish *Synchiropus splendidus*. **Aquaculture**, v.49, p.65-71, 2018.

## CUSTO DE PRODUÇÃO DE EMPREENDIMENTO DE PEQUENO PORTE DE PEIXES ORNAMENTAIS EM MINAS GERAIS

Douglas da Cruz Mattos<sup>\*</sup>; Jaqueline dos Santos Mendonça; Breno Ribeiro da Silva; Manuel Vazquez Vidal Junior.

### RESUMO

O município Patrocínio do Muriaé é considerado desde a década de 1990, como maior polo produtor de peixes ornamentais do Brasil. A maior parte dos empreendimentos aquícolas da região são de produtores familiares que vivem exclusivamente da piscicultura ornamental, sem, no entanto, terem conhecimento do custo de produção das espécies de peixes por eles produzidas. Ressalta-se que conhecer os custos de produção é fundamental para a tomada de decisões que envolvem qualquer atividade produtiva, seja ela zootécnica, agrônômica, empresarial ou industrial. A fim de conhecer os custos de produção em propriedades típicas que produzem peixes ornamentais, foi desenvolvido este trabalho que objetivou avaliar os custos de produção de uma propriedade de pequeno porte na região de Patrocínio do Muriaé. Foi analisado o empreendimento de piscicultura ornamental que utiliza mão de obra contratada e produz unicamente a espécie *Betta splendens*. Os dados utilizados na pesquisa são decorrentes de uma pesquisa exploratória, onde os instrumentos utilizados foram entrevistas com o proprietário e funcionários da piscicultura avaliada. Dentre os parâmetros avaliados relativo ao custo de produção foram: custo operacional efetivo, custo fixo, custo variável e depreciação. Já para avaliação da rentabilidade, foram analisados a renda bruta, margem bruta total, margem de contribuição e ponto de equilíbrio. Por fim, conclui-se que a produção do peixe betta apresenta boa lucratividade mensal, ressaltando apenas que os peixes bettas fêmeas têm um custo de produção mais elevado que seu valor de venda, porém, não é possível se produzir apenas os machos, devido ao dimorfismo sexual dos peixes ocorrer somente após dois meses de cultivo e por fêmeas serem demandadas pelo mercado consumidor.

**Palavras-chave:** *Betta splendens*; Peixe Ornamental; Viabilidade Econômica; Piscicultura Ornamental.

---

<sup>\*</sup> Doutor em Ciência Animal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (Uenf). E-mail: douglas\_uenf@yahoo.com.br. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0840854277486506>

**ABSTRACT**

The municipality of Patrocínio do Muriaé has been considered since the 1990s as the largest producer of ornamental fish in Brazil. Most aquaculture enterprises in the region are family farmers who live exclusively on ornamental fish farming, but are not aware of the cost of producing the species of fish they produce. It should be emphasized that knowing the costs of production is fundamental for making decisions that involve any productive activity, be it zootechnical, agronomic, business or industrial. In order to know the costs of production in typical properties that produce ornamental fish, this work was developed to evaluate the production costs of a small property in the region of Patrocínio do Muriaé. It was analyzed the enterprise of ornamental fish farming that uses contracted labor and produces only the species *Betta splendens*. The data used in the research are derived from an exploratory research, where the instruments used were interviews with the owner and employees of the evaluated fish culture. Among the evaluated parameters related to the cost of production were: effective operating cost, fixed cost, variable cost and depreciation. In order to evaluate the profitability, the gross income, total gross margin, contribution margin and break-even point were analyzed. Finally, it is concluded that the production of betta fish presents good monthly profitability, emphasizing only that female bettas fish have a higher production cost than their sales value, however, it is not possible to produce only males, due to the sexual dimorphism of fish occur only after two months of cultivation and by females are demanded by the consumer market.

**Key words:** *Betta splendens*; Ornamental Fish; Economic Viability; Small Producers, Ornamental Fish Farm.

**1. INTRODUÇÃO**

A aquicultura é uma atividade em plena expansão no Brasil, onde em 2017 cresceu 8% ao ano, conforme descreve a Associação Brasileira da Piscicultura em seu anuário publicado em 2018 (PEIXEBR, 2018). Dentre os diversos ramos da aquicultura, a piscicultura (produção racional e sustentável de peixes), é considerada como sendo uma das mais importantes. Dentro da piscicultura podemos destacar a criação de peixes destinados a ornamentação de aquários e pequenos lagos (piscicultura ornamental) (AZEVEDO *et al.* 2010).

A piscicultura ornamental no Brasil teve início na década de 1920, no estado do Rio de Janeiro, com a chegada de um imigrante, filho de comerciante de peixes ornamentais no Japão, que trouxe em sua bagagem espécies de peixes ornamentais asiáticos (PESSOA, 2009). Até a década de 1940, a produção destes peixes estava limitada a propriedades neste estado, com o passar dos anos, foi expandida para o estado de São Paulo.

A produção de peixes ornamentais pode ser considerada uma das atividades aquícolas mais lucrativas, principalmente pelo fato do peixe ornamental ser vendido por unidade e não pelo seu peso, o que faz com que diversos exemplares atinjam altos valores monetários (WABNITZ *et al.* 2003).

Desde a década de 1990, o Brasil é um grande produtor de peixes ornamentais. Entre os anos 2003 a 2006, incentivado por aquecimento do setor de exportação no país, praticamente dobrou seu valor de exportação, saindo de US\$ 2,44 milhões em 2003 para US\$ 4,1 milhões em 2006 (RIBEIRO & FERNANDES, 2008). Em constante crescimento no ano de 2007, o Brasil foi considerado o 18º maior exportador de peixes ornamentais do mundo, com mais de US\$ 5 milhões em exportações (RIBEIRO *et al.* 2008). A informação mais recente a respeito da exportação de peixes ornamentais no Brasil é datada de 2009, no qual o então extinto Ministério da Pesca e Aquicultura informou no que no ano de 2009 houve US\$ 7,1 milhões de exportação dos peixes ornamentais no país (MPA, 2009).

Os estados brasileiros que se destacam no cultivo de peixes ornamentais são: Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Ceará, Pernambuco, Bahia, Santa Catarina e o Rio Grande do Sul, respectivamente. Estima-se que no Brasil existam cerca de 1.800 criadores de peixes ornamentais, desses 350 estão concentrados no estado de Minas Gerais, na região da Zona da Mata Mineira, na região de Muriaé, considerado o maior pólo produtor brasileiro de peixe ornamental. O município Patrocínio do Muriaé é um dos principais pólos produtores de peixes ornamentais do Brasil, pois possui quase cem produtores de peixes ornamentais. A maior parte destes, são produtores familiares, que vivem exclusivamente da piscicultura ornamental. Estes produtores, geralmente, desconhecem o custo de produção dos peixes ornamentais (CARDOSO, 2012).

O *Betta splendens* (Betta) é o peixe ornamental mais produzido no município de Patrocínio do Muriaé. Sua origem é do sudeste asiático (Tailândia e Malásia), sendo considerado um dos peixes ornamentais de águas tropicais mais belos, o que

o torna muito popular em todo o mundo (GIANNECCHINI, 2010). Em seu habitat natural, podem ser encontrados em campos de arroz, pequenos lagos e lugares com pouca renovação de água que proporciona ambientes com baixo teor de oxigênio dissolvido. Além do Betta, outros peixes são produzidos na região de Muriaé e merecem destaque, tais como: *Pterophyllum scalare* (acará-bandeira), *Poecilia velifera* (molinésia velífera var. albina), *Carassius auratus* (Kinguio var olho de bolha), *Symphysodon sp* (acará disco), dentre outros. Todos esses peixes são atrativos ao mercado consumidor por sua beleza, preços acessíveis e fácil disponibilidade para aquisição.

A piscicultura ornamental pode ser uma ótima alternativa para piscicultores familiares, pois os custos para a implantação dessa atividade são baixos e o retorno financeiro é elevado. Para alcançar uma produção satisfatória o produtor terá que dedicar seu tempo e empenho a produção, procurar estar sempre atualizado no que diz respeito ao manejo da espécie trabalhada e mercado consumidor, oferecendo animais de qualidade, para que assim ganhe preferência e possa ter uma boa movimentação de capital de giro (VIDAL, 2007). Entretanto, o gerenciamento das atividades de cultivos realizados por pequenos produtores e associações são marcadas por traços da ausência de contabilidade na gestão financeira, fato este que compromete a permanência desses produtores no mercado e em diversos casos leva a estagnação do cultivo e posterior desistência da atividade (NASCIMENTO *et al.* 2008).

Em função desses fatores, o presente trabalho busca apresentar a importância que possui um estudo do custo de produção para os produtores de peixes ornamentais de empreendimentos de pequeno porte (áreas com lâminas d'água menores que 5 hectares). Almeja-se ainda que este trabalho contribua com informações para possíveis modificações e que auxilie nas tomadas de decisões destes produtores, que possibilite o aumento da produtividade e consequentemente contribua para o crescimento da atividade e oportunize a maior geração de emprego e renda.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Neste estudo foram avaliados os custos de produção para uma piscicultura ornamental, localizada na região do município de Patrocínio do Muriaé-MG.

## 2.1. Fonte de dados

Para realizar o custo de produção do sistema de produção de peixes ornamentais, foram utilizados dados decorrentes de uma pesquisa exploratória, onde os instrumentos utilizados foram entrevistas com o proprietário e funcionários da piscicultura, no período de Novembro de 2014.

## 2.2. Descrição da área

O empreendimento avaliado está localizado na rodovia que liga a cidade de Patrocínio do Muriaé a cidade Barão do Monte Alto- MG. Tem uma área total de 50.000 metros quadrados (m<sup>2</sup>) (5.0 ha), sendo que 15.000 m<sup>2</sup> (1.5 ha) são destinados a piscicultura ornamental. Na propriedade há uma pequena fábrica de móveis rústicos, três casas, uma pequena produção de patos, chiqueiros, uma plantação de *Eucalyptus spp* em área declivosa, um terço da área total é destinado à proteção permanente, por terem declividade acima de 30°.

A piscicultura produz unicamente a espécie *Betta splendens* variedade *halfmoon*. Segundo os produtores a opção de ter o Betta como única espécie produzida está associada à boa adaptação desse peixe ao clima local, e ainda, a alta demanda no mercado consumidor. Estes são cultivados em dezoito estufas, no qual seis pessoas trabalham na produção, sendo três funcionários em tempo integral, dois ajudantes por meio período e o proprietário em tempo integral. Quando os produtores iniciaram na atividade produtiva de peixes ornamentais, não possuía nenhum trabalhador contratado, trabalhava apenas os familiares. Com o objetivo de aumentar a produção, surgiu a necessidade de contratação de mão-de-obra externa. Posterior a isto, conseguiram aumentar sua produção, na qual atualmente é considerada uma das maiores produtoras de peixe *betta* da região de Muriaé.

Para realização do cultivo, utilizam água de poço artesiano, fato este semelhante ao utilizado por diversos produtores da região.

Os produtores relataram que quando iniciaram na atividade de piscicultura ornamental havia uma grande preocupação por parte daqueles que já estavam na atividade, em relação à concorrência para as vendas. Com o tempo começaram a reconhecer que foi quando o número de produtores de peixes ornamentais cresceu que a atividade tomou forças, fazendo com que hoje a região seja reconhecida como um dos maiores polos produtores de peixes ornamentais do país.

Por volta do ano de 2004, esses produtores começaram uma parceria com a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – Uenf, o que permitiu o aprimoramento da tecnologia desenvolvida por eles para de criação dos peixes e ainda puderam contar com o apoio de conhecimento técnico na área de piscicultura ornamental.

**Quadro 1:** Principais características do empreendimento.

Descrição/ característica	Empreendimento
Área total	50.000m <sup>2</sup>
Área destinada à piscicultura	15.000m <sup>2</sup>
Área efetiva em estufas para Betta	3.240m <sup>2</sup>
Produção mensal	36.000 unidades
Estufas para produção do <i>B. splendens</i>	18 estufas
Mão de obra familiar	Trabalho familiar
Mão de obra externa em período integral	Há contratação
Mão de obra externa por meio período	Há contratação
Espécies produzidas	<i>B. splendens</i>
Fonte de água utilizada na produção	Poço artesiano

### 2.3. Custo operacional de produção

Para realizar a análise do custo de produção será utilizada o conceito descrito por MATSUNAGA *et al.* (1976), como sendo todas as despesas que o produtor possui, mais a depreciação dos equipamentos e o custo considerado para a mão de obra alcançar o custo operacional da produção.

De acordo com Martins & Borda (2004) o custo operacional total (COT) é composto por:

#### 2.3.1 Custo operacional efetivo (COE)

É o custo efetivo por ciclo, sendo considerado os seguintes fatores: mão de obra contratada para manutenção da estrutura, insumos necessários ao desenvolvimento da atividade, equipamentos para embalagem e tratamento dos peixes, transporte, eletricidade, ração e demais taxas que surgem ao longo do cultivo. Expresso em custo por unidade produzida:

$$\text{Custo de produção (R\$) unitário} = \frac{\text{custo operacional total (R\$)}}{\text{total de peixes produzidos (unid)}}$$

##### 2.3.1.1 Custo fixo

Os custos fixos não dependem da quantidade produzida, ou seja, os custos fixos não variam proporcionalmente ao volume de produção.

### **2.3.1.2 Custo variável**

Já os custos variáveis variam proporcionalmente ao volume de produção. Os custos variáveis aumentam à medida que a produção aumenta (VISINTIN,2014).

### **2.3.2 Depreciação**

A depreciação é o custo necessário para reposição de bens de capital quando estes se tornam inutilizados pelo desgaste físico ou pela perda de valor ao decorrer dos anos. Para a realização deste cálculo é utilizado um método linear:

$$D = \frac{V_{\text{inicial}} - V_{\text{final}}}{N}$$

Onde:

D= depreciação;

V inicial = valor do bem em reais;

V final= valor do bem após inutilização em reais;

N= período de vida útil em anos.

## **2.4 Rentabilidade**

Ainda foram calculados os valores de renda bruta mensal, margem bruta total, margem de contribuição e ponto de equilíbrio.

### **2.4.1 Renda bruta**

A renda bruta mensal é a remuneração dos fatores de produção sem os descontos de desembolso (HOJI, 2009).

$$\text{Renda bruta} = \text{produção total} \times \text{valor de venda unitário}$$

### **2.4.2 Margem bruta total**

A margem bruta total mensal representa o lucro quando os custos diretos e indiretos necessários para a produção são descontados da renda bruta (HOJI, 2009).

$$\text{Margem bruta total} = \text{renda bruta} - \text{coeficiente operacional total}$$

### 2.4.3 Margem de Contribuição

A margem de contribuição mensal indica ao produtor o quanto sobra das vendas para que ele pague os custos fixos e tenha lucro. Para encontrar a margem de contribuição deve-se subtrair a renda bruta mensal pelos custos variáveis totais mensais (BEZERRA & CAROLI, 2015).

$$\text{Margem de Contribuição} = \text{Renda Bruta Mensal} - \text{Custo Variável Total}$$

$$\text{Margem de Contribuição (\%)} = \left( \frac{\text{margem de contribuição}}{\text{renda bruta}} \right) \cdot 100$$

### 2.4.4 Ponto de Equilíbrio

Segundo Hoji (2009) através da margem de contribuição pode-se calcular o ponto de equilíbrio mensal. No ponto de equilíbrio as receitas resultantes das vendas se igualam à soma de todos os custos e despesas, o lucro é nulo. O ponto de equilíbrio a quantidade mínima que o produtor deve produzir e vender para que os custos se igualem a receita (PADOVEZE, 2009).

$$\text{Ponto de equilíbrio (R\$)} = \frac{\text{custo fixo total}}{\text{margem de contribuição (\%)}}$$

$$\text{Quantidade de peixes} = \frac{\text{ponto de equilíbrio (R\$)}}{\text{valor de venda do peixe}}$$

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 2 são descritos os valores de aquisição dos bens duráveis, valores após inutilização e vida útil para cada equipamento utilizado na produção de peixes ornamentais. Estes dados posteriormente foram utilizados para realização do cálculo de depreciação.

**Quadro 2: Bens duráveis utilizados na produção.**

Quantidade	Item	Aquisição (R\$)	Sucata (R\$)	Vida Útil (anos)
3	Estufa 60X6	55.000,00	210,00	10
12	Estufa 20x6	18.000,00	70,00	10
3	Estufa 40x 6	32.000,00	140,00	10
30	Baldes	7,00	0,00	3
1	Galpão	80.000,00	16.000,00	50
1	Caixa d'água	3.200,00	480,00	20
3	Seladora para sacos	650,00	100,00	10
1	Bomba de pressão	300,00	0,00	7
50000	Garrafas pets	0,05	0,00	10

1	Triturador de ração	700,00	140,00	10
3	Puçá	30,00	0,00	3

No quadro 3 são descritos os valores dos custos fixos e custos variáveis necessárias para produção de peixes Betta.

**Quadro 3: Custos fixos e custos variáveis na produção.**

<b>Custos fixos</b>	
<b>Descrição</b>	<b>R\$</b>
Energia	650,00
Salários Integrais	2.400,00
Salários Meio Período	600,00
Depreciação	4.128,40
Mão de obra familiar	1.600,00
<b>Total</b>	<b>9.378,40</b>
<b>Custos Variáveis</b>	
<b>Descrição</b>	<b>R\$</b>
Sacola 10x30	180,00
Sacola 40x60	119,60
Sal	120,00
Esterco Bovino	125,00
Ração Peixe Adulto	320,00
Ração Alevinos	120,00
Filho	10,00
Frete	320,00
<b>Total</b>	<b>1.314,60</b>

Os cálculos apresentados abaixo e no quadro 4 mostram os resultados mensais encontrados para: renda bruta; margem de contribuição, ponto de equilíbrio, custo de produção unitário e demais custos de produção da atividade.

Produção de *B. splendens*

1. Renda bruta mensal

a) *B. splendens* macho = 30.000 unid x R\$ 1,00/unid = R\$ 30.000,00

b) *B. splendens* fêmea = 6.000 unid x R\$ 0,20/unid = 1.200,00

**TOTAL = R\$ 31.200,00**

3. Margem de Contribuição: R\$ 29.885,40 = 95,79%

4. Ponto de Equilíbrio: R\$ 11.294,29

## 4.1. Ponto de equilíbrio em unidade animal:

O ponto de equilíbrio em valor monetário é R\$ 11.294,29, em quantidade de peixes esse valor representa 10.860 peixes machos e 2.172 peixes fêmeas. Para diferenciar esta quantidade de peixes de sexos diferentes, foi realizado o seguinte cálculo: são vendidos em média, por mês, 30.000 peixes macho e 6.000 unidades de peixes fêmea, uma proporção de 5:1.

Portanto:

6 peixes-----R\$ 5,20

x-----R\$ 11.294,29 (ponto de equilíbrio)

$x=13.031,87 \cong 13.032$  peixes

$$\text{Quantidade de peixes M e F} = \frac{13.032}{6 \text{ peixes M/F}} = 2.172 \text{ peixes}$$

Levando em consideração a proporção 5:1, teremos:

$2.172 \times 5 = 10.860$  peixes machos e 2.172 peixes fêmeas.

4. Custo por unidade produzida: R\$ 0,34

Quadro 4: Custo de produção mensal do empreendimento.

Especificação	Unidade	Total da Atividade
<b>1. RENDA BRUTA-RB Betta</b>		
Produção mensal <i>Betta</i> Macho	Unid	30.000,00
Produção mensal <i>Betta</i> Fêmea	Unid	6.000,00
<b>Total</b>	<b>R\$</b>	<b>31.200,00</b>
<b>2. CUSTOS DE PRODUÇÃO:</b>		
<b>2.1 Custo Operacional Efetivo- COE</b>		
Mão de obra contratada integral <sup>1</sup>	R\$	3.840,00
Mão de obra eventual <sup>2</sup>	R\$	600,00
Energia	R\$	650,00
Sacola 10x30	R\$	180,00
Sacola 40x60	R\$	119,60
Sal	R\$	120,00
Esterco	R\$	125,00
Ração para peixes adultos	R\$	320,00
Ração para alevinos	R\$	120,00
Fritilho	R\$	10,00
Frete	R\$	320,00
<b>Total do C.O.E.</b>	<b>R\$</b>	<b>6.404,60</b>
<b>2.2 Custo Operacional Total- COT</b>		

C.O.E.	R\$	6.404,60
Mão de obra familiar	R\$	1.600,00
Depreciação	R\$	3.153,40
<b>Total do C.O.T.</b>	<b>R\$</b>	<b>12.133,00</b>
<b>3. CUSTO UNITÁRIO DO BETTA</b>	<b>R\$</b>	<b>0,34</b>
<b>4. INDICADORES DE RESULTADOS</b>		
4.1 Margem Bruta Total (RB- COE)	R\$	24.795,40
4.2 Margem Líquida Total (RB- COT)	R\$	19.067,00
4.3 Margem de Contribuição (RB- CVT)	R\$	29.885,40
	%	95,79
4.4 Ponto de Equilíbrio	R\$	11.294,29
	<b>Betta macho</b>	<b>8.435</b>
	<b>Betta fêmea</b>	<b>1.687</b>

Legenda:<sup>1</sup> três funcionários que trabalham em tempo integral com salários mínimo mais encargos; <sup>2</sup> dois ajudantes que trabalham por meio período.

Nessa piscicultura, quando considerado o COT e a produção mensal de bettas, o custo de cada peixe é de R\$ 0,34. Os peixes machos e fêmeas possuem preços diferentes de venda, pois o macho se destaca da fêmea, com suas nadadeiras alongadas e coloridas, o que os tornam mais atraentes ao mercado. Os machos são vendidos a R\$ 1,00 cada unidade e as fêmeas R\$ 0,20 cada unidade. Desta forma, a comercialização dos Bettas fêmeas causam prejuízo, já que são vendidas a R\$ 0,20 cada unidade. Apesar deste fato, não se pode simplesmente deixar de produzir fêmeas, por motivos como: a) o mercado consumidor exige, mesmo que em menor quantidade, a produção de Bettas fêmea; b) só é possível notar o dimorfismo sexual dos juvenis quando esses estão com aproximadamente dois meses. Até que esses peixes atinjam dois meses haveria um consumo com custos de mão de obra, alimentação, espaço em estufa, energia, e todos outros custos necessários para a produção dos peixes; para então, poder descartar parte desses animais os custos das fêmeas que fossem descartadas teriam que ser incorporados ao custo de produção dos machos, o que não acontece, pois, segundo os produtores, é o mercado consumidor quem dita os preços na hora da venda. Há uma possibilidade de provocar a inversão sexual nos alevinos, mas o processo demanda muito tempo e mão de obra, que o tornaria muito dispendioso, pois o valor de venda dos animais é baixo, não trazendo uma remuneração compensatória para a inversão sexual. Ribeiro *et al.* 2010 afirma que a melhor maneira para diminuição dos custos de

produção nos peixes ornamentais é no investimento em novas tecnologias e no aprimoramento do manejo empregado, afirmando ainda que mesmo que espécies como betta já possuam um pacote tecnológico já desenvolvido, adequações e adaptações as demandas regionais do mercado consumidor são necessárias. Outra maneira para tentar aumentar o preço de venda dos bettas fêmeas seria a exportação destes organismos para outros países, tendo em vista que o Brasil é um dos maiores exportadores de peixes ornamentais de água doce (WHITTINGTON *et al.* 2000). Wimalasena *et al.* 2015 em pesquisa desenvolvida no Distrito de Kalutara no Sri Lanka, observou também problemáticas no momento do escoamento de determinadas espécies de peixes ornamentais, fato este que impossibilita o aumento do lucro com determinadas espécies, fato este semelhante ao encontrado no presente trabalho com os bettas fêmeas.

O ponto de equilíbrio nesta propriedade é de R\$ 11.294,29, o equivalente a 10.860 peixes machos, vendidos a R\$1,00; e 2.172 unidades de peixe fêmea vendidos a R\$0,20. A remuneração mensal para o produtor nessa propriedade será mão de obra familiar (R\$1.600,00) mais a margem líquida total (R\$19.067,00). O total corresponderá a R\$ 20.667,00, valor este equivalente a 28,54 salários mínimos mensais, com base no ano de 2014.

