



**Universidade Federal do Pará
Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental
Universidade Federal Rural da Amazônia
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal**

BRUNO JOSÉ CORECHA FERNANDES EIRAS

**EFEITO DA SALINIDADE E DA FREQUÊNCIA
ALIMENTAR DURANTE A LARVICULTURA DOS
ORNAMENTAIS AMAZÔNICOS ACARÁ BANDEIRA
Pterophyllum scalare (SCHULTZE, 1823) E ACARÁ
SEVERO *Heros severus* (HECKEL, 1840)**

Belém - PA

2016

BRUNO JOSÉ CORECHA FERNANDES EIRAS

**EFEITO DA SALINIDADE E DA FREQUÊNCIA
ALIMENTAR DURANTE A LARVICULTURA DOS
ORNAMENTAIS AMAZÔNICOS ACARÁ BANDEIRA
Pterophyllum scalare (SCHULTZE, 1823) E ACARÁ
SEVERO *Heros severus* (HECKEL, 1840)**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia. Área de concentração: Ecologia Aquática e Aquicultura
Orientador: Prof. Dr. Rauquílio Marinho da Costa
Co-Orientador: Prof. Dr. Galileu Crovatto Veras

Belém - PA

2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da
UFPA

Eiras, Bruno José Corecha Fernandes, 1989 -

Efeito da salinidade e da frequência alimentar durante a larvicultura dos ornamentais amazônicos Acará bandeira *Pterophyllum scalare* (Schultze, 1823) e Acará severo *Heros severus* (Heckel, 1840) / Bruno José Corecha Fernandes Eiras. - 2016.

Orientador: Rauquirio Marinho da Costa;

Coorientador: Galileu Crovatto Veras.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Campus de Castanhal, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Belém, 2016.

1. Peixe ornamental -- Nutrição. 2. Acará (Peixe) -- Criação. 3. Sal. I. Título.

CDD 22. ed. 597.74

BRUNO JOSÉ CORECHA FERNANDES EIRAS

**EFEITO DA SALINIDADE E DA FREQUÊNCIA
ALIMENTAR DURANTE A LARVICULTURA DOS
ORNAMENTAIS AMAZÔNICOS ACARÁ BANDEIRA
Pterophyllum scalare (SCHULTZE, 1823) E ACARÁ
SEVERO *Heros severus* (HECKEL, 1840)**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental. Universidade Federal Rural da Amazônia. Área de concentração: Ecologia Aquática e Aquicultura
Orientador: Prof. Dr. Rauquirio Marinho da Costa
Co-Orientador: Prof. Dr. Galileu Crovatto Veras

Data da aprovação. Belém - PA: 21 / 07 / 2016

Banca Examinadora



Prof. Dr. Rauquirio Marinho da Costa –
Orientador
Universidade Federal do Pará, *Campus* de
Bragança



Prof. Dr. Galileu Crovatto Veras – Co-
Orientador
Universidade Federal do Pará, *Campus* de
Bragança – Presidente da Banca



Prof. Dr. Marcos Ferreira Brabo
Universidade Federal do Pará, *Campus* de
Bragança – Membro externo



Prof. Dr. Daniel Abreu Vasconcelos
Campelo
Universidade Federal do Pará, *Campus* de
Bragança – Membro externo



Prof. Dr. André Guimarães Manuel e Silva
Universidade Federal do Pará, *Campus* de
Bragança – Membro externo

*Em especial aos meus pais Jairo Fernandes Eiras e
Alcirene Corecha Fernandes Eiras pelo amor, carinho,
compreensão e apoio*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pelas bênçãos e vitórias concedidas

Aos meus orientadores: Galileu Crovatto Veras e Rauquirio Marinho da Costa, por suas excelentes orientações, os quais contribuíram bastante para a minha formação como profissional; também pela paciência, sempre prestativos a esclarecer dúvidas, a discutir ideias, elogios e críticas construtivas que me auxiliaram a realizar uma dissertação com excelência;

À Universidade Federal do Pará, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos e pela infraestrutura e apoio para realização deste trabalho;