Quando se compara a quantidade de mão de obra utilizada na produção, com a quantidade de peixes produzidos, obtém-se uma produtividade de 6000 peixes por trabalhador.

#### **4. CONCLUSÃO**

A atividade indica boa lucratividade mensal, fato este que pode ser relacionado a alta aceitação do mercado consumidor a espécie *B. splendens*, principalmente por ser produzida desde a década de 1990 e possuir baixo valor de aquisição desses peixes na propriedade. Ressalta-se apenas que os bettas fêmeas são comercializadas a preço mais baixo que seu custo de produção, entretanto, produzir as fêmeas é necessário, pois o dimorfismo sexual destes peixes só é possível após dois meses de cultivo, a reversão sexual é muito trabalhosa e onera muito em seu custo e por ter demanda pelo mercado consumidor pelos bettas fêmeas. Por fim, reafirma-se a importância dos estudos de custo de produção, para apresentar aos produtores diretrizes de modificações na produção para aumentar a lucratividade. Sugere-se que seja realizado constantemente os estudos de custo de produção.

## 5. AGRADECIMENTOS

Ao produtor pela disponibilidade de ceder os dados e a Universidade Estadual do Norte Fluminense pelo apoio a pesquisa.

## 6. REFERÊNCIAS

AZEVEDO, F.S.R; CARLOS, M. T. L. E. ; FERNANDES, J. B. K. . Panorama do mercado de organismos aquáticos ornamentais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**, Rio Claro, 01 set. 2010.

BEZERRA, W. L.; CAROLI, A. A. de. Análise de custo, volume e lucro: uma perspectiva de controle gerencial nas micro e pequenas empresas. **Revista Eletrônica do Departamento de Ciências Contábeis e Departamento de Atuária e Métodos Quantitativos da FEA**, São Paulo, v. 2, n. 1, p.45-64, Jan-jun 2015.

CARDOSO, R.S et. al 2012. Caracterização socioeconômica da Aquicultura ornamental na região da zona da mata mineira, **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 38(1): 89-96. 2012.

GIANNECCHINI, G. **Fotoperíodo na reprodução de *Betta splendens***. Jaboticabal-SP:Unesp, 2010. 38 p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da Unesp, Campus Jaboticabal.

HOJI, M. Administração financeira e orçamentária: matemática financeira aplicada, estratégias financeiras, orçamento empresarial. 8ed. São Paulo: **Atlas**, 2009.

MARTINS, M.I.E.G.; BORBA, M.M.Z. **Custo de produção**. Jaboticabal: editora, 2004, p.22.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.E.N.; DULLEY, R.D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I.A, 1976. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA**. São Paulo. V. 23, n.1, 124-140.

MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura Brasil 2008-2009**. 101 p. 2009.

NASCIMENTO, C., FEY, V. A., KURCESKI, F. K. **A Importância do Planejamento societário para o Pequeno Produtor Aquícola: estudo Multicaso sobre a Maricultura Catarinense**. Florianópolis: Ufsc, 2008. 13 p

NASCIMENTO, C.; FEY, V.A.; KURCESKI, F.K. **A importância do planejamento societário para o pequeno produtor aquícola: estudo multicaso sobre a Maricultura Catarinense**. Florianópolis. UFSC, 2008. 13p.

- PADOVEZE, C.L. Contabilidade gerencial: um enfoque em sistema de informação contábil. 6 ed. São Paulo: **Atlas**, 2009.
- PEIXEBR. **Anuário PeixeBR da Piscicultura 2018**. São Paulo. 2018.
- PESSOA, J.A. **Piscicultura ornamental, mais do que um simples aquário**. ADAPEC em campo, website: [adapec.to.gov.br/paginas/info\\_15.pdf](http://adapec.to.gov.br/paginas/info_15.pdf) .
- RIBEIRO, F.A.S.; CARLOS, M.T.L.E.; FERNANDES, J.BK. Panorama do mercado de organismos aquáticos ornamentais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**, Rio Claro, 01 set. 2010.
- RIBEIRO, F.A.S; FERNANDES, JB.K. Sistema de criação de peixes ornamentais. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, setembro-outubro, p. 34-39, 2008.
- RIBEIRO, F.A.S; JÚNIOR, J.R.C; FERNANDES, J.B.K; NAKAYAMA, L. Comércio brasileiro de peixes ornamentais. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 110, p 54-59, 2008.
- VIDAL JÚNIOR, M.V. **Produção de peixes ornamentais**. Viçosa-MG, CPT, 2007, 234p.
- VISINTIN, A.; MOREIRA, K. R.; ANDREAN, V. A utilização da contabilidade de custos para a formação do preço de venda em uma micro e pequena empresa. **Revista de Ciências Gerenciais**, Curitiba, v. 16, n. 24, p.87-106, 05 Maio 2014.
- WABNITZ, C., Taylor, M., Green, E., Razak, T., 2003. **From ocean to aquarium: the global trade in marine ornamental species**, UNEP-WCMC, Cambridge, UK. pp:9.
- WHITTINGTON, M.; PEREIRA, M. A. M.; GONÇALVES, M. Uma Investigação ao Comércio de Peixe Ornamental em Moçambique. **Relatório Para A Unidade de Gestão Costeira, Micoa**, Maputo,, p.1-28, fev. 2000.
- WIMALASENA, H.D.; MAHEEPALA, M.M.A.S.; AMARALAL, K.H.M.I. An analysis of profitability of freshwater ornamental fish growing in cement tanks and mud ponds. **Journal of the National Aquatic Resources Research and Development Agency**, v 44. 2015

## **EFEITOS DO HORMÔNIO 17-A-METILTESTOSTERONA EM FÊMEAS ADULTAS DE *Betta splendens* (REGAN, 1910)**

Augusto Sardá Vieira, Fernanda Regina da Silva, Alcinea Malzete Correia, Poliana Ribeiro dos Santos e Anita Rademaker Valença\*

### **RESUMO**

As razões para o controle sexual em peixes são diferenças de crescimento entre os sexos, controle de população e características ornamentais. Este experimento teve como objetivo analisar os efeitos do uso de hormônio andrógeno em fêmeas adultas de *Betta splendens*. O hormônio 17-alfa-metiltestosterona (MT) foi adicionado à ração comercial na dosagem de 32 microgramas de MT/g de ração. A inclusão do hormônio na ração foi feita através da metodologia descrita por Hendry et al. (2003). As fêmeas de *Betta splendens* utilizadas nesta pesquisa foram obtidas com um criador comercial. Para manutenção dos animais foi usado um sistema semelhante a um banho-maria composto de oito aquários com volume útil de 10 litros (L) de água onde eram imersos recipientes plásticos com volume útil de 1,5 L de água contendo uma fêmea. Ao todo foram utilizadas 20 fêmeas por tratamento divididas em cinco fêmeas por aquário. A disposição dos recipientes e dos aquários no laboratório foi inteiramente casualizada. As fêmeas foram submetidas a dois tipos de tratamento: um com ração sem hormônio e o outro com adição de hormônio. A ração foi oferecida duas vezes ao dia por um período de 90 dias. Os critérios para determinação do sexo foram: avaliação visual das nadadeiras caudal, ventral e anal; coloração dos animais; ovopositor e ocorrência de construção de ninhos de bolhas. Para análise das gônadas foram capturadas aleatoriamente, de ambos os tratamentos, três fêmeas no início do experimento (dia 1), no dia 30, no dia 60 e no dia 90. Os peixes foram sacrificados, para retiradas das gônadas para observações macroscópicas e microscópicas, e fixados em solução de Davidson, o material foi cortado e corado com hematoxilina-eosina, sendo analisado em microscópio óptico para identificação da regressão ovariana e/ou formação testicular. Não houve diferença significativa em relação ao comprimento (cm) e peso (g) entre os tratamentos controle e com hormônio. Apenas a sobrevivência do tratamento com

---

\* Bióloga e doutora em Oceanografia. Professora e Coordenadora do Curso de Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: anita.valenca@ufsc.br Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1111981506079801>

hormônio foi menor quando comparada a do tratamento controle. Nas amostras com hormônio, do período de 90 dias, as gônadas apresentaram uma atresia folicular intensa, o que pode caracterizar uma reorganização celular para uma possível mudança gonadal. Os resultados histológicos não foram conclusivos para determinar a mudança de sexo gonadal. Os resultados deste trabalho não foram conclusivos para demonstrar se a masculinização fenotípica de fêmeas adultas por meio do andrógeno MT é eficiente em *B. splendens*, as fêmeas masculinizadas apresentaram fenótipos e comportamentos masculinos incompletos.

**Palavras-chave:** Masculinização; Inversão Sexual; Peixe Ornamental.

## **ABSTRACT**

The reasons for sexual control in fish are differences of growth between the sexes, population control and ornamental features. The objective of this experiment was to analyze the effects of the use of androgen hormone on adult *Betta splendens* females by administering the hormone 17-alpha-methyltestosterone (MT) through diet. The hormone was added to commercial feed at a dosage of 32 micrograms MT / g feed. The inclusion of the hormone in the diet was done through the methodology described by Hendry et al. (2003). The *Betta splendens* females used in this research were obtained from a commercial breeder. For maintenance of the animals a water bath-like system was used consisting of eight aquariums with a useful volume of 10 liters (L) of water where plastic containers were immersed with a useful volume of 1.5 L of water containing a female. Twenty females were used per treatment divided into five females per aquarium. The arrangement of containers and aquaria in the laboratory was completely randomized. Females were submitted to two types of treatment: one with hormone-free diet and the other with hormone addition. The ration was offered twice a day for a period of 90 days. The criteria for determining the sex were: visual evaluation of the caudal, ventral and anal fins; coloring of animals; and the occurrence of bubble nest construction. For the gonads, three females were randomly collected at the beginning of the experiment (day 1), day 30, day 60 and day 90. The fish were sacrificed for removal of the gonads for macroscopic and microscopic observations, and fixed in Davidson's solution, the material was cut and stained with hematoxylin-eosin and analyzed under an optical microscope for the identification of ovarian regression and / or testicular formation.

There was no significant difference in length (cm) and weight (g) between control and hormone treatments. Only the survival of the hormone treatment was lower when compared to the control treatment. In the hormone samples from the 90-day period, the gonads presented intense follicular atresia, which may characterize a cellular reorganization for a possible gonadal change. The histological results were not conclusive to determine the change of gonadal sex. The results of this work were not conclusive to demonstrate if the phenotypic masculinization of adult females through the MT androgen is efficient in *B. splendens*, the masculinized females showed incomplete male phenotypes and behaviors.

**Keywords:** Masculinization; Sexual Inversion; Ornamental Fish.

## 1. INTRODUÇÃO

O peixe beta (*Betta splendens*), também conhecido como "peixe de briga", pertence à Família Osphronemidae (FishBase, 2008). É originário da Ásia onde é encontrado naturalmente em regiões alagadiças com águas estagnadas e pobres em oxigênio, como brejos, pântanos e campos de plantação de arroz.

Em 1874, foram introduzidos na Europa (França) e, em 1910, nos Estados Unidos. Os peixes importados, tanto na Europa quanto na América do Norte, eram indivíduos selvagens, os quais apresentavam uma coloração discreta e menor tamanho. As variações de cores e tamanhos existentes nos dias atuais foram conseguidas a partir do trabalho de aquaristas e produtores (Faria *et al.*, 2006).

As linhagens comerciais atualmente encontradas são o resultado de uma longa seleção feita por criadores visando a dois aspectos distintos: a produção de peixes com características fenotípicas desejáveis, como belas nadadeiras e corpo colorido com reflexos metálicos e iridescentes, e a criação de peixes mais agressivos para serem utilizados em torneios de luta (mais comuns no Sudeste Asiático), sendo que esses exemplares normalmente apresentam nadadeiras curtas e são de maior tamanho (Faria *et al.*, 2006).

As técnicas de produção de proles monosexuais de peixes através do uso de hormônios são bastante difundidas. As principais razões para o controle sexual em peixes são: diferenças de crescimento entre os sexos, controle de população (Schmelzing e Gall, 1991; Abucay e Mair, 1997; Wassermann e Afonso, 2003) e

características ornamentais (Low *et al.*, 1994; Arslan e Phelps, 2003; Turan, Çek e Atik, 2005).

Quando comparados com outros vertebrados, o fenótipo dos peixes é fácil de ser alterado em virtude de sua alta plasticidade sexual, tornando possível a existência de peixes com seu sexo fisiológico ou fenotípico diferente do seu sexo genotípico, ou peixes que naturalmente mudam de sexo (Piferrer e Lim, 1997). Esta plasticidade vem sendo altamente explorada na aquicultura para obtenção de populações monosexo (Hunter e Donaldson, 1983).

Estudos histológicos têm auxiliado a definir o período lábil da diferenciação sexual, durante o qual o hormônio esteróide deve ser administrado. Para o *B. splendens* foi determinado que a diferenciação ocorre entre 3 a 30 dias pós-eclosão (Pandian e Sheela, 1995). Este período de diferenciação das gônadas em betas corresponde a larvicultura, fase de maior mortalidade devido ao diminuto tamanho da boca e alta sensibilidade das larvas, o que causa dificuldades para a administração do hormônio para inversão sexual. Portanto, a inversão sexual em indivíduos mais velhos, fase da vida em que os animais estão mais resistentes, é altamente interessante para a produção monosexo.

A retirada cirúrgica da gônada de adultos de *B. splendens* (Noble e Kumpf, 1936; Lowe e Larkin, 1975) levou a uma inversão sexual bem sucedida. Estes experimentos cirúrgicos demonstraram que as células germinais de fêmeas de peixes adultos, cujas gônadas já estavam maduras e diferenciadas, ainda conservavam uma bipotencialidade sexual.

O uso do hormônio 17  $\alpha$ -metiltestosterona (MT), tem ação anabólica e androgênica em peixes, porém, seus efeitos no crescimento e comportamento reprodutivo em fêmeas adultas de *B. splendens* ainda são pouco conhecidos.

Na produção de *B. splendens*, o sexo de maior valor comercial é o macho, por possuírem coloração mais pronunciada e nadadeiras maiores (Kavumpurath e Pandian, 1993; Cesar *et al.*, s.d.). O preço de um macho pode ser quatro vezes maior ao de uma fêmea (Piferrer e Lim, 1997). Como os custos de produção são similares para ambos os sexos, esta grande diferença no preço torna o cultivo de populações exclusivamente masculinas atraente economicamente.

Portanto, devido à bipotencialidade das gônadas de fêmeas adultas e ao maior valor comercial de machos os objetivos deste trabalho foram estudar os efeitos do hormônio 17  $\alpha$ -metiltestosterona sobre as características sexuais secundárias

(fenótipo), crescimento e o comportamento reprodutivo de fêmeas adultas de *B. splendens*.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As fêmeas de *Betta splendens* utilizadas nesta pesquisa foram obtidas com um criador comercial. Para manutenção dos animais foi usado um sistema semelhante a um banho-maria composto de oito aquários com volume útil de 10 L de água onde eram imersos recipientes plásticos com volume útil de 1,5 L de água contendo uma fêmea (Figura 1). Ao todo foram utilizadas 20 fêmeas por tratamento, distribuídas em cinco fêmeas por aquário, cada fêmea individualizada no recipiente de 1,5 L. A disposição dos recipientes e dos aquários no laboratório foi inteiramente casualizada.



Figura 1: Sistema utilizado para manutenção dos peixes durante o experimento.

Para analisar os efeitos do hormônio 17- $\alpha$ -metiltestosterona (MT) em fêmeas de *B. splendens* o método adotado para administração do hormônio foi através da alimentação, adicionando-o em ração comercial com 40% de proteína bruta. Para o processo de inclusão de MT na ração foi utilizada a metodologia descrita por Hendry, Martin-Robichaud e Benfey (2003). Foi utilizada a dosagem de 32  $\mu$ g de MT/g de ração. Essa concentração de hormônio foi anteriormente determinada por KIM (2007). O tratamento controle consistiu em ração com adição de álcool, seguindo o mesmo processo da inclusão de hormônio na ração, porém sem o hormônio.

A ração com hormônio e a ração controle foram administradas aos peixes por 90 dias, duas vezes ao dia, até a saciedade aparente.

A cada três dias houve a troca total da água dos recipientes. A temperatura do banho-maria foi mantida em 26 °C, sendo verificada diariamente, e os parâmetros de qualidade de água (pH e amônia total e tóxica) eram mensurados uma vez por semana.

Os critérios para determinação do sexo foram: avaliação visual do crescimento das nadadeiras caudal, ventral e anal; conformação do corpo; presença de ovopositor e ocorrência de construção de ninhos de bolhas.

Biometrias foram realizadas a cada 30 dias até o final do experimento, sendo analisados o peso e o comprimento total. Os dados foram analisados estatisticamente com a ajuda do teste de Tukey (teste-t) e one-way ANOVA, a probabilidade de  $P < 0,05$  foi considerada significativa.

Para análise das gônadas foram capturadas aleatoriamente, de ambos os tratamentos, três fêmeas no início do experimento (dia 1), no dia 30, no dia 60 e no dia 90. Os peixes foram sacrificados para retiradas das gônadas. Estes foram fixados em solução de Davidson, em água doce sem ácido acético, por 24 a 48 horas, à temperatura ambiente, sendo depois transferidos para álcool 70%. Posteriormente, as gônadas foram cortadas e coradas, para caracterização macroscópica em ovários, testículo ou gônada indeterminada. Em seguida, com o emprego de técnicas usuais de preparação de cortes histológicos, o material foi cortado com aproximadamente 7  $\mu\text{m}$  de espessura e corado com hematoxilina-eosina, sendo analisado em microscópio óptico para identificação da regressão ovariana e/ou formação testicular. Os cortes foram fotografados para facilitar a comparação.

### **3. RESULTADOS**

Não houve diferença significativa em relação ao comprimento (cm) e peso (g) entre os tratamentos controle e com hormônio (Figuras 2 e 3). Apenas a sobrevivência do tratamento com hormônio foi menor quando comparada a do tratamento controle. A taxa de sobrevivência no tratamento controle foi de 100%, enquanto nos tratamentos com administração de hormônio a sobrevivência foi de 75%.

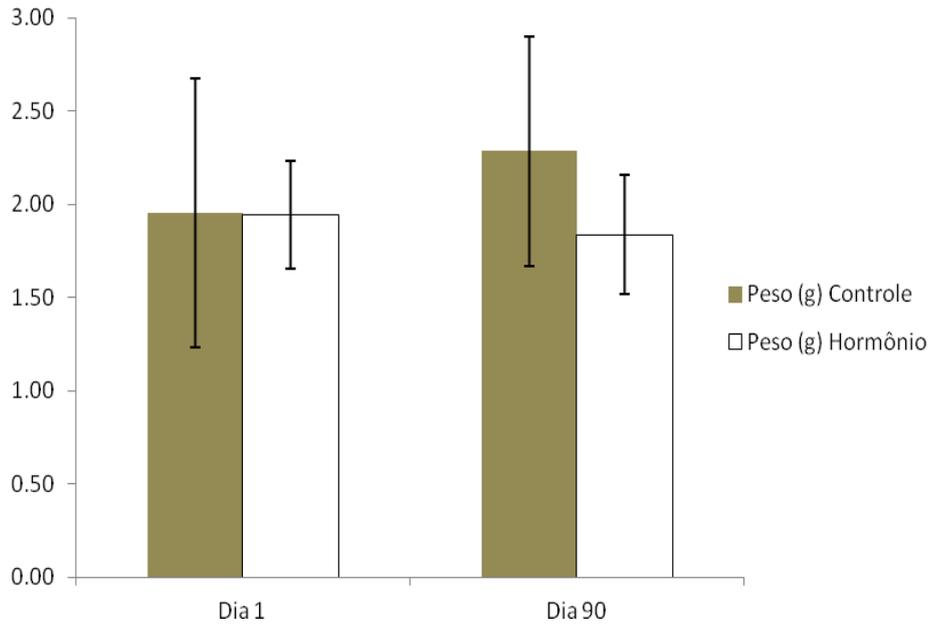


Figura 2: Médias dos pesos ( $\pm$  desvio padrão) das fêmeas de *Betta splendens* submetidas aos tratamentos sem e com adição de 32  $\mu$ g de hormônio 17- $\alpha$ -metiltestosterona (MT)/g de ração. Não houve diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de significância.

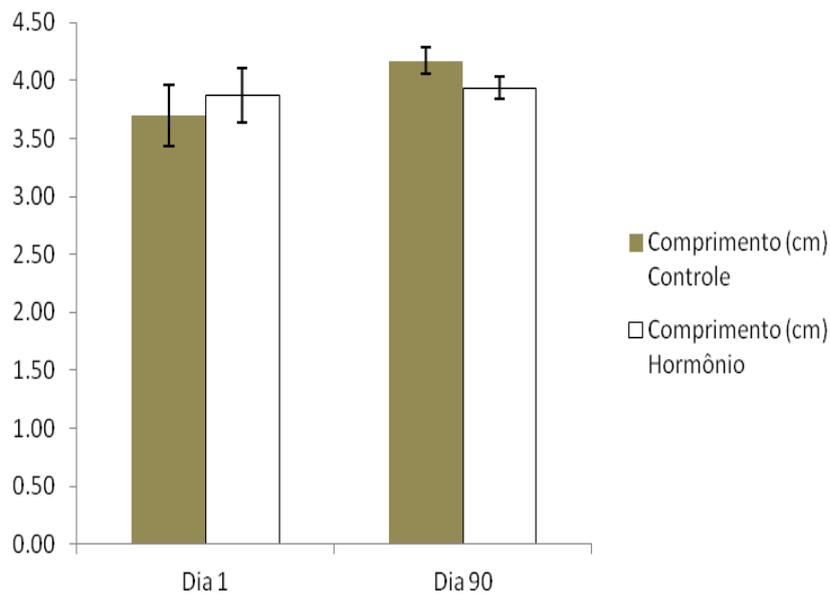
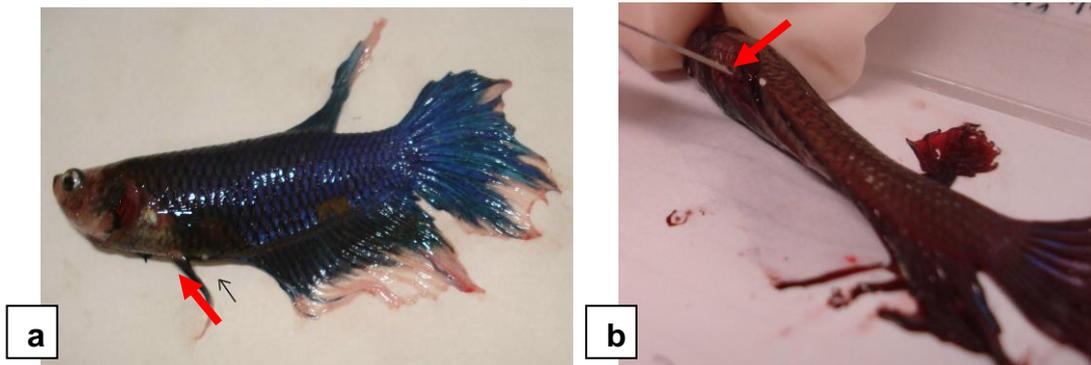


Figura 3: Médias dos comprimentos ( $\pm$  desvio padrão) das fêmeas de *Betta splendens* submetidas aos tratamentos sem e com adição de 32  $\mu$ g de hormônio 17- $\alpha$ -metiltestosterona (MT)/g de ração. Não houve diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de significância.

Observando as Figuras 4a e 4b, abaixo, algumas fêmeas do tratamento hormonal apresentaram corpo arredondado, semelhante ao de fêmeas normais,

porém com um grande crescimento das nadadeiras, assemelhando-se as nadadeiras de um macho normal.

Além disso, algumas fêmeas do tratamento com hormônio, mesmo apresentando características fenotípicas de macho, continuaram apresentando o ovopositor, característica típica de fêmeas maduras, como pode ser observado também nas Figuras 4a e 4b.



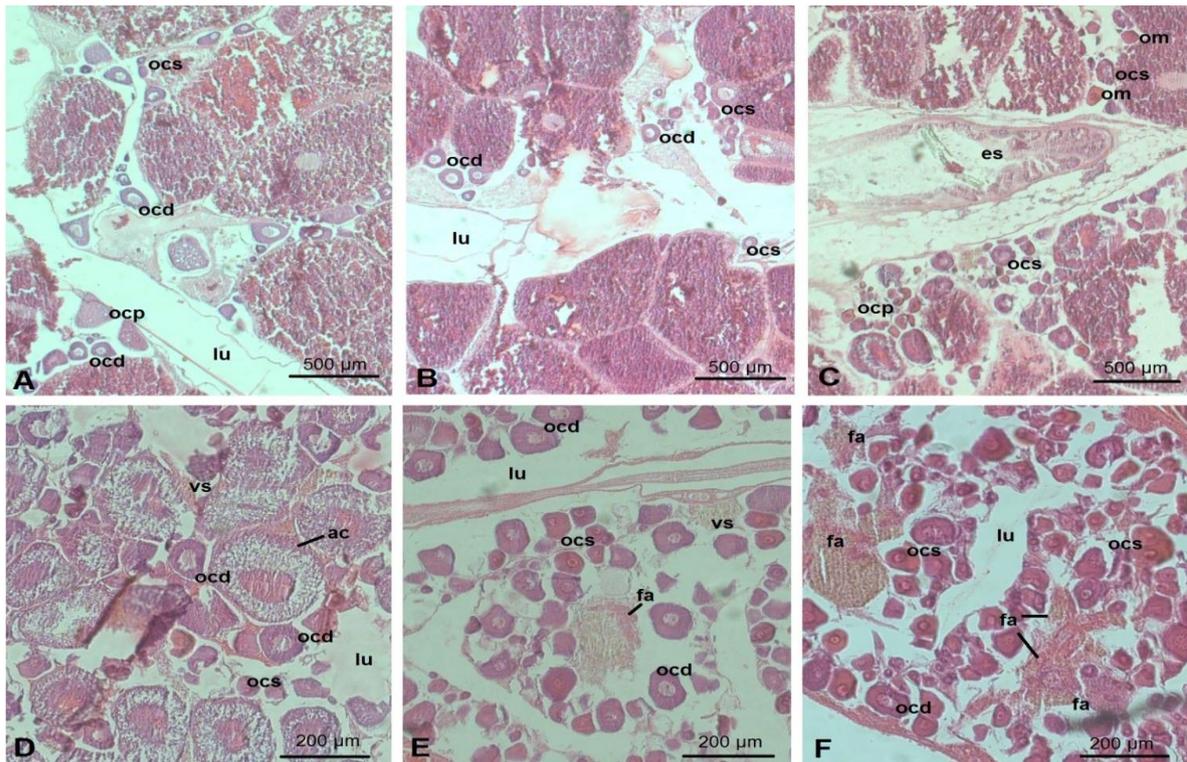
Figuras 4a e 4b: Ovopositor aparente em fêmeas submetidas ao tratamento hormonal.

A partir do quinto dia de experimento, foi observada a presença de ninhos de bolhas (Figura 5) nos tratamentos com hormônio.



Figura 5: Demarcado em linha vermelha um ninho de bolha construído por fêmea submetida ao tratamento com hormônio.

Observando as lâminas (Figuras 6), os cortes do período de 60 e 90 dias com hormônio (Figuras 6: E-F) apresentaram atresia folicular intensa, podendo caracterizar uma reorganização celular para uma possível mudança gonadal.



Figuras 6: Fases reprodutivas das fêmeas de *Betta splendens*: **A-B-C) Fêmeas sem hormônio.** Apto á desova. Notar presença de oócitos completamente desenvolvidos ou em maturação. Oócitos em crescimento primário e secundário também estão presentes. **D-E-F) Fêmeas com hormônio.** Apto á desova com Regressão: Presença de oócitos completamente desenvolvidos e oócitos em crescimento secundário. Vasos sanguíneos de grande calibre, folículos atrésicos em grande quantidade e algumas atresias, num estágio avançado de absorção podem estar presentes. **ac**=alvéolo cortical; **fa**=folículo atrésico; **lu**=lúmen; **ocd**=oócito completamente desenvolvido; **ocp**=oócito em crescimento primário; **ocs**=oócito em crescimento secundário; **om**=oócito em maturação; **vs**=vaso sanguíneo. Coloração hematoxilina-eosina.

#### 4. DISCUSSÃO

O controle do sexo fenotípico em peixes é possível porque, enquanto o sexo genético é determinado na fecundação, a determinação do sexo fenotípico é mais tardia, e ocorre através do desenvolvimento de células germinais primordiais (Cesar *et al.*, s.d.).

O controle sexual é tipicamente realizado por exposição do peixe indiferenciado sexualmente a esteróides exógenos (Piferrer, 2001). Pesquisas dos efeitos da MT na produção de proles monosssexuais masculinas de *B. splendens* têm demonstrado influências negativas no crescimento e sobrevivência dos indivíduos, porém com taxas de inversão próximas a 100% (Kavumpurath e Pandian 1993; Kirankumar e Pandian, 2002).

Segundo Pandian, Sheela e Kavumpurath (1994) a inversão sexual para machos ou masculinização gera um grande estresse em peixes culminando em altas taxas de mortalidade e crescimento menor em relação ao indivíduo normal. Neste trabalho não houve diferenças significativas no crescimento dos peixes alimentados sem e com adição de hormônio a ração. Porém, a sobrevivência foi menor para indivíduos que ingeriram ração com hormônio.

Aspectos comportamentais na reprodução (Jaroensutasinee e Jaroensutansinee, 2001; Jaroensutasinee e Jaroensutansinee, 2003; Snekser, McRobert e Clotfelter, 2006) e da agressividade (Halperin *et al.*, 1998; Higa e Simm, 2004; Verbeek, Iwamoto e Murakami, 2007) foram amplamente estudados em *B. splendens*. Neste trabalho observou-se que as fêmeas tratadas com hormônio masculinizante construíram ninho de bolhas, comportamento típico de machos da espécie, o que também foi observado em outros trabalhos (BADURA & FRIEDMAN, 1988; KIM, 2007) onde constataram um comportamento masculinizado quando há a administração de hormônios andrógenos.

No entanto, George e Pandian (1998) trataram molinésia *Poecilia sphenops* com MT a diferentes dosagens e observaram que a frequência da atividade de cortejamento decresceu com o aumento da dosagem.

Kirankumar e Pandian (2002) estudaram o efeito da imersão em MT na reprodução de *B. splendens* masculinizados. Larvas com idade entre 2 a 8 dias pós-eclosão foram submetidos a banhos de imersão em soluções de MT a diferentes dosagens. Estas larvas foram cultivadas em laboratório até a maturidade sexual. Além de um crescimento menor em relação aos indivíduos sem tratamento, os neomachos atingiram 3,5 cm de comprimento total em comparação aos 6,0 cm dos machos sem tratamento, estes também apresentaram menor contagem de espermatozoides, e abraço nupcial incompleto durante acasalamento, o que levou a uma redução de 30% a 50% na fecundidade por acasalamento, quando comparado ao acasalamento de machos sem tratamento.

O presente experimento demonstrou que as fêmeas alimentadas com hormônio apresentaram peso e comprimento igual às sem tratamento (controle), diferente do que foi observado por Kirankumar e Pandian (2002), e aspectos comportamentais reprodutivos de macho.

Os resultados deste trabalho não foram conclusivos para demonstrar se a masculinização fenotípica de fêmeas adultas por meio do andrógeno MT é eficiente

em *B. splendens*, as fêmeas masculinizadas apresentaram fenótipos e comportamentos masculinos incompletos.

## 5. CONCLUSÕES

O tratamento hormonal demonstrou ser estressante para os peixes, mais pesquisas devem ser realizadas no intuito de desenvolver um protocolo de masculinização de fêmeas adultas de *Betta splendens* mais adequado e que resulte em maior sobrevivência.

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao pesquisador e professor Silvano Garcia (CEPC/EPAGRI; UNIVALI – Itajai, SC) pela confecção e fornecimento da ração e do hormônio utilizado nesta pesquisa.

A bióloga Ana Lucia pelo auxílio na preparação das gônadas para os cortes histológicos.

A professora Aimê Rachel Magalhães pelo material fornecido e disponibilização da estrutura e pessoal do laboratório de histologia do NEPAQ.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abucay, J. S.; Mair, G. C. (1997) Hormonal sex reversal of tilapias: implications of hormone treatment application in closed water systems. *Aquaculture Research* **28**, 841 – 845.

Arslan, T.; Phelps, R. P. (2003) Masculinization of bluegill *Lepomis macrochirus* by multiple androgen immersion and effect of percutaneous permeation enhancers. *Journal of the World Aquaculture Society* **34**, n. 3, 403-411.

Cesar, M. P.; Murgas, L. D. S.; Araújo, R. V.; Drummond, C. D. (S. D.). Métodos para obtenção de população monosexo na piscicultura. Boletim Agropecuário n. 69. 27 p. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BADURA, L. L.; FRIEDMAN H.. **Sex reversal in female *Betta splendens* as a function os testosterone manipulation and social influence.** Journal of Comparative Psychology, vol. 102, nº 3, 262-268, 1988.

Faria, P. M. C.; Crepaldi, D. V.; Teixeira, E. A.; Ribeiro, L. P.; Souza, A. B.; Carvalho, D. C.; Melo, D. C.; Saliba, E. O. S. (2006). Criação, manejo e reprodução de *Betta splendens*. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, **30** (3/4), 134-149. Disponível em [www.cbra.org.br](http://www.cbra.org.br).

Fishbase. (2008). *Betta splendens*. *Siamese fighting fish*. Acessado em 20 de julho de 2008. Disponível em: <http://www.fishbase.org/Summary/speciesSummary.php?ID=4768&genusname=Betta&speciesname=splendens>.

George, T.; Pandian, T. J. (1998). Dietary administrations of androgens induces sterility in the female-heterogametic black molly, *Poecilia sphenops* (Cuvier & Valenciennes, 1846). *Aquaculture Research*, **29**, 167-175.

Halperin, J. R. P., Giri, T., Elliott, J. e Dunham, D. W. (1998) Consequences of hyper-aggressiveness in Siamese fighting fish: cheaters seldom prospered. *Animal Behavioral* **55**, 87–96.

HENDRY, C. I., MARTIN-ROBICHAUD, D. J., BENFEY, T. J.. **Hormonal sex reversal of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.)**. *Aquaculture* 219, 769 – 781, 2003.

Higa, J.J. & Simm, L.A. (2004) Interval timing in Siamese fighting fish (*Betta splendens*). *Behavioural Processes* **67**, 501–509.

Hunter, G. A.; Donaldson, E. M. (1983) Hormonal sex control and its application to fish culture. In: W. S. Hoar, D. J. Randall and E. M. Donaldson, eds, *Fish Physiology*, vol. **IX B**, New York: Academic Press, p. 223-303.

Jaroensutasinee, M., & Jaroensutasine, K. (2001) Bubble nest habitat characteristics of wild Siamese fighting fish. *Journal of Fish Biology* **58**, 1311 – 1319.

Jaroensutasinee, M. & Jaroensutasine, K. (2003) Type of intruder and reproductive phase influence male territorial defence in wild-caught Siamese fighting fish. *Behavioural Processes* **64**, 23 – 29.

KAVUMPURATH, S.; PANDIAN, T. J.. **Determination of labile period and critical dose for sex reversal by oral administration of estrogens in *Betta splendens*.** Indian Journal of Experimental Biology 31, 16 – 20, 1993.

KIM, F. J. P.. **Efeitos do hormônio 17- $\alpha$ -metiltestosterona na masculinização do peixe *Betta splendens* Regan, 1910.** Recife-PE. 2007. 48p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Kirankumar, S.; Pandian, T. J. (2002) Effect on growth and reproduction of hormone immersed and masculinized fighting fish *Betta splendens*. *Journal of Experimental Zoology* **293**, 606 – 616.

Lowe, T. P.; Larkin, J. R. (1975) Sex reversal in *Betta splendens* Regan with emphasis on the problem of sex determination. *Journal of Experimental Zoology* **191**, n. 1, 25 – 32.

Noble, G. K.; Kumpf, K. F. (1936). The sexual behaviour and secondary sex characters of gonadectomized fish. *Anat. Suppl. Record*, **67**, 113-116.

Low, W. P., Theo, S. H., Lim, L. C. & Phang, C. H. (1994) Anabolic and androgenic effects of 17  $\alpha$ -methyltestosterone on guppies. *Singapore Journal of Primary Industry* **22**, 81 – 89.

Pandian, T. J., Sheela, S. G.; Kavumpurath, S. (1994) Endocrine sex reversal in fishes: Masculinization evokes greater stress and mortality. Research Communications. *Current Science* **66**, n. 3, 240 – 243.

Pandian, T. J.; Sheela, S. G. (1995) Hormonal induction of sex reversal in fish. *Aquaculture* **138**, 1– 22.

PIFERRER, F.; LIM, L. C.. **Application of sex reversal technology in ornamental fish culture**. *Aquarium Sciences and Conservation* 1, 113 – 118, 1997.

Piferrer, F. (2001) Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. *Aquaculture* **197**, 229 – 281.

Schmelzing, T. O.; Gall, G. A. E. (1991). Use of 17  $\alpha$ -methyltestosterone to sex inverse gynogenic female rainbow trout. *Journal of Applied Ichthyology* **07**, 120–128.

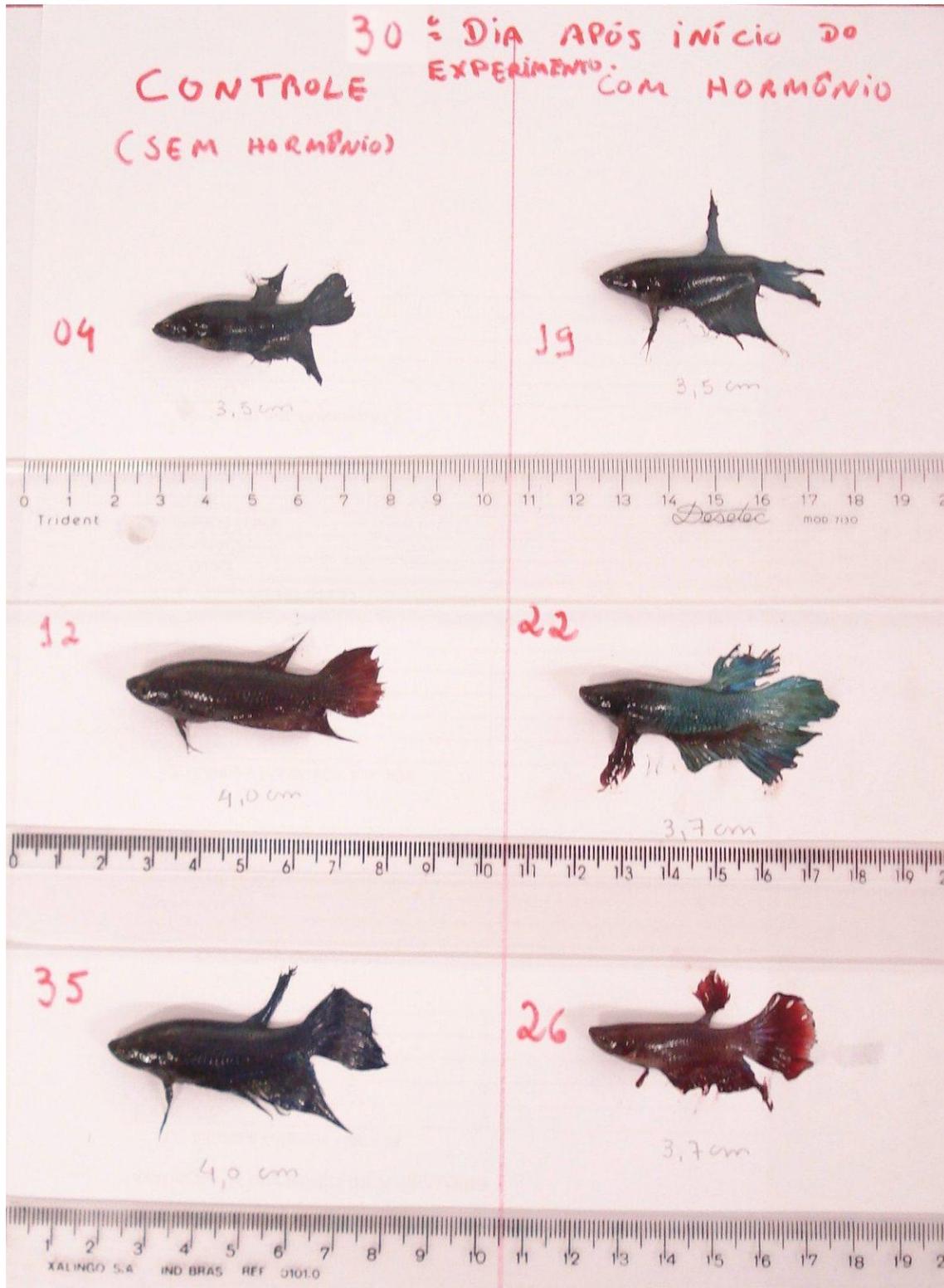
Snekser, J. L., McRobert, S. P.; Clotfelter, E. D. (2006) Social partner preferences of male and female fighting fish (*Betta splendens*). *Behavioural Processes* **72**, 38 – 41.

Turan, F., Çek, S.; Atik, E. (2005) Production of monosex guppy *Poecilia reticulata* by 17 $\alpha$ -methyltestosterone. Short Communication. *Aquaculture Research* **39**, 1 – 4.

Verbeek, P., Iwamoto, T.; Murakami, N. (2007) Differences in aggression between wild-type and domesticated fighting fish are context dependent. *Animal Behavior* **73**, 75-83.

Wassermann, G. J.; Afonso, L. O. B. (2003) Sex reversal in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) by androgen immersion. *Aquaculture Research* **34**, 65 – 71.

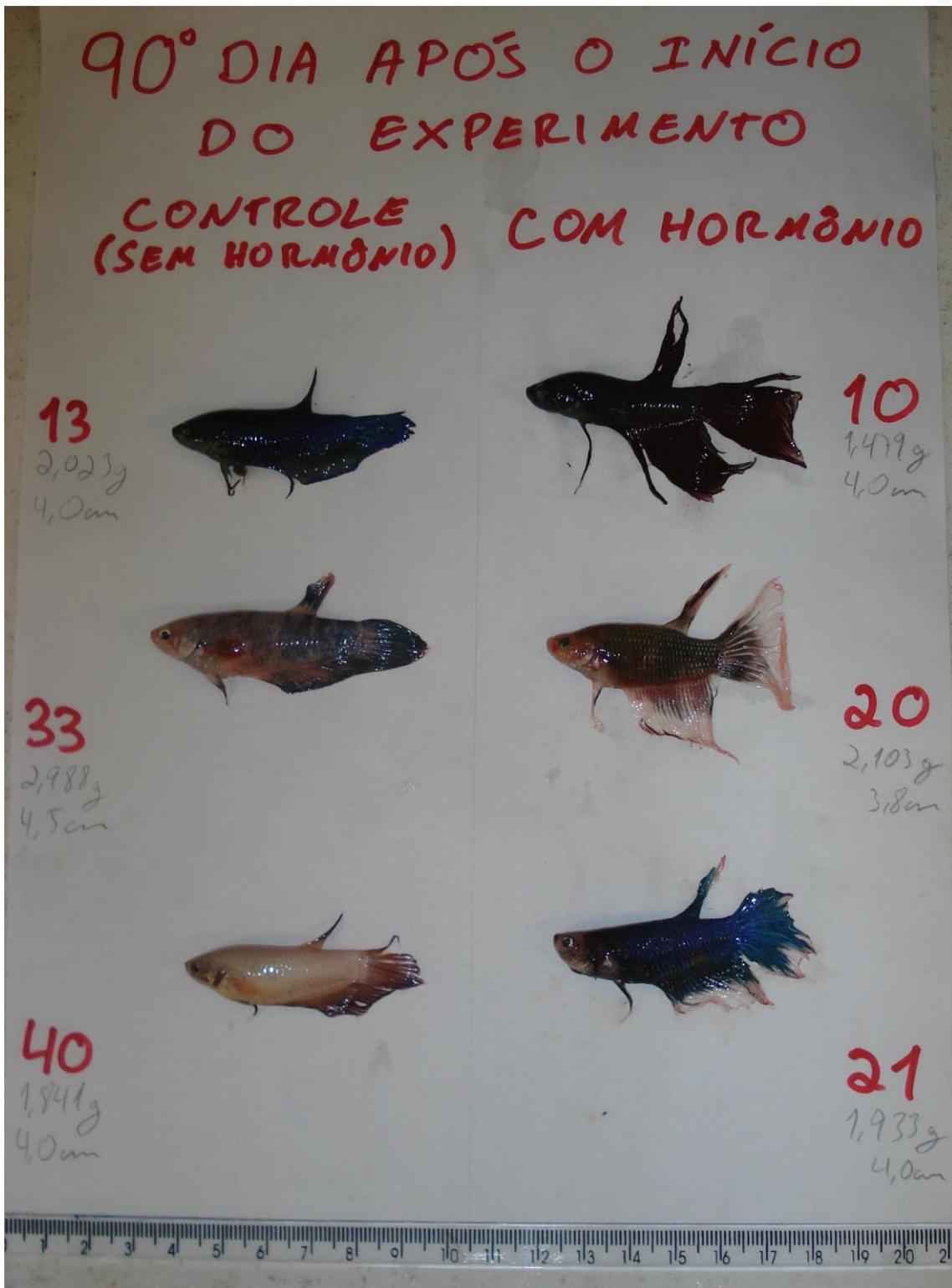
## 8. ANEXOS



Anexo 1a: 1ª biometria realizada no 30º dia do experimento.



Anexo 1b: 2ª biometria realizada no 60º dia do experimento.



Anexo 1c: 3ª biometria realizada no 90º dia do experimento.

## **SELETIVIDADE ALIMENTAR POR LARVAS DE CATFISH (*Ictalurus punctatus*) NOS PRIMEIROS DIAS DE ALIMENTAÇÃO EXÓGENA**

Atanásio Alves do Amaral\* ; Meire Thuller de Lima

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade alimentar do catfish, nos primeiros dias da alimentação exógena. Para essa avaliação, plâncton e larvas de catfish foram coletadas diariamente, durante os cinco primeiros dias e no nono dia de alimentação exógena. Os estômagos das larvas foram retirados e analisados sob microscópio de luz. Os resultados mostraram que as larvas consomem diferentes organismos zooplancctônicos, durante o desenvolvimento, optando por organismos menores (rotíferos e náuplios de copépodos), nos primeiros dias, e por cladóceros e copépodos adultos, quando maiores. Os copépodos adultos destacam-se como item principal na dieta.

**Palavras-chave:** Alimento Vivo, Bagre Americano, Dieta.

### **ABSTRACT**

The objective of this work was to evaluate the dietary selectivity of catfish in the first days of exogenous feeding. For this evaluation, plankton and catfish larvae were collected daily during the first five days and on the ninth day of exogenous feeding. The stomachs of the larvae were removed and analyzed under a light microscope. The results showed that larvae consume different zooplanktonic organisms during the development, opting for smaller organisms (rotifers and nauplii of copepods) in the early days, and opting for cladocerans and adult copepods, when larger. Adult copepods stand out as the main item in the diet.