Aos meus colegas de mestrado Bruno Brito, Adriana Xavier, Jhonatan Sousa e o Mário, onde acompanhamos uns aos outros nesses dois anos, com muita alegria, estudo e companheirismo; também a Juliette, a qual ingressou ao programa, posterior a nós e que também é uma excelente pessoa;

Aos colegas LAPIS Marília, Denilson, Luciene, Daercio pela amizade;

Ao Bruno, Adriana, Marília, Denilson, Luciene e Juliette por me ajudarem em algumas tarefas do meu experimento;

Ao Renan Reis e a Adriana Xavier pela edição das fotos e ao Willan Gomes por me ajudar a tirar algumas fotos e a Juliette por me conceder alguns peixes para as fotos;

À Jullliany Lemos, sempre prestativa a esclarecer algumas dúvidas de estatística;

À tia Peta, ao Tio zé e também a tia Ivana por me receberem de braços abertos quando precisei assistir algumas disciplinas em Castanhal;

Às minhas tias Alcenira e Socorro por me acolherem em Belém, quando precisei assistir algumas disciplinas;

À minha família, minha irmã Genara Eiras, minha sobrinha Isis, Iago (*in memoriam*), minhas tias Alcenira e Socorro, Tia Ivana, minha prima Bruna;

Aos meus amigos da república Gabriel Galdino, Adriana Xavier e a Julya Mesquita pela Amizade, companheirismo e a convivência desde a Graduação;

Á Adriana e a Julya por me auxiliarem em algumas partes da escrita da dissertação;

Á minha namorada Juliana pelo amor, convivência e pela compreensão nos momentos de ocupação;

Aos meus amigos de infância Gabriel Galdino, Leonardo Perote e o Matheus Accacio.

Á todos que contribuíram de forma direta e indireta para realização deste trabalho

MUITO OBRIGADO!!!

PEIXE ORNAMENTAL

*Era meio-dia, mas não este meio-dia limitado
que conhecemos, era meio-dia nos bosques de Aldebarán,
e como não podia deixar de ser, os anjos vinham
mirar as faces nas águas da lagoa.*

*Eu, apenas um peixe ornamental, mas muito vivo,
escondido na gruta ví um anjo infinitamente belo,
destes que feitos pelo Criador, são pelo Criador
guardados para si, e o melhor,
um anjo dançante coberto apenas por uma rosa azul.*

*Impossível detalhar a surpresa, porque a surpresa
provocada pelo Belo é diferente,
é mais quente que mergulhar as mãos no sol.*

*Nada é possível restringir em palavras deste encontro, peixes
não tocam cítara nem alaúde, mas ficou em meus devaneios
a fotografia deste anjo tão lindo quanto desbravar planetas
repletos de potranças selvagens.*

Autor desconhecido

RESUMO

Com o estudo objetivou-se avaliar o efeito da salinidade e da frequência de alimentação no crescimento, uniformidade e sobrevivência de pós-larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* e acará severo *Heros severus*. Foram realizados dois experimentos em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2, com cinco diferentes concentrações de cloreto de sódio (0; 2; 4; 6 e 8 g L⁻¹), duas frequências alimentares (2 e 4 vezes ao dia) e quatro repetições. Foi observado que a salinidade da água e a frequência alimentar influenciaram significativamente ($p < 0,05$) no comprimento do tronco e altura do corpo de larvas de acará bandeira. O diâmetro do olho foi influenciado ($p < 0,05$) apenas pela salinidade, enquanto que o comprimento padrão final, ganho de comprimento padrão, comprimento da cabeça, comprimento do tronco, comprimento pós-anal, altura da cabeça, altura do corpo, peso final, ganho de peso, taxa de crescimento específico e fator de condição alométrico diferiram significativamente ($p < 0,05$) pela frequência de alimentação. Na larvicultura do acará severo, houve diferença significativa ($p < 0,05$) no comprimento da cabeça, comprimento pós-anal, altura da cabeça e fator de condição alométrico pela salinidade e frequência alimentar. A salinidade da água influenciou significativamente ($p < 0,05$) o comprimento padrão final, ganho de comprimento padrão, comprimento do tronco, diâmetro do olho, altura do corpo, taxa de sobrevivência e uniformidade em peso. A frequência alimentar influenciou significativamente ($p < 0,05$) o peso final, ganho de peso e taxa de crescimento específico. Concluiu-se que as pós-larvas de acará bandeira podem ser cultivadas com salinidade de até 4 g L⁻¹ sem problemas ao desenvolvimento e sobrevivência. Por outro lado, as pós-larvas de acará severo obtiveram melhor taxa de sobrevivência em água sem adição de sal. A frequência alimentar de quatro vezes ao dia com náuplios de *Artemia* é a mais recomendada para ambas as espécies.