**Keywords:** Live Food, Catfish, Diet.

### **1. INTRODUÇÃO**

Um dos principais entraves para o avanço da aquicultura é a obtenção de

---

\* Doutor em Aquicultura, Professor Titular-Livre, Laboratório de Ecologia Aquática e Produção de Plâncton, Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre. E-mail: atanasio@ifes.edu.br. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9661440138834807>. ORCID: 0000-0002-3110-2929

larvas de boa qualidade, em grande escala, e a correta alimentação, nos primeiros dias de vida (SANTINÓN et al., 2010). Sendo assim, a larvicultura em laboratório permite investigações mais detalhadas sobre os hábitos, preferências alimentares e comportamento das larvas.

A alimentação é um dos aspectos mais importantes a serem estudados, nos primeiros estágios de vida dos peixes, pois atua diretamente na estrutura das populações. O conhecimento da dieta é fundamental para a compreensão da estrutura trófica das comunidades, para a conservação das espécies e para o cultivo desses animais em cativeiro (AGOSTINHO; GOMES, 1997; SILVA, 2007).

As larvas de peixes desempenham papel importante nos ecossistemas aquáticos, pois servem como alimento para outros animais e se alimentam de fitoplâncton, zooplâncton ou outras fontes de alimento, tanto animal quanto vegetal, de acordo com a espécie (ESTEVES, 2011; MENDONÇA et al., 2015).

A seletividade é um comportamento que determina a escolha do alimento mais apropriado às necessidades do peixe. A presença de determinado tipo de alimento nos estômagos não significa, necessariamente, que se trata do alimento preferido, tendo em vista que ele pode ter sido ingerido somente por estar disponível, enquanto o alimento preferido estiver ausente, pouco frequente ou difícil de capturar (DRENNER et al., 1978; CYRUS, 1988 apud MARQUES et al., 2007).

O *Ictalurus punctatus* (Siluriformes, Ictaluridae) é uma espécie nativa da América do Norte, comumente utilizada em sistemas de criação no Brasil, onde é conhecido popularmente como catfish, bagre americano e bagre do canal. É um peixe de couro que apresenta barbilhões sensitivos e possui hábito alimentar onívoro. Sobre a seletividade alimentar desta espécie em condições de cativeiro, a literatura é praticamente inexistente (SOUZA et al., 2005; LARA-RIVERA et al., 2015).

O catfish tem grande importância na aquicultura nacional, pois trata-se de um peixe com padrões zootécnicos pertinentes e de fácil aceitação no mercado consumidor, sendo assim, é necessário desenvolver e aplicar técnicas de aprimoramento em sua na larvicultura.

A importância ecológica deste estudo é evidenciada pelo fato de que tratando-se de um peixe exótico, existem muitos cuidados a serem tomados visando um equilíbrio ecológico evitando a fuga do mesmo para os corpos d'água, assim não ocorrendo a introdução deste em ambientais naturais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade alimentar do catfish, nos primeiros dias da alimentação exógena.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em um dos viveiros do setor de piscicultura do Instituto Federal do Espírito Santo IFES – campus de Alegre, no período de setembro a outubro de 2013, utilizando-se larvas de catfish oriundas de reproduções realizadas nas instalações do próprio instituto.

O recolhimento da desova procedeu-se assim que foi percebido o acontecimento da mesma, e esta foi cuidadosamente coletada e transferida a um balde para o transporte até as incubadoras, onde permaneceram até a eclosão das larvas.

As larvas foram transferidas das incubadoras para calhas de fibra, após sua eclosão, e mantidas até o término do vitelo. Após o consumo do conteúdo vitelínico, as larvas foram estocadas em um hapa de 4 m<sup>3</sup> dentro de um viveiro escavado de 800 m<sup>2</sup>, sendo este previamente adubado, com esterco curtido de bovinos na proporção de 2 kg/m<sup>2</sup>, para a proliferação de organismos planctônicos. Os animais foram mantidos em hapa com abundância de alimento natural (plâncton) disponível, e as coletas foram iniciadas assim que as larvas abriram a boca e começaram a buscar alimento exógeno.

Diariamente foram coletadas 10 larvas para análise do conteúdo estomacal em diferentes horários (Tabela 1), durante os cinco primeiros dias e a última coleta foi realizada após três dias.

Coletas do plâncton presente na água foram realizadas nos mesmos horários das diferentes coletas de larvas, assim como a mensuração dos parâmetros físico-químicos da água. As amostras de plâncton foram analisadas com o auxílio do microscópio de luz, realizando-se a contagem por subamostragem (1 mL), para se determinar a densidade dos organismos presentes na água.

Os estômagos das larvas foram retirados, com o auxílio de estiletes, e foram abertos, para a identificação dos itens alimentares, que foram contados em câmara de Sedgwick-Rafter, utilizando-se um microscópio estereoscópico Physis, com aumento de 45 x.

<b>Dia</b>	<b>Horários</b>
1°	6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 h
2°	9 h e 16 h
3°	9 h e 16 h
4°	9 h e 16 h
5°	9 e h 16 h
9°	9 h

O conteúdo estomacal foi analisado pelo método qualitativo de frequência de ocorrência (FO), no qual o número de peixes que contém determinado item é expresso como porcentagem do total de peixes examinados (BOWEN, 1992), no qual o número de vezes que cada item ocorre é tratado como porcentagem do número total de ocorrência de todos os itens (HYNES, 1950). E pelo método quantitativo de denominado numérico (N), expresso pela proporção de cada categoria alimentar em relação ao número total de itens alimentares encontrados em toda a amostra.

Foram utilizadas diferentes metodologias para determinação da seletividade alimentar. Métodos qualitativos e quantitativos, assim como Frequência de Ocorrência, Análise Numérica, Grau de Preferência Alimentar conforme BRAGA (1999) e o Índice de Seletividade Alimentar conforme PALOHEIMO (1975).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A qualidade da água é um dos fatores mais importantes para o sucesso do cultivo de organismos aquáticos (VINATEA ARANA, 2004). Ela é determinada por fatores físicos (temperatura, cor, turbidez e condutividade), químicos (pH, alcalinidade, dureza e gases dissolvidos) e biológicos (produção primária e secundária), que variam ciclicamente, no período de vinte e quatro horas (PÁDUA, 2001; VINATEA ARANA, 2004). Esses fatores são influenciados pelos aspectos geomorfológicos, pelo clima e pela morfometria dos viveiros (SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

Nesse trabalho, a qualidade da água não afetou a sobrevivência das larvas, pois, no decorrer do experimento, não ocorreu mortalidade. Os valores das variáveis analisadas permaneceram dentro dos limites recomendados para o cultivo de

peixes, com exceção da condutividade elétrica e da amônia, que ficaram um pouco acima do recomendado (Tabela 2).

**Tabela 2** – Valores das variáveis físico-químicas da água

Variáveis	Média ± DP	Valores de referência
pH	7,9 ± 0,8	7,0 a 8,5
Temperatura (°C)	25,3 ± 3,1	25 a 30
Transparência (cm)	30 ± 1,9	30 a 40
Oxigênio dissolvido (mg/ L)	11,4 ± 7,1	≥ 5
Condutividade elétrica (µs/cm)	127,6 ± 4,9	20 a 100
Alcalinidade (mg/ L)	58,0 ± 2,8	30 a 50
Dureza Total (mg/ L)	109,0 ± 4,2	70 a 150
Amônia (mg/ L)	0,056 ± 0,01	≤ 0,02
Nitrito (mg/ L)	0,041 ± 0,01	≤ 1,0
Nitrato (mg/ L)	0,031 ± 0,01	≤ 10,0
Fósforo total (mg/ L)	0,078 ± 0,1	≤ 0,030

Fonte: elaborada pelos autores. Valores de referência conforme Proença e Bittencourt (1994), Sipaúba-Tavares (1995), Ono e Kubitzka (2003) e Brasil (2005).

A Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabeleceu nove classes de qualidade de água, em função dos principais usos (BRASIL, 2005). De acordo com essa Resolução, as águas destinadas ao cultivo de organismos aquáticos para alimentação humana devem se manter no padrão da Classe 2.

Quanto à seletividade alimentar, foram observadas mudanças em relação à frequência de ocorrência e à frequência numérica dos itens alimentares presentes no estômago, em relação à idade das larvas (Tabela 3). As larvas, no início da alimentação exógena, apresentaram, no trato digestório, maior frequência de ocorrência para os itens *Mesocyclops* sp. (Crustacea, Copepoda, Cyclopoida), *Brachionus falcatus* (Rotifera) e *Diaphanosoma* sp. (Crustacea, Cladocera), respectivamente. A maior quantidade ingerida no primeiro dia, foi verificada para o rotífero *B. falcatus*, mas, à medida em que as larvas se desenvolveram, verificou-se o predomínio dos copépodos *Mesocyclops* sp. adultos.

**Tabela 3** - Frequência de ocorrência (FO) % e Frequência Numérica (N)% para cada item alimentar identificado no estômago de *Ictalurus punctatus*

ITEM	1° dia		2° dia		3° dia		4° dia		5° dia		9° dia	
	FO	N	FO	N	FO	N	FO	N	FO	N	FO	N
<b>Alga unicelular</b>	0	0	5	2,4	5	2,4	5	2,4	10	3,4	10	2,2
<i>Closterium</i> sp.												
<b>Filo Rotifera</b>												
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0	0	5	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. caudatus</i>	0	0	0	0	0	0	10	4,7	0	0	0	0
<i>B. falcatus</i>	28,3	25,9	0	0	5	2,4	5	2,4	0	0	0	0
<i>Filinia</i> sp.	1,7	0,9	0	0	5	2,4	0	0	0	0	0	0
<i>Polyarthra</i> sp.	5	2,7	5	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Crustacea Cladocera</b>												
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	21,7	17,8	10	7,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diaphanosoma</i> sp.	26,7	19,6	30	19	15	7,1	25	11,9	5	1,1	30	3,3
<b>Crustacea Copepoda</b>												
Náuplio	10	6,2	25	11,9	30	21,4	10	4,7	10	2,2	40	10,9
<i>Argyrodiaptomus</i> sp.	10	5,3	20	9,5	50	30,9	75	69,0	60	21,3	70	20,6
<i>Mesocyclops</i> sp.	30	20,5	55	35,7	40	30,9	85	204,8	80	69,6	100	63,0
<b>Insecta Diptera</b>												
Chironomidae (larva)	1,7	0,9	15	9,5	5	2,4	10	4,7	10	2,2	0	0

A análise do conteúdo estomacal pelo método numérico, no primeiro dia de alimentação exógena, mostrou que o item alimentar *Mesocyclops* sp. (N = 20,5%), teve uma participação menor, na dieta, em relação ao rotífero *B. falcatus* (N = 25,9%), embora com pequena diferença. A análise da frequência de ocorrência, por sua vez, mostrou que o item *Mesocyclops* sp. (FO = 30%) foi mais representativo que o item *B. falcatus* (FO = 28,3%), também com pequena diferença. O fato de as larvas terem consumido maior número de rotíferos do que de copépodos pode ser

explicado pelo menor tamanho dos rotíferos, sendo necessários muitos indivíduos para satisfazer uma larva.

Bowen (1992) afirma que os dados de frequência de ocorrência descrevem a uniformidade com que cada grupo de peixes seleciona sua dieta, mas não indica a importância dos vários tipos de alimentos selecionados. Apesar da dominância numérica, o item *Mesocyclops* sp. se destacou pela FO, caracterizando a uniformidade com que esteve presente na dieta. Esta uniformidade está relacionada à sua distribuição e à provável seletividade alimentar por este item (AMEZAGA-HERRAN, 1988 apud ARAGÃO, 2003)

É possível afirmar que o item *Mesocyclops* sp. foi mais representativo (Tabela 3), com as maiores taxas de frequência de ocorrência para todos os dias do experimento, com exceção do terceiro dia, em que o item *Argyrodiaptomus* sp. totalizou 50% da FO, mas, em quantidade, apresentou os mesmos valores para ambos. De maneira geral, o grupo que apresentou maior abundância de itens consumidos foram os copépodos (75,6%), seguidos por cladóceros (12,9%), rotíferos (8%), quironomídeos (2%) e pela alga unicelular *Closterium* sp. (Chlorophyta, Zignemaphyceae) (1,5%) (item não listado na Tabela 3).

Leite e Araújo-Lima (2000) analisando dieta de larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre*, na Amazônia Central, encontraram copépodos ciclopídeos como item principal da dieta inicial das larvas, e larvas de quironomídeos, como item principal da dieta das larvas de peixes com maior tamanho. Os cladóceros permaneceram como item secundário na dieta.

Alguns organismos podem ser ingeridos somente por estarem disponíveis, enquanto o alimento preferido estiver ausente, pouco frequente ou difícil de capturar, já que existem vários fatores que podem influenciar na seleção de presas pelos peixes, como o tamanho da boca, a acuidade visual e a habilidade natatória. Todos esses fatores estão relacionados com as mudanças morfológicas decorrentes do desenvolvimento ontogenético. No período larval, ocorrem intensas transformações morfológicas, que conduzem a mudanças na dieta, ou mesmo na utilização do habitat (MARQUES, 2007).

A aplicação da metodologia descrita por Paloheimo (1975), para o Índice de Seletividade Alimentar. Foram observadas seleções positivas ou negativas (Tabela 5) para determinado item, seguido de sua taxa de consumo normalizada (NFR).

**Tabela 5** - Seletividade alimentar das larvas de *Ictalurus punctatus* (índice de PALOHEIMO) em relação as espécies planctônicas (A= 1ºd, B= 2ºd, C= 3ºd)

ESPÉCIES POSITIVAMENTE SELECIONADAS		ESPÉCIES NEGATIVAMENTE SELECIONADAS	
1/n= 0,083			
NFR		NFR	
<i>Filinia</i> sp.	0,100	<i>Closterium</i> sp.	0,000
<i>Diaphanosoma</i> sp.	0,200	<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,000
Calanoida adulto	0,100	<i>Brachionus caudatus</i>	0,000
Cyclopoida adulto	0,300	<i>Brachionus falcatus</i>	0,000
Chironomidae (larva)	0,100	<i>Polyarthra</i>	0,000
		<i>Ceriodaphnia</i> sp.	0,000
		Náuplio	0,000
A			
ESPÉCIES POSITIVAMENTE SELECIONADAS		ESPÉCIES NEGATIVAMENTE SELECIONADAS	
1/n= 0,083			
NFR		NFR	
<i>Diaphanosoma</i> sp.	0,182	<i>Closterium</i> sp.	0,000
Náuplio	0,091	<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,045
Calanoida adulto	0,136	<i>Brachionus caudatus</i>	0,000
Cyclopoida adulto	0,364	<i>Brachionus falcatus</i>	0,000
Chironomidae (larva)	0,136	<i>Filinia</i> sp.	0,000
		<i>Polyarthra</i>	0,000
		<i>Ceriodaphnia</i> sp.	0,000
B			
ESPÉCIES POSITIVAMENTE SELECIONADAS		ESPÉCIES NEGATIVAMENTE SELECIONADAS	
1/n= 0,083			
NFR		NFR	
<i>Diaphanosoma</i> sp.	0,188	<i>Closterium</i> sp.	0,000
Calanoida adulto	0,313	<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,000
Cyclopoida adulto	0,250	<i>Brachionus caudatus</i>	0,000
		<i>Brachionus falcatus</i>	0,063
		<i>Filinia</i> sp.	0,063
		<i>Polyarthra</i>	0,000
		<i>Ceriodaphnia</i> sp.	0,000
		Náuplio	0,000
		Chironomidae (larva)	0,000
C			

**Tabela 5:** (continuação) Seletividade alimentar das larvas de *Ictalurus punctatus* (índice de PALOHEIMO) em relação as espécies planctônicas (D= 4ºd, E= 5ºd, F= 9ºd)

ESPÉCIES POSITIVAMENTE SELECIONADAS		ESPÉCIES NEGATIVAMENTE SELECIONADAS		
1/n= 0,083				
NFR		NFR		
D	Calanoida adulto	0,273	<i>Closterium</i> sp.	0,015
	Cyclopoida adulto	0,621	<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,000
			<i>Brachionus caudatus</i>	0,000
			<i>Brachionus falcatus</i>	0,015
			<i>Filinia</i> sp.	0,000
			<i>Polyarthra</i>	0,000
			<i>Ceriodaphnia</i> sp.	0,000
			<i>Diaphanosoma</i> sp.	0,045
			Náuplio	0,015
			Chironomidae (larva)	0,015
ESPÉCIES POSITIVAMENTE SELECIONADAS		ESPÉCIES NEGATIVAMENTE SELECIONADAS		
1/n= 0,083				
NFR		NFR		
E	Calanoida adulto	0,222	<i>Closterium</i> sp.	0,067
	Cyclopoida adulto	0,689	<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,000
			<i>Brachionus caudatus</i>	0,000
			<i>Brachionus falcatus</i>	0,000
			<i>Filinia</i> sp.	0,000
			<i>Polyarthra</i>	0,000
			<i>Ceriodaphnia</i> sp.	0,000
			<i>Diaphanosoma</i> sp.	0,000
			Náuplio	0,022
			Chironomidae (larva)	0,000
ESPÉCIES POSITIVAMENTE SELECIONADAS		ESPÉCIES NEGATIVAMENTE SELECIONADAS		
1/n= 0,083				
NFR		NFR		
F	<i>Closterium</i> sp.	2,000	<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,000
	<i>Diaphanosoma</i> sp.	3,000	<i>Brachionus caudatus</i>	0,000
	Náuplio	10,000	<i>Brachionus falcatus</i>	0,000
	Calanoida adulto	19,000	<i>Filinia</i> sp.	0,000
	Cyclopoida adulto	58,000	<i>Polyarthra</i>	0,000
			<i>Ceriodaphnia</i> sp.	0,000
			Chironomidae (larva)	0,000

De acordo com o Índice de Seletividade Alimentar, os itens selecionados positivamente em maior intensidade foram os copépodos ciclopoídes e calanoídes, pois apareceram em todos os dias com valores NFR chegando a 19,000 e 58,000 ( $1/n= 0,083$ ), respectivamente, no 9º dia.

Sipaúba-Tavares (1993) fazendo testes de seletividade alimentar com larvas de tambaqui e tambacu, verificou que as larvas destas espécies, com seis dias de idade, tinham preferência por *Diaphanosoma* sp. (Cladocera), enquanto aos 19 dias de idade tinham preferência pelo grupo dos copépodos, que eram as presas mais abundantes, cuja população era constituída, em sua maioria, por náuplios. A autora ainda destaca que o fator determinante para o alto consumo, não foi apenas a disponibilidade, mas também a seleção positiva para este item, nesta idade. A seletividade alimentar pode variar com a composição do plâncton disponível e, quando os cladóceros são mais abundantes, os copépodos são rejeitados (Sipaúba-Tavares (1993).

Durante a realização deste trabalho, havia disponibilidade de copépodos na dieta, sendo este um dos principais fatores que levou ao maior consumo desta espécie. Mesmo apresentando baixa disponibilidade o rotífero *Filinia* sp. e Chironomidae, foram selecionados positivamente no primeiro dia, pelo índice de Paloheimo (1975). Contradizendo à sua baixa frequência de ocorrência e frequência numérica, mas quando relacionados à densidade dos organismos no ambiente, eles são positivamente selecionados.

Em um experimento de seletividade alimentar, com juvenis das espécies *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas*, Matheus (2006) encontrou resultados semelhantes para ambas espécies, que apresentaram preferência alimentar e seleção positiva para as larvas do díptero *Aedes aegypti* e para os microcrustáceos cladóceros *Daphnia laevis* e *Ceriodaphnia silvestrii*.

Os resultados desse trabalho fogem ao padrão de alimentação descritos por Matheus (2006) e Sipaúba-Tavares (1993), que relatam a preferência de peixes de água doce por cladóceros. Nesse trabalho, os cladóceros constituem um item de preferência secundária.

#### 4. CONCLUSÃO

Conforme o esperado, as larvas de *catfish* apresentaram mudança na preferência alimentar, à medida que se desenvolviam. Porém, ao contrário do esperado, as larvas preferiram os copépodos ciclopoídeos, em detrimento dos cladóceros.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao Ifes – Campus de Alegre, pela disponibilização do laboratório e do viveiro de piscicultura.

#### 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. Ictiofauna de dois reservatórios do rio Iguaçu em diferentes fases de colonização: Segredo e Foz do Areia. In: Agostinho, A. A.; Gomes, L. C. (Ed.). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: Eduem, 1997. p. 275-292.
- ARAGÃO, V. A. **Métodos de análise de conteúdo estomacal. Estudo de caso: *Acanthurus coeruleus* (Bloch & Schneider, 1801) -Teleostei, Acanthuridae - na Reserva Biológica do Atol das Rocas.** 2003. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Biologia Marinha) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha da Universidade Federal Fluminense, 2003.
- BASILE-MARTINS, M. A. **Criação de organismos para alimentação de larvas de peixes.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, São Carlos: ABRAQ, 1984. p. 97-100, 1984.
- BEHR, E. R.; RADUNZ NETO, J.; TRONCO, A. P.; FONTANA, A. P. Influência de diferentes níveis de luminosidade sobre o desempenho de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) (Quoy e Gaimard, 1824) (Pisces Pimelodidae). **Acta Sci. Biol. Sci.**, v. 21, n. 2, p. 325-330, 1999.
- BOWEN, S. H. Quantitative description of the diet. In: NIELSEN, L. A.; JOHNSON, D. L. **Fisheries Techniques.** Blacksburg, Virgínia: American Fisheries Society, Southern Printing Company, 1992. p. 325-336.
- BRAGA, F. M. S. O grau de preferência alimentar: um método qualitativo e quantitativo para o estudo do conteúdo estomacal de peixes. **Acta Scientiarum**, p. 21, n. 2, p. 291-295, 1999.
- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce.** Jaboticabal: FINEP, 1992.
- DIAS, T. C. R., CASTAGNOLLI, N., CARNEIRO, D. J. Alimentação de larvas de pacu com dietas naturais e artificiais. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE

AQUICULTURA, 6., e SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5., 1988.

**Anais...** Florianópolis: ABRAq, 1988.

ESQUIVEL GARCIA, J. R. E. **Crescimento do *Ictalurus punctatus* em quatro densidades de estocagem nas condições climáticas do litoral de Santa Catarina-Brasil.** Florianópolis, SC: UFSC. 1992. 60 p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1992.

ESTEVES, F. de A. (Coord.) **Fundamentos de Limnologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FERMIN, A. C.; SERONAY, G. A. Effects of different illumination levels on zooplankton abundance, feeding periodicity, growth and survival of Asian sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch), fry in illuminate floating nurseery cages. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 157, n. 3, p. 227-237, 1997.

FREGADOLLI, C.H. Seleção alimentar de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 e tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 em laboratório. **Bol. Tec. CEPTA**, Pirassununga, v. 6, n. 1, p. 1-50, 1993.

FURUYA, V. R. B. **Alimentação e desenvolvimento do pintado *Pseudoplatystoma corruscans*; Macrófitas aquáticas e utilização do isótopo estável de carbono (<sup>13</sup>C).** Tese (Doutorado) - Universidade estadual de Maringá, 2001.

FURUYA, V. R. B. Influência de plâncton, dieta artificial e sua combinação, sobre o crescimento e sobrevivência de larvas de curimatá (*Prochilodus lineatus*). **Acta Scientiarum**, v. 21, n. 3, p. 699-703, 1999.

GOLDSTEIN, R. M.; SIMON, T. P. Toward a united definition of guild structure for feeding ecology of North American freshwater fishes. In: SIMON, T. P. (Ed.). **Assessing the sustainability and biological integrity of water resources using fish communities.** Boca Raton: CRC Press, 1999. p.123-138.

GOMES, S. Z.; SCHLINDWEIN, A. P. Efeitos de períodos de cultivo e densidades de estocagem sobre o desempenho do catfish (*Ictalurus punctatus*) nas condições climáticas do litoral de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1266-1272, 2000.

HAHN, N. S.; DELARIVA, R. L. **Métodos para avaliação da alimentação natural de peixes: o que estamos usando?** - FEB 2003, VOL. 28 Nº 2 Interciência. 2002.

HYSLOP, E.J. **Stomach contents analysis - a review of methods and their application.** J. Fish Biol. 17: 411-429. 1980.

Lara-Rivera, A. L.; Parra-Bracamonte, G. M.; Sifuentes-Rincón, A. M.; Gojón-Báez, H. H.; Rodríguez-González, H.; Montelongo-Alfaro, I. O. El bagre de canal (*Ictalurus punctatus* Rafinesque, 1818): estado actual y problemática en México. **Lat. Am. J. Aquat. Res.**, v. 43, n. 3, p. 424-434, 2015.

LEE, J. S. **Commercial catfish farming**. Danville, Illinois: Interstate Publisher, 1991.  
LEITE, R. G. e ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. **A dieta das larvas de *Mylossoma aureum* e *M. duriventre* na Amazônia- Central**. Acta Amazonica 30(1) 129-147, 2000.

LEWIS, G. W. **Channel catfish production in ponds**. Athens. Extension Service. University of Georgia-College of Agriculture, 14p. (Technical Bulletin, 103). 1985.

LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989.  
MARQUES, N. R. Seletividade alimentar de organismos-alimento por formas jovens de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) e curimba *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836). **Acta Sci. Biol. Sci.**, v. 29, n. 2, p. 167-176, 2007.

MATHEUS, F. E. **Balanco energético e seletividade alimentar de *Hyphessobrycon eques* e *Serrapinnus notomelas*** (Pisces, Characiformes) Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

MELO, J. M. Surubim. **Panorama da Aquicultura**, v. 4, n. 22, p. 12-13, 1994.

MENDONÇA, M. M.; PICAPEDRA, P. H. dos S.; FERRONATO, M. C.; SANCHES, P. V. Diel vertical migration of predators (planktivorous fish larvae) and prey (zooplankton) in a tropical lagoon. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 105, n. 2, p. 174-183, 2015.

MENEZES, N. A. Methods for assessing freshwater fish diversity. In: BICUDO, C. E. M.; MENEZES, N. A. (Ed.). **Biodiversity in Brazil**. São Paulo: CNPq, 1996. p. 289-295.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3. ed. Jundiaí: F. Kubitza, 2003. 112 p.

PÁDUA, D. M. C. **Fundamentos de piscicultura**. 2. ed. Goiânia: Ed. da UCG, 2001.  
PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília: IBAMA, 1994.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1995.

- PALOHEIMO, J. E. Índices of food type preference by a predator. **J. Fish Res. Board. Can.**, v. 36, p. 470-473, 1975.
- PIEDRAS, S. R. N.; POUHEY, J. L. O. F. **Alimentação de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) com dietas naturais e artificiais.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1203- 1206, 2004.
- ROTTA, M. A. **Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003.
- SANTOS, A. R.; OLIVEIRA, F. R.; MORALLES, A. C.; Análise do conteúdo estomacal de *Astyanax lineatus* (Perugia, 1891) (CHARACIFORMES: CHARACIDAE), provenientes da Serra da Bodoquena, estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Nucleus**, v. 6, n. 2, 2009.
- SANTINÓN, J. J.; HERNÁNDEZ, D. R.; SÁNCHEZ, S.; DOMITROVIC, H. A. Duração da larvicultura sobre o desempenho posterior de juvenis de jundiá, *Rhamdia quelen*, recriados em tanques-rede. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p. 1180-1185, 2010.
- SAMPAIO, A. C. S. **Desenvolvimento inicial e comportamento alimentar da matrinxã *Brycon amazonicus* (Gunther, 1869), em laboratório.** 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul, 2010.
- SENHORINI, J. A.; GASPAR, L. A.; FRANSOZO. Crescimento, sobrevivência e preferência alimentar de larvas de matrinxã (*Brycon orbignyanus*) em viveiros. **Boletim Técnico do CEPTA**, v.15, p. 9-21, 2002.
- SILVA, S. A. A. Dieta natural de *Brycon* sp. n. “Cristalino”- matrinxã no Parque Estadual Cristalino, região norte de Mato Grosso. 2007. 102 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Análise da seletividade alimentar em larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tambacu (híbrido, pacu - *Piaractus mesopotamicus* e tambaqui – *Colossoma macropomum*) sobre os organismos zooplanctônicos. **Acta Limnol. Bras.**, v. 6, p. 114-132, 1993.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; ROCHA, O. **Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos.** São Carlos: RiMa, 2003. 106 p.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Utilização de plâncton na alimentação de larvas e alevinos de peixes.** 1988. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) –

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, 1988.

SOUZA, L. S. de; POUEY, J. L. O. F.; CAMARGO, S. O. de; VAZ, B. dos S. Crescimento e sobrevivência do catfish de canal (*Ictalurus punctatus*) e jundiá (*Rhamdia* sp.) no outono–inverno do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v .35, n. 4, p. 891-896, 2005.

VINATEA ARANA, L. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2004.

WELLBORN, T. L. **Channel catfish: life history and biology**. Southern Regional Aquaculture Center, n. 180, 1988.

WOYNAROVICH, E.; HORVAT, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão**. Tradução de Vera Lucia Mixtro Chama. Brasília: FAO/CODEVASF/CNPq, 1983.

ZAVALA-CAMIN, L. B. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: Eduem, 1996.

## PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES PRODUTOS OBTIDOS A PARTIR DE SILAGEM ÁCIDA DE RESÍDUOS DE TILÁPIA NILÓTICA, SALMÃO DO ATLÂNTICO E CAMARÃO SETE BARBAS

Thaís da Silva Oliveira\*; Petr Zahotei Neto; Dariane Beatriz Schoffen Enke

### RESUMO

Os resíduos de processamento de pescado vêm sendo considerados uma fonte proteica de alto valor biológico, como ingrediente substituto na alimentação de peixes, na forma de silagem. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo produzir e caracterizar diferentes produtos obtidos a partir de silagem ácida de pescado utilizando como matéria prima resíduos do beneficiamento de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), salmão do Atlântico (*Salmo salar*) e camarão Sete Barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) da região do Vale do Ribeira/SP. O processo de ensilado teve duração de 14 dias, com acompanhamento do grau de hidrólise. Os resíduos foram moídos e separados em três baldes para cada espécie, adicionou-se ácido acético comercial em proporção de 10% volume/peso. Foi avaliada a composição proximal das matérias primas, e ao final do período as silagens passaram por um processo de separação por peneiras para obtenção de diferentes frações, denominadas inicialmente como fração líquida, fração mineral e fração proteica, avaliou-se a composição proximal destas frações separadamente. A média da temperatura ambiente foi 27°C e a média dos pHs para os ensilados de tilápia, salmão e camarão foram,  $4,01 \pm 0,06$ ;  $3,98 \pm 0,06$  e  $4,52 \pm 0,11$ , respectivamente. O grau de hidrólise proteico foi de  $2,07 \pm 0,04\%$ , para tilápia,  $2,15 \pm 0,05\%$ , para salmão e  $0,67 \pm 0,04\%$ , para camarão. A partir dos resultados obtidos para composição proximal das frações, pode-se observar a produção de produtos diferentes. Para a tilápia não foi possível obter as frações, devido a emulsificação, contudo, observou-se um potencial ingrediente proteico para alimentação de peixes, devido ao alto teor de proteína ( $48,28 \pm 1,64\%$ ) e baixo de matéria mineral ( $14,74 \pm 0,91\%$ ). Para as frações obtidas para o camarão (líquida e mineral), observou-se que seus usos como ingredientes proteicos são limitados devido ao alto de teor de matéria mineral ( $43,37 \pm 2,20\%$  para líquida e  $34,71 \pm 2,92\%$  para mineral). A silagem de salmão

---

\* Engenheira de Pesca, Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – CAUNESP, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900 – Jaboticabal, SP. E-mail: thaiss.silva013@gmail.com. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7874529529178510>.

permitiu a obtenção das três frações (líquida, mineral e proteica), a partir disso, foi obtido dois ingredientes proteicos (fração mineral e proteica), e pode-se afirmar também, que foi obtido um ingrediente energético, o óleo de salmão, devido seu alto teor de extrato etéreo ( $96,29 \pm 0,40\%$ ) e energia bruta ( $9345,91 \pm 153,45 \text{ kcal/kg}$ ), num total de  $98,98 \pm 0,10\%$  de matéria seca, sendo este muito utilizado pelas fábricas de rações, e um dos ingredientes energéticos mais caros. Portanto, a utilização da silagem como ingrediente nas formulações de dietas aquícolas é um grande atrativo quando se pensa na substituição da farinha de pescado, ainda mais, conseguindo obter o óleo de salmão. Apresentando vantagem em relação aos processos tradicionais de obtenção de farinha e óleo de pescado, principalmente devido ao baixo custo de produção da silagem.

**Palavras-chave:** Aproveitamento; Hidrólise; Farinha de peixe; Ingredientes substitutos; Alimentação animal.

## ABSTRACT

Fish processing residues have been considered as a high biological value protein source, as a substitute ingredient in fish feed, in the form of silage. The aim of this experiment was to produce acidic fish silage, using as raw material residues from the fish processing of tilapia (*Oreochromis niloticus*), salmon (*Salmo salar*) and shrimp (*Litopenaeus setiferus*) from Vale do Ribeira/SP. The silage process lasted 14 days, with hydrolysis degree followed. Residue was ground and separated into three recipient for each species, and commercial acetic acid was added in a proportion of 10% volume/weight. The proximal composition of the raw materials was evaluated, and at the end of the period the silages underwent a separation process by sieves to obtain different fractions (liquid, mineral and protein), the composition of these fractions was evaluated separately. The mean ambient temperature was 27°C and the mean pHs for the silages of tilapia, salmon and shrimp were  $4.01 \pm 0.06$ ;  $3.98 \pm 0.06$  and  $4.52 \pm 0.11$ , respectively. The degree of protein hydrolysis was  $2.07 \pm 0.04\%$  for tilapia,  $2.15 \pm 0.05\%$  for salmon and  $0.67 \pm 0.04\%$  for shrimp. From the results obtained for the proximal composition of the fractions, one can observe the production of different products. For tilapia, it was not possible to obtain the fractions due to emulsification, however, a potential protein ingredient for fish feeding was observed due to the high protein content ( $48.28 \pm 1.64\%$ ) and low mineral matter

(14.74±0.91%). For the fractions obtained for shrimp (liquid and mineral), it was observed that their uses as protein ingredients are limited due to the high content of mineral matter (43.37±2.20% for liquid and 34.71±2.92% for mineral). The salmon silage allowed to obtain the three fractions (liquid, mineral and protein), from that, two protein ingredients (mineral and protein fraction) were obtained, and it can also be stated that an energy ingredient was obtained, the oil (96.29±0.40%) and crude energy (9345.91±153.45 kcal/kg), for a total of 98.98±0.10% of dry matter, being much used by feed factories, and one of the most expensive energy ingredients. Therefore, it is concluded that the use of silage as an ingredient in the formulations of aquaculture diets is a great attraction as substitute of fish meal, even more one can obtain the salmon oil. It has an advantage over the traditional processes of obtaining fish meal and oil, mainly due to the low cost of silage production.

**Key-words:** Feeding animals; Fish meal; Hydrolysis; Substitute ingredients; Utilization.

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria pesqueira gera uma grande quantidade de resíduos, podendo chegar a 70% da matéria prima (BENITES; SOUZA-SOARES, 2010). Atualmente este resíduo vem sendo utilizado, na sua maioria, para fabricação de farinha de pescado, ou então, parte dele, descartado nas imediações do local, contribuindo para aumentar o problema da contaminação ambiental (PIRES *et al.*, 2014).

Ainda neste sentido, a dificuldade no transporte dos resíduos da planta até o local de processamento e a falta de cuidado no seu armazenamento antes da fabricação da farinha compromete a qualidade higiênica das plantas processadoras (OETTERER, 2002) e causa sérios problemas de poluição ambiental. Desta maneira, constata-se a importância de se aproveitar de maneira mais efetiva esses resíduos, podendo ser utilizados como matéria prima para produção de fertilizantes, farinha de peixe, cosméticos, e fármacos, entre outras alternativas (ARRUDA *et al.*, 2011, LEITE *et al.*, 2016).

Outra forma de minimizar os problemas ambientais gerados pela grande quantidade de resíduos de pescado é transformá-lo em produtos que possam ser incorporados, como ingredientes, em rações animais (RISTIC *et al.*, 2002), além da farinha de peixe, como a silagem (SOUZA *et al.*, 2016), um produto liquefeito obtido

a partir de peixe inteiro não destinado ao consumo humano, ou de resíduos do beneficiamento do pescado. O processo de liquefação é resultante da atividade enzimática do próprio pescado, nos tecidos ou vísceras durante o período compreendido de um há vários dias dependendo da temperatura e hidrólise (NUNES, 2001, ENKE, 2008).

Existem três tipos de silagem, a química ou ácida, a qual a matéria-prima é misturada com ácidos orgânicos ou minerais e se liquefaz por ação de enzimas naturalmente presentes no pescado sendo o crescimento microbiano inibido por adição de ácidos. Silagem biológica, ou microbiológica, quando preservada por acidez devido à fermentação microbiana induzida por carboidratos, e a silagem enzimática, pela adição de enzimas proteolíticas (OETTERER, 1994)

Durante o processamento da silagem ácida, as proteínas são hidrolisadas pelas enzimas tornando o nitrogênio mais solúvel, bem como a desnaturação do colágeno das escamas, em função do pH. A proteólise da pele e vísceras é maior durante as primeiras 24 horas. O teor de solúveis totais aumenta de 10 a 20 % nos primeiros dias de estocagem a temperatura de 23 °C. Passados dez dias o aumento é de 75 %, um mês depois de 85 %. Para que ocorra uma eficiente inibição microbiana é necessário que o pH seja mantido a menos de 4,5 (OETTERER 1994, ENKE, 2008).

A tecnologia de produção de silagem pode ser iniciada no local de beneficiamento do pescado, sendo uma alternativa que mantém a qualidade do produto, além de aumentar a higiene e diminuir os impactos no meio (BERENZ, 1994), gerando um produto de alto valor nutritivo, com várias possibilidades de utilização, na nutrição animal e também como fertilizantes de baixo custo (BORGHESI *et al.*, 2007, MAIA JUNIOR; SALES, 2013).

O grande potencial de utilização da silagem de pescado na aquicultura se deve à semelhança desta fonte proteica com o material que lhe deu origem (HAARD *et al.*, 1985). O principal valor nutricional da silagem consiste na elevada digestibilidade proteica, devido sua hidrólise na forma de peptídeos e aminoácidos livres (MORALES-ULLOA; OETTERER, 1997, VIDOTTI, 2001, VIDOTTI *et al.*, 2003, BORGHESI, *et al.*, 2007).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi obter e caracterizar diferentes produtos a partir de silagem ácida de resíduos de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), salmão do atlântico (*Salmo salar*) e camarão sete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*).

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Campus Experimental de Registro, no laboratório de Tecnologia, durante o mês de janeiro de 2017. Os resíduos do beneficiamento foram adquiridos em peixarias regionais, onde foram coletados resíduos do processamento de Tilápia (*Oreochromis niloticus*), salmão (*Salmo salar*) (carcaça, cabeça, pele, escamas, nadadeiras e vísceras) e de Camarão (cabeça e carapaça).

Os resíduos foram processados, separadamente, em moedor de carne, disco de 5mm de diâmetro, em seguida pesados e divididos em recipientes plásticos de 20 litros com tampa, conforme demonstrado na Figura 1. Posteriormente, adicionou-se ácido acético comercial no volume de 10% do peso do resíduo, para que o pH se mantivesse abaixo de 4,5, o revolvimento foi feito manualmente nos cinco primeiros dias do processo ensilado para o contato uniforme entre o ácido e a matéria prima (SEIBEL; SOUZA-SOARES, 2003). O período de hidrólise foi de 14 dias a temperatura ambiente, a periodicidade das coletas de dados de temperatura, pH e amostras para análise de proteína solúvel estão descritas na Figura 1. A proteína solúvel obedeceu a metodologia de Kjeldhal, com fator de conversão de 6,25; conforme o método 945.01 da AOAC (1999).

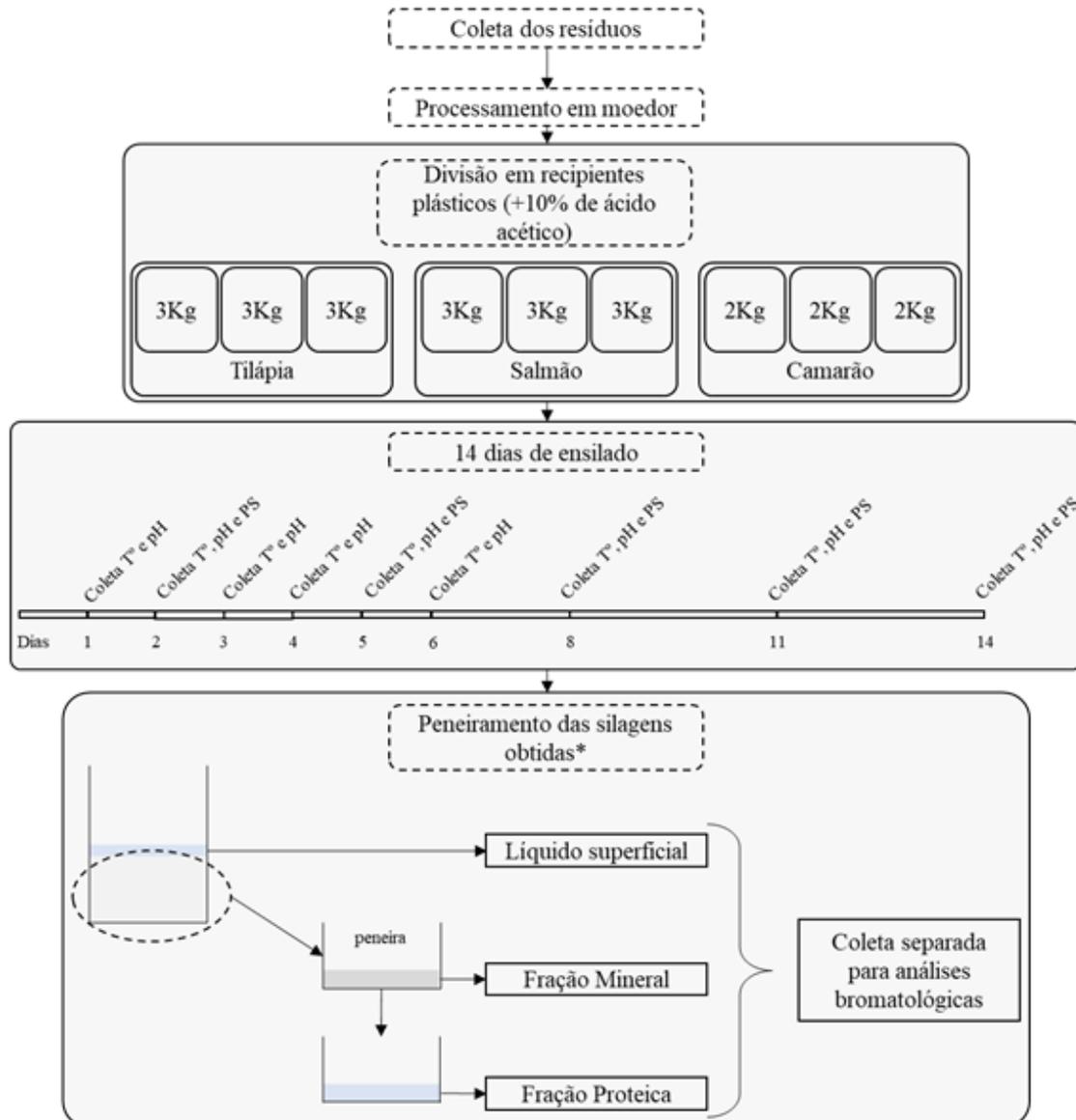


Figura 1 Descrição das etapas de produção dos ensilados. \*Apenas para a silagem de salmão foi possível obter as três frações descritas, para a silagem de camarão apenas as frações líquida e mineral, e para a silagem de tilápia não foi possível peneirar devido a emulsificação. T° - coleta dados de temperaturas; pH – coleta dos valores de pH; PS – coleta de amostra para Proteína Solúvel.

As análises físico-químicas da matéria prima e das frações foram realizadas de acordo com a metodologia padronizada pela AOAC (1999): proteína bruta (método de Kjeldhal, com fator de conversão de 6,25; método 945.01), extrato etéreo (método de Bligh e Dyer), matéria seca (método gravimétrico a 105°C; método 950.01), cinzas (método de incineração em forno mufla; método 942.05), realizadas no laboratório de Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP - Câmpus Experimental de Registro. Foi realizado também o teor de energia bruta para as matérias prima, para a silagem de tilápia e para as frações de

camarão de salmão, através de bomba calorimétrica, no laboratório de Aquicultura Sustentável, Câmpus do Litoral Paulista – UNESP, São Vicente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Temperatura e pH

Durante o processo de ensilado, a temperatura ambiente manteve-se entre 23 e 26,5°C, para mínima, e entre 23° e 34°C, para máxima. Em relação ao pH, para a silagem de tilápia os valores ficaram entre 3,94 e 4,10, para a silagem de salmão entre 3,90 e 4,07, já para a silagem de camarão houve muita dificuldade em manter o pH abaixo de 4,5, foi adicionado ácido nos três primeiros dias, somente no quarto dia foi observado valor abaixo de 4,5, apresentando variação durante o período entre 4,39 e 4,71.

#### 3.2. Grau de Hidrólise

Na tabela 1 pode-se observar os valores para o teor de proteína solúvel obtido durante o período, para todas as matérias primas obteve-se um grande acréscimo de proteína solúvel logo ao primeiro dia após a adição do ácido, representando um aumento de 2,09 vezes (209%) para a tilápia, 86% para o salmão e 60% para o camarão, já quando comparado o teor de proteína solúvel do primeiro dia após a adição do ácido para o último dia de hidrólise (14° dia), houve acréscimo de 46%, 27% e 56% para a tilápia, salmão e camarão, respectivamente.

Tabela 1 **Valores obtidas para proteína solúvel (%) durante o processo de hidrólise**

<b>Espécie</b>	<b>Matéria Prima</b>	<b>1º Dia</b>	<b>5º Dia</b>	<b>8º Dia</b>	<b>11º Dia</b>	<b>14º Dia</b>
<i>Tilápia</i>	0,46±0,00	1,42±0,08	1,59±0,04	1,94±0,03	2,01±0,05	2,07±0,04
<i>Salmão</i>	0,91±0,00	1,69±0,03	1,90±0,07	2,12±0,06	2,15±0,06	2,15±0,05
<i>Camarão</i>	0,27±0,00	0,43±0,02	0,49±0,08	0,59±0,06	0,63±0,09	0,67±0,04

Ainda pode-se observar na Figura 2 que o processo de ensilado da tilápia e do salmão poderia ser encerrado no 11º dia, pois houve uma variação extremamente baixa para o 14º dia (0,06% e 0%, respectivamente).

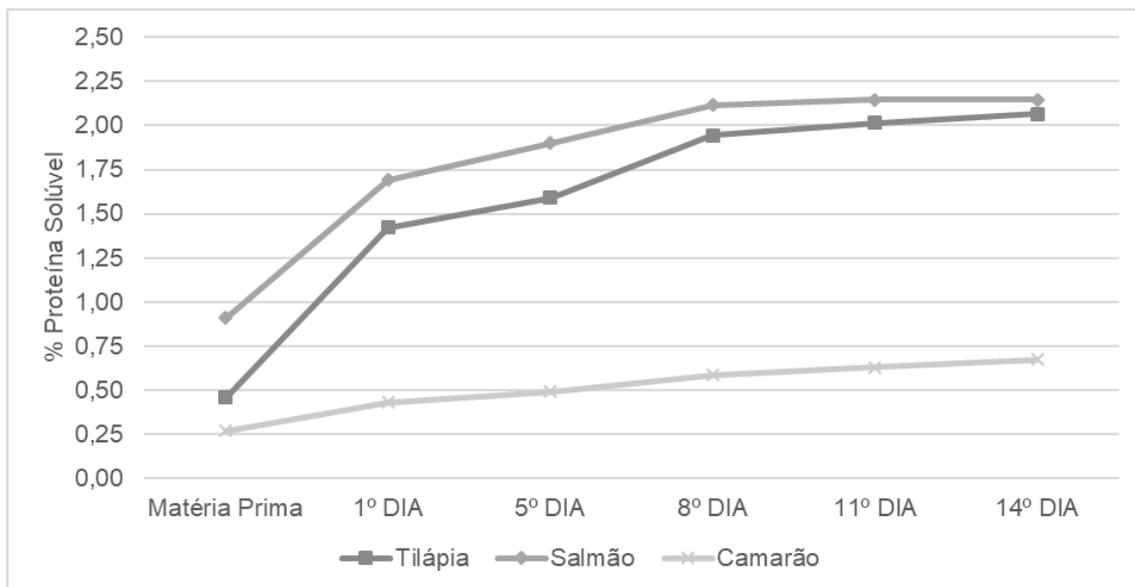


Figura 2 Gráfico do perfil do aumento do teor de proteína solúvel em relação a matéria prima, durante o processo de ensilado para as três espécies.

### 3.3. Composição centesimal das Matérias Primas

Na Tabela 2, encontra-se a composição proximal das matérias primas, um ponto importante para se observar é a quantidade de matéria mineral, onde para os resíduos de camarão o teor é muito superior que os demais, devido a composição deste resíduo, onde se encontra apenas cabeça e carapaça, e nos demais (tilápia, salmão) encontram-se restos de músculo e vísceras, resultando em um teor de matéria mineral menor. Por outro lado, a presença de músculo e vísceras nos resíduos nestes mesmos resíduos, resultaram em altos teores de extrato etéreo, diferente dos resíduos de camarão, onde se encontraram valores muito inferiores.

Tabela 2 Composição proximal das matérias primas

	<b>Tilápia</b>	<b>Salmão</b>	<b>Camarão</b>
<i>Matéria Seca (%)</i>	39,46 ± 1,32	44,62 ± 1,31	22,97 ± 0,39
<i>Proteína Bruta (%)</i>	45,06 ± 3,08	37,46 ± 2,80	40,95 ± 1,06
<i>Matéria Mineral (%)</i>	12,29 ± 1,47	11,38 ± 0,94	47,56 ± 1,52
<i>Extrato Etéreo (%)</i>	49,52 ± 0,47	58,48 ± 0,62	3,44 ± 0,81
<i>Energia Bruta (cal/g)</i>	5804,59 ± 64,87	6645,72 ± 109,12	2741,52 ± 42,23

Pode-se observar também que os valores encontrados, com exceção da energia bruta, entre os peixes (tilápia e salmão) foram próximos, mas quando comparados com o camarão o único valor que se manteve próximo foi para proteína

bruta, todas estas diferenças se devem ao tipo de material que compõem os resíduos de cada espécie, sendo do camarão a maior parte cabeça e carapaça, estruturas que são compostas, principalmente, por quitina e carbonato de cálcio, justificando o alto teor de proteína bruta e matéria mineral.

Para energia bruta, o salmão apresentou o maior teor, devido o teor de extrato etéreo, justificado pela biologia desta espécie, a qual possui capacidade de acúmulo de energia em forma de gordura, devido, sua característica reofílica (migração para reprodução contra a correnteza), ingrediente muito rico em ácidos graxos essenciais para pescado, sendo um ingrediente energético nobre na formulação de rações para animais, devido sua composição lipídica rica em n3, além de conferir mais palatabilidade à dieta (DUARTE, 2017, WHELAN; RUST, 2006).

### 3.4. Composição proximal das frações das silagens

Ao final do período de hidrólise 14 dias, foi possível separar em três frações a silagem de salmão e em duas a silagem de camarão, a silagem de tilápia formou uma emulsão, não possibilitando sua separação. A tabela 3 e 4 apresentam a composição proximal e o teor de energia bruta (matéria natural), respectivamente, das diferentes frações das silagens obtidas, pode-se observar uma grande variação entre as amostras, tanto para as espécies, quanto para as frações, na figura 3 pode-se observar melhor esta variação e caracterização de cada produto.

Tabela 3 **Composição proximal (%) das frações das silagens**

<b>Silagens/frações</b>	<b>Matéria seca</b>	<b>Proteína Bruta</b>	<b>Matéria Mineral</b>	<b>Extrato Etéreo</b>
<i>Silagem Tilápia</i>	37,46 ± 1,80	48,28 ± 1,64	14,74 ± 0,91	40,86 ± 2,83
<i>Proteica Salmão</i>	37,12 ± 2,72	41,53 ± 1,49	6,10 ± 0,73	63,88 ± 9,13
<i>Mineral Salmão</i>	40,40 ± 0,95	44,60 ± 2,05	24,85 ± 0,85	31,42 ± 4,97
<i>Líquida Salmão</i>	98,98 ± 0,10	0,53 ± 0,07	0,08 ± 0,00	96,29 ± 0,40
<i>Mineral Camarão</i>	31,84 ± 2,93	45,92 ± 0,38	34,71 ± 2,92	3,65 ± 1,02
<i>Líquida Camarão</i>	15,46 ± 0,77	27,33 ± 1,49	43,37 ± 2,20	2,29 ± 0,25

Tabela 4 **Teor de energia bruta das frações das silagens**

<b>Amostras</b>	<b>Energia Bruta (Kcal/Kg)</b>
<i>Silagem tilápia</i>	6178,93 ± 84,09
<i>Fração proteica salmão</i>	7038,30 ± 264,08
<i>Fração mineral salmão</i>	4770,31 ± 230,13
<i>Fração líquida salmão</i>	9345,91 ± 153,45
<i>Fração mineral camarão</i>	3352,56 ± 8,60
<i>Fração líquida camarão</i>	52,60 ± 10,42

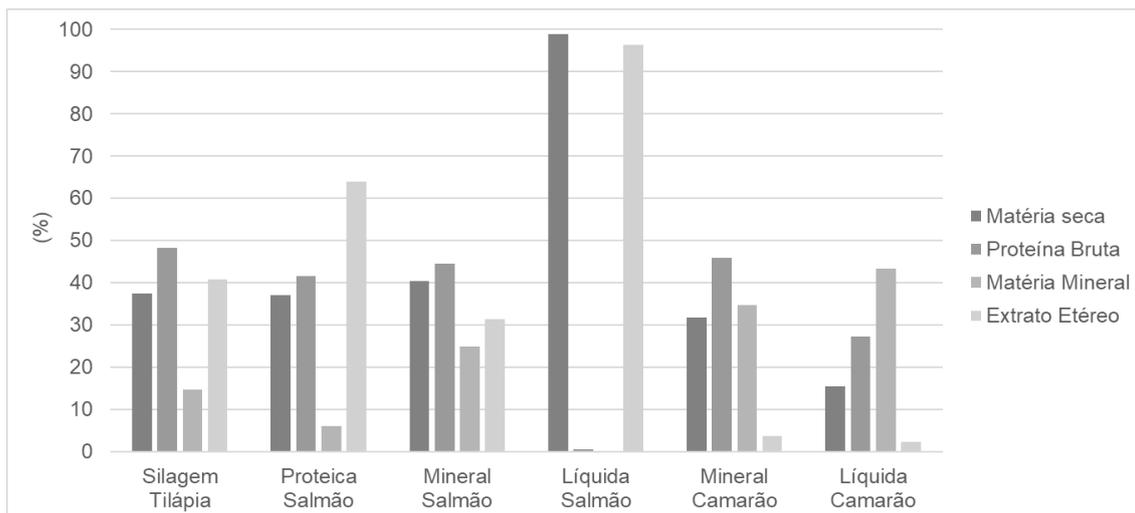


Figura 3 Composição proximal dos diferentes produtos obtidos

O primeiro item que chama a atenção na figura 3, é a fração líquida do salmão, onde as barras de matéria seca e extrato etéreo chegam a quase 100%, observando-se baixa presença de proteína bruta e matéria mineral nesta fração, sendo assim, pode-se afirmar que o produto obtido foi o óleo de salmão, na tabela 4 esta afirmação se concretiza quando observado a quantidade de energia bruta contida nesta fração. Pode-se observar também que, apesar na separação das frações da silagem de salmão, todos os produtos apresentaram altos teores de extrato etéreo, caso fosse realizada uma prensagem da fração proteica, este item resultaria em valores inferiores de lipídeo, tornando este produto mais adequado como fonte proteica.

Outro ponto interessante é o teor de matéria mineral contido na fração líquida do camarão, sendo este o mais representativo, superando até a fração mineral do camarão. Apesar do alto teor de proteína bruta encontrado na fração mineral do camarão, a quantidade de matéria mineral acaba tornando este produto menos atrativo em comparação com a silagem de tilápia e a fração proteica do salmão.

Pensando na questão de ingredientes potenciais para alimentação animal aquática, podemos separar em Ingredientes proteicos: Silagem de tilápia; Fração proteica de salmão; Fração mineral de salmão e camarão (com restrição de uso destes dois, devido ao alto teor de matéria mineral); e Ingrediente energético, sendo neste caso, o óleo de salmão.

Na Tabela 5, observa-se as diferenças na composição proximal, principalmente para o teor de extrato etéreo, onde a silagem apresentou maior valor (40,86%), isso se deve ao processo de obtenção da farinha, onde uma das etapas é a prensagem

para retirada do óleo, resultando também, em um menor valor para energia bruta contida na farinha (4483,09 Kcal/Kg). Para o teor de proteína, observa-se maiores valores para a farinha, isso se justifica pelo teor de extrato etéreo, onde há relação entre estes nutrientes, quando um dos componentes da composição é retirado, neste caso o óleo (extrato etéreo), não ocorre a diluição dos demais nutrientes, como proteína e matéria mineral, conseqüentemente, estes nutrientes apresentam maiores valores.

Tabela 5 Comparação da composição proximal da silagem de tilápia obtida com a farinha de resíduo de tilápia (matéria natural)

	<b>Silagem Tilápia</b>	<b>Farinha Tilápia<sup>1</sup></b>	<b>Farinha Tilápia<sup>2</sup></b>
<i>Matéria Seca (%)</i>	37,46	94,10	96,00
<i>Proteína Bruta (%)</i>	48,28	50,37	56,00
<i>Matéria Mineral (%)</i>	14,74	18,75	22,00
<i>Extrato Etéreo (%)</i>	40,86	21,77	16,00
<i>Energia Bruta (Kcal/Kg)</i>	6178,93	4483,09	

<sup>1</sup>Boscolo, *et al.*, 2008, <sup>2</sup>Vidotti; Gonçalves, 2006.

Como já foi mencionado, a silagem de salmão foi a única que foi possível separar nas três frações pré-definidas, portanto, como era de se esperar, todas as frações da silagem de salmão apresentaram teor de extrato etéreo superior quando comparado com a farinha, apresentando o mesmo perfil descrito para a comparação dos produtos da tilápia (Tabela 5), a farinha apresentando maiores teores de proteína e matéria mineral, e a silagem maior teor de extrato etéreo.

Tabela 6 Comparação da composição proximal das frações obtidas da silagem de salmão e a farinha de salmão (matéria natural)

	<b>Proteica</b>	<b>Mineral</b>	<b>Líquida</b>	<b>Farinha</b>
	<b>Salmão</b>	<b>Salmão</b>	<b>Salmão</b>	<b>Salmão<sup>1</sup></b>
<i>Matéria Seca (%)</i>	37,12	40,40	98,98	91,00
<i>Proteína Bruta (%)</i>	41,53	44,60	0,53	67,00
<i>Matéria Mineral (%)</i>	6,10	24,85	0,08	13,00
<i>Extrato Etéreo (%)</i>	63,88	31,42	96,29	8,00
<i>Energia Bruta (Kcal/Kg)</i>	7038,3	4770,31	9345,91	

<sup>1</sup>Vidotti; Gonçalves, 2006.

Para o camarão, foi observado diferenças grandes entre a silagem e a farinha para extrato etéreo e matéria mineral, onde Guimarães, *et al.*, (2008) encontraram

valor superior para o extrato etéreo (9%) e inferior para matéria mineral (24%), já Famino, *et al.*, (2000), encontraram um teor mais inferior ainda para matéria mineral (14%), estas diferenças podem ocorrer, principalmente, devido a espécie utilizada no trabalho, onde nenhum dos autores mencionados, citam a espécie usada. Já para proteína os dois autores encontraram valores próximos, se aproximando da proteína da silagem caso não houve separação em frações (média aproximada de 36%).

Tabela 7 Comparação da composição proximal das frações da silagem de camarão obtida e a farinha de camarão

	<b>Mineral Camarão</b>	<b>Líquida Camarão</b>	<b>Farinha Camarão<sup>1</sup></b>	<b>Farinha Camarão<sup>2</sup></b>
<i>Matéria Seca (%)</i>	31,84	15,46	92,30	89,60
<i>Proteína Bruta (%)</i>	45,92	27,33	39,45	39,40
<i>Matéria Mineral (%)</i>	34,71	43,37	24,00	14,00
<i>Extrato Etéreo (%)</i>	3,65	2,29	9,00	2,68
<i>Energia Bruta (Kcal/Kg)</i>	2.741,52	3.352,56		

<sup>1</sup>Guimarães, *et al.*, 2008, Famino, *et al.*, 2000.

### 3.5. Composição proximal das Matérias primas X composição proximal das silagens

Os valores obtidos para os nutrientes contidos na matéria prima e na silagem de tilápia foram próximos (Figura 4), obteve um pequeno aumento na proteína bruta e cinzas, e diminuição do teor de matéria seca e extrato etéreo.

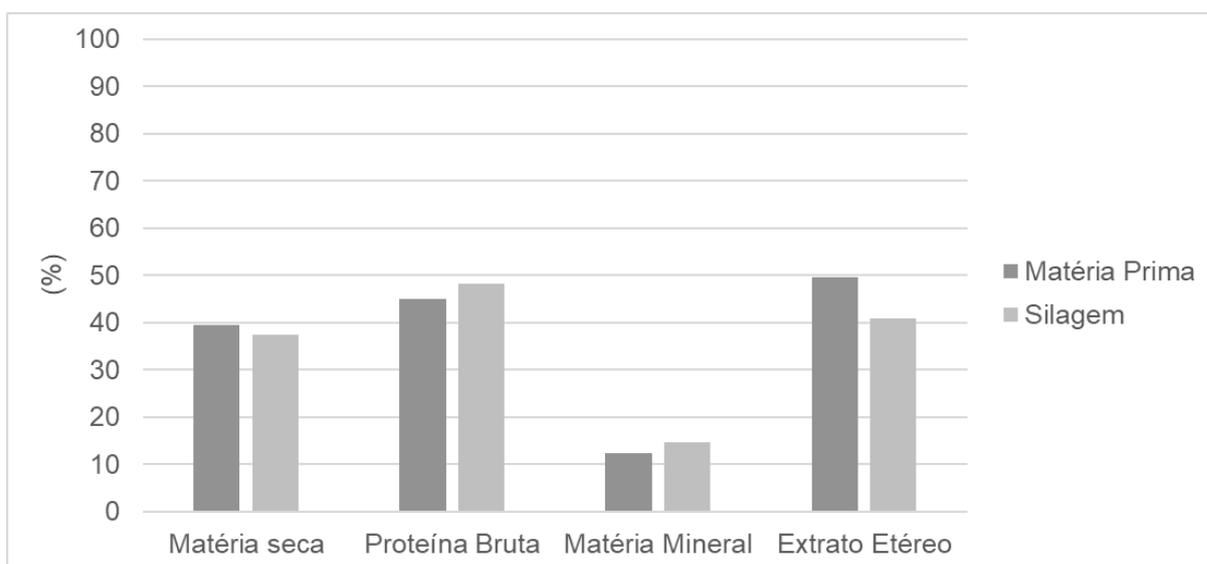


Figura 4 Comparação da composição proximal da matéria prima e da silagem de resíduos de tilápia

Com relação à matéria prima do salmão, o teor de matéria seca para as frações proteica e mineral obteve uma pequena diminuição, já para a fração líquida um grande aumento (Figura 5). Para o teor de proteína bruta observou-se maiores teores para as frações proteica e mineral, devido a retirada da fração líquida, e uma diminuição expressiva do teor de proteína para a fração líquida, uma vez que está é constituída de grande parte de óleo. Grande parte da matéria mineral contida na silagem, encontrou-se na fração mineral, o que era esperado, e quase nulo para a fração líquida (0,08%).

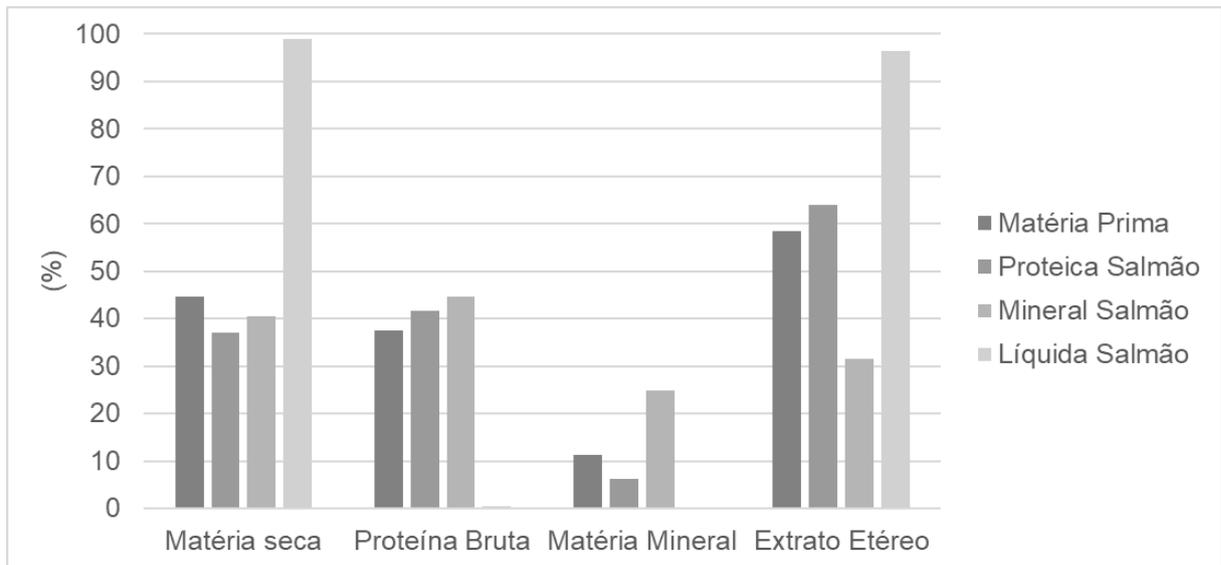


Figura 5 Comparação da composição proximal da matéria prima e das frações da silagem de salmão

Para as frações obtidas na silagem de camarão, não houve um perfil definido como para as outras silagens (Figura 6), as duas frações obtidas (proteica e mineral), apresentaram alto teor de proteína, sendo a mineral com maior valor, e o teor de matéria mineral nas frações foram muito altos, sendo que a fração líquida apresentou quase 45% de matéria mineral, isso pode ser justificado pela composição da matéria prima, ao adicionar o ácido acético, possivelmente, grande parte do carbonato de cálcio, presente na carapaça, se dissolveu permanecendo livremente na fração líquida. Justificando, ainda, a dificuldade de manter o pH abaixo de 4,5 nos primeiros dias de ensilado, onde o carbonato de cálcio, provavelmente, estava sendo dissolvido com a adição do ácido.

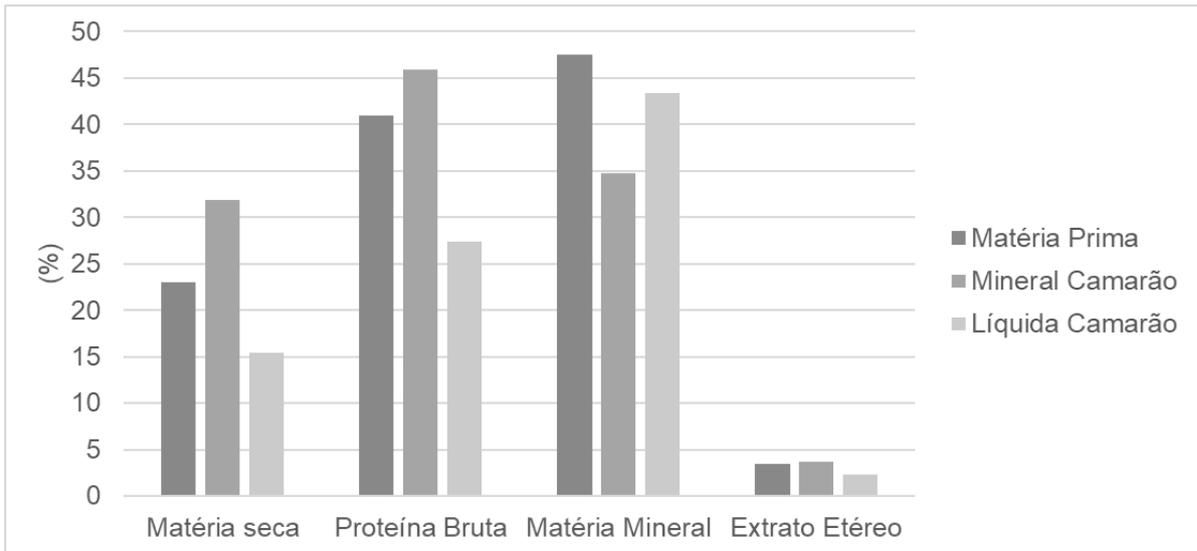


Figura 6 Comparação da composição proximal da matéria prima e das frações da silagem de camarão

#### 4. CONCLUSÃO

A utilização da silagem como ingrediente nas formulações de dietas aquícolas é um grande atrativo quando se pensa na substituição da farinha de peixe ou até mesmo uma forma alternativa para obtenção do óleo de salmão, barateando o custo de obtenção, justamente devido ao baixo custo da silagem.

A separação das frações: proteica, mineral e líquida, gera produtos diferentes que podem ser destinados para diferentes utilizações permitindo um melhor aproveitamento de suas propriedades: diferentes alimentações de animais, fertilizantes e produtos farmacêuticos.

#### 5. AGRADECIMENTOS

A Peixaria Toca do Peixe e Miami Pescados, pelo oferecimento dos resíduos;  
Laboratório de Aquicultura Sustentável – Câmpus do Litoral Paulista - UNESP - São Vicente, por ceder o laboratório para a análise do teor de energia bruta.

#### 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AOAC. Official methods of analysis. **Association of Official Analytical Chemists International**. 16th ed. 5th. Revision. Washinton, DC. 1999.  
ARRUDA, L. F.; MARTINS, P. E.; SILVA, A. F.; MORAES, J. E. R.; VAZ-PIRES, P.; OZORIO, R. O. D.; OETTERER, M. The fishery sector in Portugal – report study. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, n. 2, p. 199-207, 2011.

- BENITES, C. I.; SOUZA-SOARES, L. A. Farinhas de silagem de resíduo de pescado co-secas com farelo de arroz: uma alternativa viável. Córdoba: **Archivos de Zootecnia**. v. 59, n. 227, p. 447-450, 2010.
- BERENZ, Z. **Utilización del ensilado de residuos de pescado en pollos**. 1994, 11p.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959. doi: 10.1139/o59-099.
- BORGHESI, R.; FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. A silagem na alimentação de organismos aquáticos. Curitiba: **Boletim CEPPA**, v. 25, n. 2, 2007.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F.; SIGNOR, A. A. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). Santa Maria: **Ciência Rural Online**, 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n9/a27v38n9.pdf>. Acesso em 30 de agosto de 2018.
- DUARTE, F. O. S. Caracterização da carne da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetida a dietas suplementadas com óleo de peixe. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Goiânia, 2017.
- ENKE, D. B. S.; LOPES, P. S.; KICH, H. A.; BRITTO, A. P.; SOQUETTA, M.; POUHEY, J. L. O. F. Utilização de farinha de silagem de pescado em dietas para o jundiá na fase juvenil. Santa Maria: **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 871-877, 2008.
- FAMINO, A. O.; ODUGUWA, O. O.; ONIFADE, A. O.; OLUTUNDE, T. O. Protein quality of shrimp-waste meal. **Bioresource Technology**, v. 72, p. 185-188, 2000. doi: 10.1016/S0960-8524(99)00108-X
- GUIMARÃES, I. G.; MIRANDA, E. C.; MARTINS, G. P.; LOURO, R. V.; MIRANDA, C. C. Farinha de camarão em dietas para tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Saúde de Produção Animal**, v. 9, n. 1, p. 140-149, 2008.
- HAARD, N. F.; KARIEL, N.; HERZBERG, G.; FELTHAM, L. A. W.; WINTER, K. Stabilisation of protein and oil in fish silage for use as a ruminant feed supplement. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 36, n. 4, p. 229-241, 1985. doi: 10.1002/jsfa.2740360402.
- LEITE, S. B. P.; SUCASAS, L. F. A.; OETTERER, M. Resíduos da comercialização de pescado marinho – volume de descarte e aspectos

- microbiológicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 10, n. 1, p. 2112-2125, 2016. doi: 10.3895/rbta.v10n1.2692.
- MAIA JUNIOR, W, M.; SALES, R. O. Propriedades funcionais da obtenção da silagem ácida e biológica de resíduos de pescado. Uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 7, n. 2, p. 126-156, 2013. doi: 10.5935/1981-2965.20130014.
- MORALES-ULLOA, D. F.; OETTERER, M. Composição em aminoácidos de silagens químicas, biológicas e enzimáticas preparadas com resíduos de sardinha. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 3, p. 252-258, 1997.
- NUNES, J. A. R. Estudo Preliminar do Aproveitamento de Resíduos e Descarte da Industrialização de Pescado a Partir de Silagem Ácida. Dissertação (Mestrado) – Fundação Universidade Federal do Rio Grande, programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Rio Grande. 121p. 2001.
- OETTERER, M. Produção de silagem a partir da biomassa residual de pescado. **Alimentos e Nutrição**, v. 5, p. 119–134, 1994
- OETTERER, M. Industrialização do pescado cultivado. Guaíba: **Agropecuária**, 2002.
- PIRES, D.R.; MORAIS, A.C.N.; COSTA, J.F.; GÓES, L.C.D.S.A. Aproveitamento do resíduo comestível do pescado: Aplicação e viabilidade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 34 – 46, 2014.
- RISTIC, M. D., FILIPOVIC, S. S., SAKAC, M. L. J. Liquid protein feedstuffs from freshwater fish by-products as a component of animal feed. **Romanian Biotechnological Letters**, v. 7, n. 3, p.729-736, 2002.
- SEIBEL N. F.; SOUZA-SOARES L. A. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 333-337,2003.
- SOUZA, J. M. L.; SALES, R. O.; AZEVEDO, A. R. Avaliação do ganho de biomassa de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) alimentados com silagem biológica de resíduos de pescado. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 3, n. 1, p. 1-14, 2016. doi: 10.5935/1981-2965.20090001 .
- VIDOTTI, R. M. Produção e utilização de silagens de peixe na nutrição do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Tese (Doutorado) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, programa de Pós-Graduação em Aquicultura. Jaboticabal, 65p, 2001.

VIDOTTI, R. M., VIEGAS, E. M. M., CARNEIRO, D. J. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, v. 105, p. 199-204, 2003. doi: 10.1016/S0377-8401(03)00056-7.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal. **Instituto de Pesca**, 2006. Disponível em [www.pesca.sp.gov.br](http://www.pesca.sp.gov.br)

WHELAN J, RUST C. Innovative dietary sources of n-3 fatty acids. **Annual Review of Nutrition**, v. 26, p. 75-103, 2006. doi: 10.1146/annurev.nutr.25.050304.092605.

## FORMULAÇÃO E ACEITABILIDADE DE PATÊ DEFUMADO DE FILÉ DE TILÁPIA DO NILO

Aline Souza Raposo\*; Antônio Francisco Campanha da Silva; José Rafael Soares; Sandra Paula Anschau; Greyce Kelly da Silva Aparício; Altevir Signor; Fábio Bittencourt; Aldi Feiden

### RESUMO

A agregação de valor ao pescado é uma forma de aumentar a renda e disponibilizar novos produtos aos consumidores, e para tal, o objetivo deste trabalho foi avaliar a aceitabilidade do patê defumado da tilápia. Os filés utilizados para o estudo foram pesados e imersos em salmoura (5%) por uma hora. Para o processo de defumação a quente foi utilizado um defumador industrial vertical (Defumax®) com capacidade de 20 kg aquecido com serragem de madeiras sem resina. Os filés foram mantidos no defumador por 5 horas. Ao término, foram encaminhados ao laboratório de Tecnologia do Pescado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná para elaboração do patê, utilizou-se os seguintes ingredientes: 1,159,50 g de filé defumado de tilápia, 700 g de maionese comercial e os seguintes componentes *in natura* picados: pimentão (250,63g), cebola (97,9g), salsa e cebola verde (60,47g), pepino (94,1g) e azeitona (15,735g), os quais foram homogeneizados manualmente. Este, foi avaliado sensorialmente por 30 degustadores não treinados selecionados aleatoriamente, seguindo a metodologia de Dutcosky (2013). Dos 30 degustadores, 86,67% pertenciam ao sexo masculino e 13,33% ao sexo feminino. Os degustadores apresentaram idades entre 18 a 54 anos tendo uma média de 29 anos. Os resultados demonstraram que os atributos “gostei muito” e “gostei muitíssimo” foram maiores em relação à aparência (43,33%), aroma (56,57%), cor (46,67%), e textura (46,67%), no entanto, para sabor, o gostei muitíssimo apresentou o melhor indicativo com 43,33%. Quanto a intenção de compra 53,33% dos degustadores revelaram que provavelmente comprariam o produto. O patê defumado de tilápia apresentou boa aceitação e representa um potencial culinário interessante que pode ser bastante competitivo no mercado.

**Palavra-chave:** Análise Sensorial, Aceitabilidade, Degustação.

---

\* Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca da UNIOESTE, membra do grupo de estudos em manejo na aquicultura (GEMaQ). **E-mail:** alineraposo14@hotmail.com. **Currículo Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/3375435617282006>

**ABSTRACT**

Adding value to the fishes is a mean to increase the income and to provide new product to consumers, and for that, the aim of this work was to evaluate the acceptability of smoked tilapia paté. The fillets used in this work were weight and immersed in brine (5%) for one hour. We used a vertical industrial smoker (Defumax®) with capacity of 20 kg warmed with sawing of wood without resin for the hot smoking process. The fillets were kept in the smoker for five hours. At the end of this process the fillets were brought to the Fish Technology Lab of Universidade Estadual do Oeste do Paraná to make the paté. We used the following ingredients: 1,159.50 g of smoked tilápia fillet, 700.00 g of commercial mayonnaise, pepper (250.63 g), onion (97.90 g), parsley (60.47 g), cucumber (94.10) and olive (15.73 g). The ingredients were manually homogenized. The paté was sensorially evaluated by 30 untrained randomly tasters following the methodology of Dutcosky (2013). From the 30 tasters 86.67% were male 13.33% were female. The tasters were from 18 to 54 years old being the average 29 years old. The results showed that attributes “really enjoyed” and “enjoyed very much” were higher in relation to appearance (43.33%), aroma (56.57%), color (46.67%) and texture (46.67%). However, for the taste, the attribute “enjoyed very much” showed the best indicative with 43.33%. Regarding of the purchase intent, 53.33% of the tasters revealed that would probably buy the product. The smoked tilapia paté showed good acceptance and represent an interesting potential culinary that can be very competitive in the market.

**Keyword:** Sensorial Analysis, Acceptability, Degustation.

**1. INTRODUÇÃO**

Existem algumas formas interessantes de agregar valor ao pescado e dentre elas está a defumação que apesar de ser uma técnica antiga de conservação de alimentos confere ao produto características sensoriais únicas como sabor, aroma e textura (SIGURGISLADOTTIR et al., 2000).

A defumação consiste em uma medida complementar de cura que empresta características organolépticas especiais e que aumenta o tempo de vida útil de prateleira dos alimentos (BRESSAN et al., 2001).

Elaborar novos produtos é indispensável para a sobrevivência de empresas e para demanda econômica de mercados principalmente porque é necessário atrair os olhares dos consumidores que estão cada vez mais exigentes (WILLE et al., 2004).

A análise sensorial é importante não apenas no desenvolvimento de novos produtos, mas também na seleção e caracterização da matéria prima, no estudo de vida de prateleira, e na identificação de preferência dos consumidores. Além do mais é uma análise bastante utilizada em indústrias de pescado devido a rapidez no julgamento e de sua rápida execução (MINOZZO, 2010).

A formulação de um “patê” tendo como matéria prima, o filé de Tilápia, se deu devido à importância econômica deste peixe como fonte de proteína, disponibilidade no mercado, alto valor nutricional e grande demanda.

Além disso, segundo MINOZZO & WASZCZYNSKYJ (2010) o patê de peixe é um produto gastronômico importante e com características sensoriais bastante apreciadas e que apresenta vantagens nutricionais. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a aceitabilidade de patê de filé defumado de tilápia.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Matéria prima**

Os filés de tilápia utilizados nesse experimento foram adquiridos de pisciculturas de Missal e Maripá, estado do Paraná e apresentaram características organolépticas saudáveis e de qualidade, adequada ao consumo humano, conforme às normas do regulamento técnico de qualidade do pescado (BRASIL, 1997).

### **2.2. Processamento em Laboratório**

Assim que adquiridos foram encaminhados para o Laboratório de Tecnologia do Pescado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná onde foram lavados em água corrente para retirada de impurezas, pesados e imersos em salmoura 5% por 1 hora. Após esse período foram pendurados em ganchos dentro de um defumador industrial vertical (Defumax®) com capacidade de 20 kg aquecido com serragem de madeiras sem resina durante 5 horas.

### **2.3. Formulação do Patê**

Para elaboração do patê foram utilizados os seguintes ingredientes: 1,159,50 g de filé defumado de tilápia, 700 g de maionese comercial e os seguintes

componentes *in natura* picados: pimentão (250,63g), cebola (97,9g), salsa e cebola verde (60,47g), pepino (94,1g) e azeitona (15,735g).

#### **2.4. Caracterização sensorial**

O produto “Patê defumado de tilápia” foi avaliado sensorialmente por 30 degustadores não treinados selecionados aleatoriamente entre alunos de graduação, pós-graduandos e funcionários da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Paraná.

Os provadores receberam as amostras juntamente com uma bolacha salgada e um copo de água. E para avaliação, utilizou-se um questionário com escala hedônica estruturada de nove pontos com os extremos 1 (desgostei extremamente) e 9 (gostei extremamente), proposta por Dutcosky (2013). Foram avaliados os atributos aparência, aroma, cor, sabor, textura e aceitação geral.

Para a intenção de compra, foi aplicada a escala estruturada de 5 pontos, onde: 1 (certamente não compraria o produto); 5 (certamente compraria o produto). O índice de aceitabilidade seguiu a fórmula  $IA\% = X \cdot 100 / N$ , onde X representa a média de cada amostra e N a nota máxima de cada amostra. O critério de corte utilizado para o índice ser considerado de boa aceitação foi igual ou superior a 70%.

#### **2.5. Análise estatística**

Os dados obtidos foram tabulados em planilhas eletrônicas para posterior análise descritiva. A escolha desta análise se deu devido a flexibilidade e rapidez de resposta dessa técnica frente aos atributos sensoriais julgados na área de tecnologia de alimentos.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

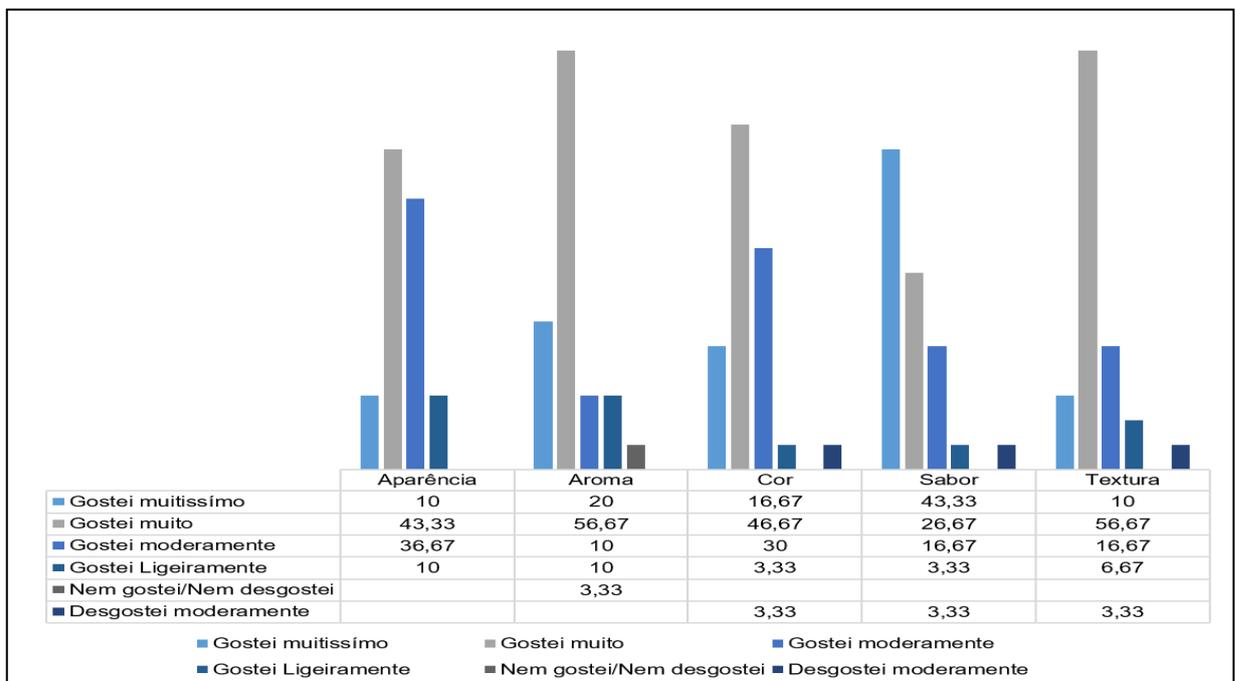
Dos 30 degustadores, 86,67% pertenciam ao sexo masculino e 13,33% ao sexo feminino. Os julgadores apresentaram idades entre 18 a 54 anos tendo uma média de 29 anos. Quanto ao consumo de pescado 53,33% afirmam consumir raramente, 36,77% consomem semanalmente e 3,33% diariamente. Em relação ao hábito ou preferência de consumo 43,33% preferem carnes, 30% peixe e 13,33% frango.

BORDIGNON et al., 2010 relatam que o pouco conhecimento relacionado a importância do peixe na alimentação é o que ocasiona o seu baixo consumo, por

esse motivo, é relevante criar novas opções culinárias que possam competir no mercado. Além do mais o pescado é fonte de proteína, possui elevado teor de lisina, aminoácidos essenciais e alto valor biológico, sendo benéfico ao consumo humano (SARTORI & AMÂNCIO, 2012).

É ideal estimular o consumo de peixe através de seus subprodutos, visto que, os consumidores têm exigido alimentos de preparo rápido e fácil (SANTOS et al., 2006). Estes autores ainda relatam que apresentar o pescado de forma mais elaborada, além de aumentar a vida útil desse produto, o torna mais apreciado pelos consumidores. GOLÇAVES & CEZARINI (2008), concluíram em seus estudos que peixes defumados podem constituir uma parte importante e significativa na dieta humana devido sua desejável propriedade sensorial e alto valor nutritivo.

Isto é significativo, pois, o presente estudo apresentou bons indicativos relacionado ao teste afetivo de aceitabilidade do patê defumado de tilápia (Figura 1), os atributos “gostei muito” e “gostei muitíssimo” foram maiores em relação à aparência (43,33%), aroma (56,67%), cor (46,67%), e textura (46,67%), no entanto, para sabor, o gostei muitíssimo apresentou o melhor indicativo com 43,33%. Em conjunto, estes atributos conquistaram as melhores sensações.



**Figura 1.** Teste afetivo do Patê defumado de tilápia

Fonte: Elaborado pelos autores.

Resultados similares foram encontrados em trabalhos de RIBEIRO et al., 2010 onde os autores testaram amostras de bolinho de mapará seco, sem tratamento (*in natura*) e pré tratados em solução binária de NaCl e soluções ternárias de NaCl + sacarose e NaCl + xarope de milho encontrando boa aceitabilidade em relação à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global indicando intenção de compra.

MAIA et al., 2012 ao testar a aceitabilidade de Nuggets de pescado encontrou um ótimo resultado. SILVA et al., 2013 relatam que a aceitabilidade de produtos à base de peixe é efetiva por meio da análise sensorial, a fim de definir preferências e desenvolver formulações com melhor aceitação e que possam garantir que as expectativas dos consumidores sejam atendidas.

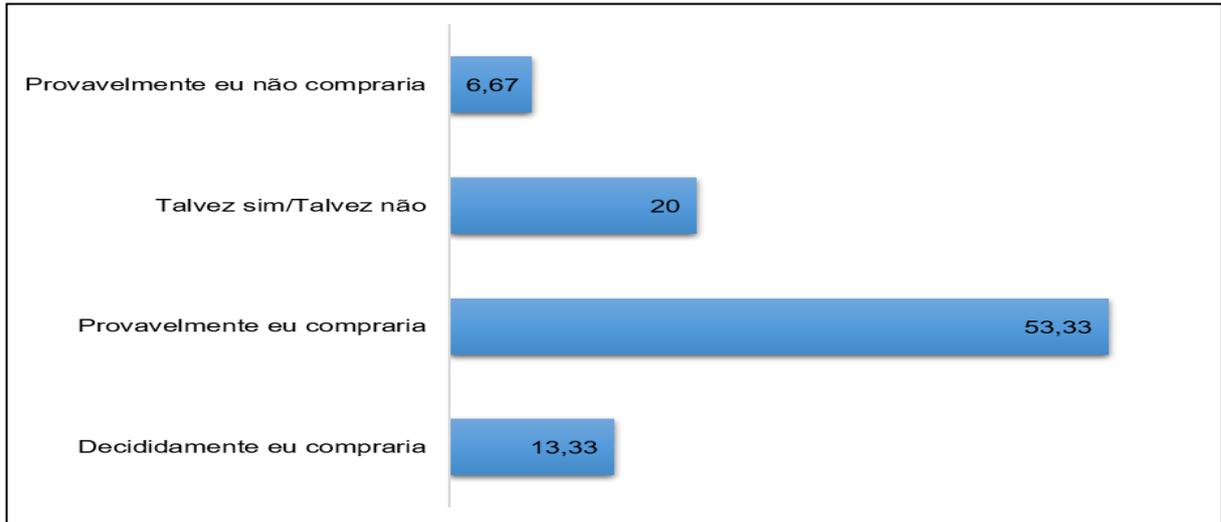
O índice de aceitabilidade (IA%) demonstrou um bom potencial de consumo do patê, uma vez, que os resultados encontrados estavam acima da média de corte de 70%, portanto, satisfatórios (tabela 1). Similaridade foi encontrado por RESENDE (2010) ao analisar a viabilidade técnica, qualidade nutricional e sensorial de produtos à base de carne de tilápia, onde 95% dos provadores aceitaram o produto para o atributo impressão global e 80% aceitaram em relação à aparência, espalhabilidade e sabor, comprovando o potencial de mercado deste produto.

**Tabela 1.** Índice de aceitabilidade e média dos atributos sensoriais do Patê defumado de tilápia.

<b>Atributos</b>	<b>IA%</b>	<b>Média</b>
<b>Aparência</b>	87,70	7,53
<b>Aroma</b>	85,92	7,73
<b>Cor</b>	85,55	7,70
<b>Sabor</b>	89,28	8,03
<b>Textura</b>	84,92	7,64
<b>Aceitação geral</b>	86,67	7,73

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Quanto à intenção de compra 53,33% revelaram que provavelmente comprariam o produto, caso, esse estivesse disponível para comercialização (figura 2). Esta informação é relevante em virtude de os consumidores ditarem as regras de mercado. Ou seja, se existe demanda consequentemente deve haver oferta. Então, o resultado é positivo porque embora os degustadores não tenham apresentado o hábito frequente de consumir pescado, comprariam o patê.



**Figura 2.** Intenção de compra do patê defumado de tilápia.

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Semelhanças foram encontradas em estudos de NEIVA et al., (2017) onde os autores apontaram que há viabilidade de inserção do pescado na alimentação escolar de alunos do município de Itanhaém –SP através do desenvolvimento de formulações culinárias contendo CMS de pescado, uma vez que foi possível elaborar pratos com elevado índice de aceitação pelas crianças. Isto confirma os estudos de BARRETO et al., (2015) que encontraram boa aceitação de alunos do ensino médio em relação aos biscoitos e sopa elaborados com farinha de tilápia oferecidos na merenda escolar, os mesmos, contribuíram para qualidade nutricional e promoveu o aproveitamento total do pescado. Esses resultados são importantes pois confirmam que produtos à base de peixe podem conquistar aceitação de diferentes faixas etárias demonstrando sua viabilidade de produção.

#### **4. CONCLUSÃO**

O patê defumado de tilápia apresentou boa aceitação e representa um potencial culinário interessante que pode ser bastante competitivo no mercado.

#### **5. REFERENCIAS**

BARRETO, N.S.E; ROCHA, J.B.S; LEDO, C.A.S. **Elaboração de biscoitos e sopa usando farinha de peixe.** Arquivos de ciências do mar. Fortaleza, 2015

BRASIL.Portariano<sup>o</sup>185, de 13 de maio de 1997. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado).** Diário Oficial da União 19 maio 1997

BRESSAN, M.C; ODA, S.H.I; FARIA, P.B; RODRIGUES, G. H; MIGUEL, G. J; VIEIRA, J. O; MARTINS, F.M. **Produtos cárneos curados e defumados: Mais sabor e maior sabor agregado**. Lavras, 2001.

BORDIGNON, A.C; SOUZA, B. E; BOHNENBERGER, L; HILBIG, C.C; FEIDEN, A; BOSCOLO, W.R. **Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do fila e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial**. v. 32, n. 1, p. 109-116, Maringá, 2010.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013.

GONÇALVES, A.A. CEZARINI, R. **Agregando valor ao pescado de água doce: Defumação de filés de Jundiá (*Rhamdia quelen*)**. Rev. Bras. Enga. Pesca 3(2), jul. 2008

MAIA, M. O; SILVA, J.L; FRANCA, L.G; MAIA, M.O; DAMACENO, M. N; BRAGA, R. C. **Composição Centesimal de Nuggets Elaborados a Partir de Pescado com Aplicação de Espessante Natural**. VII congresso Norte-Nordeste de pesquisa e inovação. 2012

MAIA, M. O; SILVA, J.L; NAZÁRIO, A. S. N; MAIA, O.M; DAMACENO, M. N; BRAGA, C.R. **Elaboração e Intenção de Compra de Nuggets de Pescado com Aplicação de Galactomananas**. VII congresso Norte-Nordeste de pesquisa e inovação. 2012.

MINOZZO, M.G. **Patê de pescado: alternativa para o incremento da produção nas indústrias pesqueiras**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010.

MINOZZO, M.G; WASZCZYNSKYJ, N. **Caracterização sensorial de patê cremoso elaborado a partir de filés de Tilápia do Nilo**. Rev. Bras. Eng. Pesca 5(2): 26-36, 2010.

SANTOS, L.D; ZARA, R.F; VISENTAINER, J.V; MATSUSHITA, N.E.S; SOUZA, N. E; FRANCO, M. L. R.S. **Avaliação sensorial e rendimento de filés defumados de tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757) na presença de alecrim (*Rosmarinus officinalis*)**. Ciênc. Agrotec., Lavras, 2007

NEIVA, C.R.P; FURLAN, E.F; MACHADO, T.M; SCHATTAN, R.B; COSTA, E.L; TOMITA, R.Y. **Aceitação de preparações à base de carne mecanicamente**

**separada (CMS) de pescado na alimentação escolar.** Proceedings do VII SIMCOPE. Inst. Pesca, São Paulo, 2017

SIGURGISLADOTTIR, S.; SIGURGISLADOTTIR, M.S.; TORRISSEN, O. **Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo solar*) fillets.** Food Research International, v.33, p.847-855, 2000.

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.

RESENDE, A.L.S.S. **Viabilidade Técnica, Qualidade Nutricional e Sensorial de Produtos à Base de Carne de Tilápia (*Oreochromis niloticus*).** Tese de doutorado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 2010.

WILLE, G.M.F.C. **Desenvolvimento de novos produtos: As melhores práticas em gestão de projetos em indústrias de alimento do estado do Paraná.** Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2004.

## **TOXIDADE AGUDA DO MANGANÊS EM PÓS-LARVAS DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaus vannamei* EM BAIXA SALINIDADE**

Marcos Vinícius Viana Teixeira<sup>\*</sup>; João Paulo Lorenzini; Filipe dos Santos Cipriano;  
Hallef Suamir Alves Penido; Leonardo Vaz Pereira; Kleber Campos Miranda Filho

### **RESUMO**

O trabalho tem o objetivo de apresentar a toxicidade aguda do manganês em pós-larvas do camarão marinho *L.vannamei* em baixa salinidade, além de estimar o nível de segurança do mineral metálico para a espécie nas condições trabalhadas. No experimento foram utilizadas 120 pós-larvas do camarão (*Litopenaeus vannamei*) com peso médio de 14 mg adaptados a baixa salinidade. Os camarões permaneceram em aclimatação durante 3 dias antes de serem distribuídos aleatoriamente nas unidades experimentais. Foram utilizados 5 tratamentos e 1 controle (0, 50, 100, 150, 200, 250 mg/L  $MnCl_2$ ), sendo todos em duplicada. As unidades foram compostas por béqueres de 2 litros, sendo preenchido com 1 L de água salinizada artificialmente, equipado individualmente na parte central e no fundo com pedra porosa. Os parâmetros de qualidade da água foram mensurados a cada 24 horas, sendo feito uma troca total de água em 48 horas de experimento. Foi feita uma solução estoque com  $MnCl_2$  solubilizado em água destilada com concentração do mineral conhecida, armazenada em vidro âmbar, onde foi calculado e dispensado com o uso de uma pipeta automática nas unidades experimentais de modo que atenda a concentração desejada em cada tratamento. A conferência de mortalidade foi feita a cada 2 horas durante o período experimental, e foi contabilizado e retirado da unidade os animais que não reagiram ao contato físico. Em relação aos parâmetros de qualidade, a amônia total apresentou diferença estatísticas nos tratamentos em relação ao grupo controle, porém todos os valores estão abaixo dos níveis de segurança, a salinidade apresentou diferença significativa no grupo controle e concentração de 50 mg/L de Mn em relação ao restante dos tratamentos. A concentração de manganês que causou a mortalidade de 50% dos animais em 96 horas foi estimada em 63 mg/L, e o nível de segurança de pós-larvas do camarão marinho em salinidade de 15 ppt foi estimado em 6,3 mg/L de Mn. O presente

---

<sup>\*</sup> Mestrando em Zootecnia, Escola de veterinária da UFMG. E-mail: marcosteixeira92@hotmail.com.  
<http://lattes.cnpq.br/4071732498242278>

estudo demonstrou uma alta toxicidade do Mn as pós-larvas de *L.vannamei* em baixa salinidade, sendo um fator de preocupação para sistemas fechados que pode acontecer o acúmulo do mineral, colocando em risco o sucesso do cultivo.

**Palavras-chave:** Camarão; Toxicidade; Manganês, Aquicultura.

## **ABSTRACT**

The objective of this work is to present the acute toxicity of manganese in post-larvae of *L.vannamei* marine shrimp in low salinity, in addition to estimating the level of safety of the metallic mineral for the species under the conditions worked. In the experiment 120 shrimp post-larvae (*Litopenaeus vannamei*) with a mean weight of 14 mg adapted to low salinity were used. The shrimp remained in acclimation for 3 days before being randomly distributed in the experimental units. 5 treatments and 1 control (0, 50, 100, 150, 200, 250 mg / L  $MnCl_2$ ) were used, all in duplicate. The units were composed of 2 liter beakers, filled with 1 L of artificially salinized water, individually equipped in the central part and the bottom with porous stone. The parameters of water quality were measured every 24 hours, and a total water exchange was done in 48 hours of experiment. A stock solution was made with  $MnCl_2$  solubilized in distilled water with known mineral concentration stored in amber glass where it was calculated and dispensed with the use of an automatic pipette in the experimental units so that it meets the desired concentration in each treatment. The mortality conference was conducted every 2 hours during the trial, and animals that did not respond to physical contact were counted and removed from the unit. Regarding the quality parameters, total ammonia showed a statistical difference in the treatments in relation to the control group, but all values were below safety levels, salinity showed a significant difference in the control group and concentration of 50 mg / L of Mn in relation to the rest of the treatments. The concentration of manganese that caused the mortality of 50% of the animals in 96 hours was estimated to be 63 mg / L and the safety level of marine prawn post-larvae at 15 ppt salinity was estimated at 6.3 mg / L of Mn. The present study demonstrated a high toxicity of Mn to *L.vannamei* post-larvae in low salinity, being a concern factor for closed systems that mineral accumulation can occur, jeopardizing the success of the crop.

**Keywords:** Shrimp; Toxicity; Manganese, Aquaculture.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico, associado com a preferência da população em consumir alimentos mais saudáveis, tem contribuído com o aumento da demanda por pescados nos últimos anos (FAO, 2016). Entretanto, os recursos pesqueiros estão estagnados, tornando-se necessário o aumento da produção desses animais em cativeiro. Esse fato, tornou a aquicultura, a atividade de produção de alimentos de origem animal que mais cresce no mundo (FAO, 2007).

O cultivo de organismos aquáticos em cativeiro é baseado na alta densidade de estocagem dos animais, com elevada oferta de ração, fato que eleva a concentração de compostos indesejados na água, como por exemplo, amônia, nitrito, nitrato, matéria orgânica em suspensão (BOYD & TUCHER, 1998) e minerais, como o manganês (Mn) (KUHN, et al. 2015). Dos sistemas de produção propostos até o momento, o sistema fechado, como a tecnologia de bioflocos (TBF), é uma das que produz o menor impacto ambiental (EMERENCIANO, et al. 2013).

A TBF baseia-se em estimular o desenvolvimento de uma densa comunidade microbiana, através da manipulação da relação Carbono/Nitrogênio na água de cultivo, com mínimo de reposição das mesmas onde bactérias e outros microrganismos formam os agregados ou bioflocos, de modo a controlar a qualidade da água a partir da imobilização de amônia em proteína microbiana (AVNIMELECH, 2007).

O camarão marinho *Litopenaeus vannamei* espécie também conhecida como camarão cinza ou camarão branco do Pacífico, tem sua origem na Costa do Pacífico, encontrado desde o litoral do México até a costa norte do Peru. Distribui-se desde águas rasas até 72 metros de profundidade (SANTOS; COELHO, 2002), podendo chegar a 230 mm de comprimento (BARBIERI JÚNIOR; OSTRENSKY NETO, 2002). Quando adulto habita preferencialmente regiões marinhas, profundas e escuras, onde ocorre a sua reprodução. Já na fase inicial do ciclo de vida, as larvas são levadas por correntes marinhas até áreas costeiras onde encontram abrigo e alimento para o seu crescimento. Os animais permanecem nessas áreas de berçário durante toda a fase jovem (LOPES et al., 2009) e retornam ao mar quando sub-adultos.

O camarão marinho *L. vannamei* é a espécie de crustáceo mais produzida mundialmente, isso se deve à sua boa adaptabilidade às condições de cativeiro, sendo capaz de tolerar altos níveis de compostos nitrogenados (PONCE-PALAFIX;

MARTINEZ-PALACIOS; ROSS, 1997; LIN; CHEN, 2003) e, conforme já descrito, por ser uma espécie euritérmica e eurialina (LARAMORE; LARAMORE; SCARPA, 2001; LI et al., 2007).

O cultivo de camarões marinhos *L.vannamei* no interior do continente é possível em TBF, devido a capacidade do sistema em suportar densidades elevadas de indivíduos sem a necessidade de renovação de água (RAY, et al. 2010), outro fator positivo são as características eurialinas da espécie (FONSECA, et al. 2009), sendo assim são capazes de serem cultivadas em baixas salinidades e na mesma água por vários ciclos, tornando viável economicamente devido à rigorosa legislação ambiental e altos custos para a aquisição de áreas nos ambientes costeiros (MAICÁ, et al. 2012).

O Mn é fisiologicamente essencial para o desenvolvimento normal e crescimento de organismos aquáticos (LIN, et al. 2008.; PAN, et al. 2008), no entanto pode agir como inibidor enzimático se suas concentrações forem diferentes das reais exigências fisiológicas dos animais, isso pode levar a um efeito tóxico ou à inibição de crescimento (BANBANG, et al. 1995; WATANABE, et al. 1997). Na TBF, a presença do Mn pode-se tornar um problema, pois está presente na ração e a baixa renovação de água presente nesse tipo de cultivo facilita seu acúmulo no sistema de cultivo podendo atingir níveis elevados, tais como 10.000 mg/kg<sup>-1</sup> de flocos (KUHN, et al. 2015). Tem sido documentado que com a maior idade do floco, será maior a acumulação de elementos (TCHOBANOGLIOUS, et al. 2003) como o manganês que é oriundo principalmente da ração fornecida aos animais.

O trabalho tem o objetivo de apresentar a toxicidade aguda do manganês em pós-larvas do camarão marinho *L.vannamei* em baixa salinidade, além de estimar o nível de segurança do mineral metálico para a espécie, nas condições trabalhadas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi realizado no Laboratório de Aquicultura (Laqua), setor de Maricultura, da Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, Minas Gerais - Brasil, e teve duração de sete dias, sendo três dias de aclimação e quatro dias de período experimental.

Foram utilizadas 120 pós-larvas do camarão branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei*) com peso médio de 14 mg, oriundos da empresa Aquatec Aquicultura Ltda, localizada em Canguaretama – Rio grande do Norte - Brasil. Os animais

estavam adaptados a baixa salinidade no setor de Maricultura do Laqua, e foram selecionados para aclimação e observação antes do início do experimento.

Durante a aclimação os animais foram estocados em um tanque de fibra com volume útil de 200 L em uma densidade de estocagem de 10 animais por litro de água, mantendo-se a salinidade em 15 g/L e aeração constante. As pós-larvas foram alimentadas 4 vezes ao dia com ração comercial (Guabi, 38% de proteína bruta), e a quantidade de ração foi ajustada em 8% da biomassa total. Os parâmetros de qualidade de água foram mantidos em temperatura de 28 °C, oxigênio dissolvido de 5,58 mg/L, pH de 7,9 e alcalinidade em 110 mg/L. Os camarões permaneceram em aclimação durante três dias antes de serem distribuídos aleatoriamente nas unidades experimentais.

Foram utilizadas 12 unidades experimentais, contendo 5 tratamentos e 1 controle, trabalhando com duas repetições cada tratamento, sendo usado uma estufa incubadora (biochemical oxygen demand) com o objetivo de manter a temperatura e fotoperíodo de 12:12 (luz:escuro). As unidades são compostas por béqueres de 2 litros, sendo preenchido com 1 L de água salinizada artificialmente. Cada béquer foi equipado individualmente na parte central do fundo com pedra porosa, que funcionava como sistema de aeração para fornecer oxigênio, além de promover a circulação da água, sendo importante para manter a concentração uniforme em toda unidade.

Os parâmetros (amônia, temperatura, pH e oxigênio dissolvido) da água foram mensurados a cada 24 horas, e a alcalinidade e salinidade foram mensurados no início do experimento, se mantendo em níveis adequados para a espécie durante todo período experimental. Sendo feito uma troca total de água em 48 horas, para manutenção da concentração prevista do manganês para cada tratamento. Foram realizados 5 tratamentos e 1 controle em duplicata, definindo as concentrações de Mn mediante ao resultado de um teste preliminar, sendo os tratamentos com concentração de 0, 50, 100, 150, 200, 250 mg/L de manganês (Mn).

Foi feita uma solução estoque com Cloreto de manganês ( $MnCl_2$ ) solubilizado em água destilada com concentração do mineral metálico conhecida, armazenada em vidro âmbar, onde foi calculado e dispensado com o uso de uma pipeta automática nas unidades experimentais de modo a atender as concentrações desejadas de cada tratamento.

A conferência de mortalidade foi feita a cada 2 horas durante o período experimental, e foi contabilizado e retirado da unidade os animais que não reagiram ao contato físico.

Nos análises estatísticos as variáveis de qualidade de água foram submetidas ao teste de normalidade, aplicou-se análise de variância (ANOVA) e em caso de  $\alpha \leq 0,05$ , aplicou-se o teste a posteriori de tukey. As concentrações letais medianas (CL's<sub>50</sub>) e os intervalos de confiança (95%) foram estimados para Mn de acordo com os dados de mortalidade durante as 96 h de exposição, empregando o programa "Trimmed Spearman Karber method" (HAMILTON et al. 1977) e o nível de segurança (NS) conforme descrito por Sprague (1971).

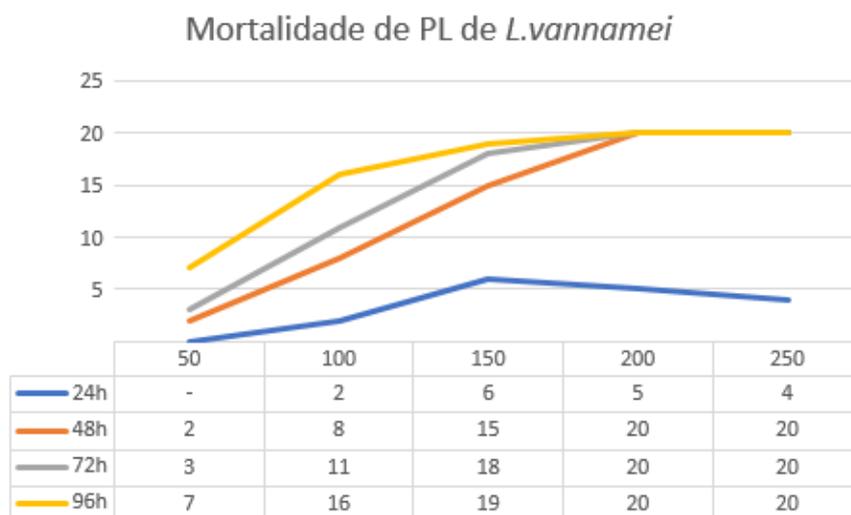
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos parâmetros de qualidade de água (TABELA 1), temperatura, pH, oxigênio saturado, oxigênio dissolvido e alcalinidade não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. A amônia total apresentou diferença estatísticas nos tratamentos em relação ao grupo controle, porém todos os valores estão abaixo dos níveis de segurança descrito por Lin & Chen (2001), não interferindo assim no resultado do experimento. A salinidade apresentou diferença significativa no grupo controle e concentração de 50 mg/l de Mn em relação ao restante dos tratamentos, sendo que o valor de salinidade sofre interferência pela quantidade de sais solúveis (RIBEIRO et al., 2009), explicando assim a diferença encontrada.

**Tabela 1.** Parâmetros de água (Amônia, Temperatura, pH, Oxigênio, Alcalinidade) nas diferentes concentrações (0, 50, 100, 150, 200, 250 mg/L de Mn) durante o experimento de toxicidade aguda.

Nível	Amônia (mg L <sup>-1</sup> )	Temperatura (°C)	pH	Oxigênio (%)	Oxigênio (mg L <sup>-1</sup> )	Alcalinidade (mgCaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup> )	Salinidade (‰)
0	2,12 ± 0,45a	28,60 ± 0,70	8,15 ± 0,19	78,62 ± 2,98	5,56 ± 0,27	112,5 ± 14,43	15 ± 0 <sup>a</sup>
50	1,50 ± 0,09b	28,30 ± 0,73	8,10 ± 0,27	74,10 ± 9,65	5,96 ± 1,53	100 ± 0	15 ± 0 <sup>a</sup>
100	1,29 ± 0,07b	28,35 ± 0,95	8,00 ± 0,28	71,78 ± 13,34	5,20 ± 1,06	111,25 ± 1,44	16 ± 0 <sup>b</sup>
150	1,54 ± 0,20b	28,60 ± 0,91	8,20 ± 0,12	81,17 ± 1,04	5,78 ± 0,13	101,25 ± 12,99	16 ± 0 <sup>b</sup>
200	1,24 ± 0,17b	28,67 ± 0,60	8,17 ± 0,13	82,17 ± 2,63	5,81 ± 0,29	100 ± 0	16,5 ± 0,58 <sup>b</sup>
250	1,21 ± 0,12b	28,47 ± 0,78	8,07 ± 0,13	82,35 ± 2,54	5,81 ± 0,30	97,5 ± 5	16,5 ± 0,58 <sup>b</sup>
p. valor	< 0,001	0,98	0,73	0,2	0,8	0,07	< 0,001

Até o momento se tem um número limitado de estudos que examinou a toxicidade do Mn para camarão, esses estudos verificou a toxicidade de manganês aos crustáceos na coluna de água, especulando que a atuação de manganês como inibidor da enzima perturba o processo fisiológico normal dos animais. (FRIAS, et al. 2003; LASIER et al. 2000).



**Figura 1.** Mortalidade de pós-larvas de *L.vannamei*, em salinidade de  $15 \pm 1,5$  ppt, nas concentrações de 50,100,150,200,250 mg/l de Mn em 24, 48, 72 e 96 horas.

A concentração de manganês que causou a mortalidade de 50% dos animais em 96 horas foi estimada em 63 mg/l de Mn. O presente estudo de toxicidade aguda do Mn para pós-larvas de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em água de baixa salinidade, demonstrou uma alta toxicidade do mineral metálico em comparação com estudo similar com salinidade de 34 ppt (FRÍAS, M.G, et al. 2002), supondo assim que se tem maior absorção do Mn em baixas salinidade, podendo ser explicada pela mudança em aspectos da osmorregulatório do animal, ou pelos íons que compete pela absorção do mineral pelas células. Os níveis de segurança de Mn para pós-larvas do camarão marinho estimado foi de 6,3 mg/L.

#### 4. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou uma alta toxicidade do Mn as pós-larvas de *L.vannamei* em baixa salinidade, sendo um fator de preocupação para sistemas fechados que pode acontecer o acúmulo do mineral, colocando em risco o sucesso do cultivo. Como parte do controle de qualidade da água, se deve monitorar a concentração de minerais e metais para garantir que a saúde animal e a produção não sejam comprometidas.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Laboratório de Aquicultura e a Universidade Federal de Minas Gerais pela estrutura disponibilizada, aos colaboradores que apoiaram de modo direto e indiretamente, e a instituição financiadora Capes por tornar possível a realização desse trabalho.

## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

APHA-AWWA-WPCF, Standard Methods. 17 ed, Washington. 1992.

AVNIMELECH Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio flocs technology ponds. **Aquaculture**. v 264, 140-147 p. 2007.

BAMBANG, Y.; TRUET, P.; CHARMANTIER, M.; TRILLES, J.P.; CHARMANTIER, G. Effect of copper on survival and osmoregulation of various developmental stages of the shirmp *Penaeus japonicus* Bate (Crustacea:Decapoda). **Aquat Toxicol**. 33 v. 125-139 p. 1995.

BARBIERI JÚNIOR, R. C.; NETO OSTRENSK, A. **Camarões marinhos – Engorda**. v2. ed. Viçosa: [s.n.].

BOYD, C.E.; TUCKER, C.S. Pond aquaculture water quality management. Boston: **Kluwer Academic Publishers**. 700 p. 1998.

EMERENCIANO, M.; GAXIOLA G.; CUZON G. Biofloc Technology (BFT): a review for aquaculture application and animal food industry. 2013.

FAO. The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges, 243 p. 2016.

FAO. Fishery Information Data and Statistics. 1984-2005 p. 2007.

Frias, M. G.; Voltolina, D.; Osuna-Lopez, J. I. Acute toxicity of copper, zinc, and manganese and of the mixtures copper-zinc and iron-manganese to Whiteleg Shrimp

*Litopenaeus vannamei* postlarvae. **Bulletin of Environment Contamination and Toxicology**, v.71, p. 68–74. 2007.

FONSECA, S. B. d.; MENDES, P. P.; ALBERTIM, C. J. L.; BITTENCOURT, C. F. Cultivo de camarão marinho em água doce em diferentes densidades de estocagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 44, n. 10, 2009.

HAMILTON, M.A.; RUSSO, R.C.; THURSTON, R.V. Trimmed Spearman-Kärber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. **Environmental Science & Technology**, v.11, n.7, p.714-719. 1977.

KUHN, D.D.; LAWRENCE, A.L.; CROCKET, J. Dietary toxicity of manganese to shrimp and its accumulation in bioflocs. **Aquaculture Nutrition**, 2015.

LARAMORE, S.; LARAMORE, C. R.; SCARPA, J. Effect of Low Salinity on Growth and Survival of Postlarvae and Juvenile *Litopenaeus vannamei*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 32, n. 4, p. 385–392, 2001.

LASIES, P. J.; WINGER, P. V.; BOGENRIEDER, K. J. Toxicity of Mn to *Ceriodaphnia dubia* and *Hyalella azteca*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v.38, p.298–304. 2000

LI, E. et al. Growth, body composition, respiration and ambient ammonia nitrogen tolerance of the juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at different salinities. **Aquaculture**, v. 265, n. 1–4, p. 385–390, 2007.

LIN, Y.C.; CHEN, J.C. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 259, p. 109-119, 2001.

LIN, Y.H.; LIN, S.M.; SHIAU, S.Y. Dietary manganese requirements of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Aquaculture**, v. 284, p. 207- 210, 2008.

LOPES, D. L. D. A. et al. Análise comparativa da criação dos camarões-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis* criados em gaiolas em ambiente estuarino. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1540–1546, 2009.

MAICÁ, P. F.; BORBA, M. R. D.; WASIELESKY, W. J. Effect of low salinity on microbial floc composition and performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles reared in a zero-water-exchange super-intensive system. **Aquaculture Research**. v. 43, p. 361-370, 2012.

PAN, L.; ZHU, X.; XIE, S.; LEI, D.; HAN, D.; YANG, Y. Effects of dietary manganese on growth and tissue manganese concentrations of juvenile gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. **Aquaculture**, v. 14, p. 459-463, 2008.

PONCE-PALAFIX, J.; MARTINEZ-PALACIOS, C. A.; ROSS, L. G. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. **Aquaculture**, v. 157, n. 1–2, p. 107–115, 1997.

RAY, A. J.; SEABORN, G.; LEFFLER, J. W.; WILDE, S. B. et al. Characterization of microbial communities in minimal-exchange, intensive aquaculture systems and the effects of suspended solids management. **Aquaculture**. v 310, 130-138 p. 2010.

RIBEIRO, M. R. Química dos solos salinos e sódicos. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8. 2012.

SANTOS, M. DO C. F.; COELHO, P. A. Espécies exóticas de camarões peneídeos (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798 e *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) nos ambientes estuarinos e marinho no nordeste do Brasil. In: Tamandaré: Boletim Técnico Científico CEPENE, 2002. p. 207–222.

SPRAGUE, J.B. Sublethal effects and "safe" concentrations. Water Pergamon Press, v. 5, p. 245-266, 1971.

TCHOBANOGLOUS, G.; BURTON, F.L.; STENSEL, H.D. Wastewa- Ter engenharia: Tratamento e reutilização. 4 ed, 1819 p. 2003.

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