Palavras-chave: cloreto de sódio, nutrição, peixe ornamental, desempenho, *Artemia*.

ABSTRACT

With the study aimed to evaluate the effect of salinity and feeding frequency on growth, uniformity and survival of the angelfish *Pterophyllum scalare* and banded cichlid post-larvae. Were conducted two experiments in a completely randomized in a factorial 5 x 2, with five different sodium chloride concentrations (0; 2; 4; 6 and 8 g L⁻¹) and two feed frequency (2 and 4 times per day). It was observed the water salinity and feeding frequency influenced significantly ($p < 0,05$) in torso length and body height in the angelfish larviculture. The eye diameter, was affected ($p < 0,05$) only by salinity, while the final standard length, standard length gain, head length, torso length, post-anal length, head height, body height, final weight, weight gain, specific growth rate and allometric condition factor differed significantly ($p < 0,05$) only for the feeding frequency. In the banded cichlid larviculture, there was a significant difference ($p < 0,05$) in the head length, post-anal length, head height and allometric condition factor by salinity and feeding frequency. The water salinity influenced significantly ($p < 0,05$) the final standard length, standard length gain, torso length, eye diameter, body height, survival rate and uniformity in weight. The feeding frequency influenced significantly ($p < 0,05$) the final weight, weight gain and specific growth rate. It was concluded that angelfish post-larvae can be grown with salinity up to 4 g L⁻¹ without problems for the development and survival. On the other hand, the banded cichlid post-larvae had better survival rate in water without salt add. The feeding frequency of four times a day with artemia nauplii is the most recommended for the both species.

Key Words: Sodium chloride, nutrition, ornamental fish, performance, *Artemia*.

LISTA ILUSTRAÇÕES

Capítulo 1

Figura 1.	Acará severo (<i>Heros severus</i>)	17
Figura 2.	Acará bandeira (<i>Pterophyllum scalare</i>)	19
Figura 3.	Modelo do efeito primário e secundário do estresse em peixes teleósteos	24
Figura 4.	Náuplios de <i>Artemia</i>	28

Capítulo 2

Figura 1.	Esquema ilustrativo das medidas obtidas para as larvas de <i>Heros severus</i> e <i>Pterophyllum scalare</i> . DO: Diâmetro do olho; CC: Comprimento da cabeça; AC: Altura da cabeça; ACO: Altura do corpo; CTr: Comprimento do tronco; CPA: Comprimento pós-anal; CP: Comprimento padrão	49
-----------	---	----

LISTA TABELAS

Tabela 1	Desempenho produtivo (valores médios \pm desvio padrão) de pós-larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> após 15 dias de experimento	54
Tabela 2	Desempenho produtivo (Valores médios \pm desvio padrão) de pós-larvas de acará severo <i>Heros severus</i> após 15 dias de experimento	56
Tabela 3	Valores médios (\pm desvio padrão) das concentrações de oxigênio dissolvido (OD), pH (potencial hidrogeniônico), temperatura (T) e condutividade elétrica da água (CE), e concentrações de amônia e nitrito nos diferentes tratamentos utilizados na larvicultura de <i>Pterophyllum scalare</i> durante o período de 15 dias	59
Tabela 4	Valores médios (\pm desvio padrão) das concentrações de oxigênio dissolvido (OD), pH (potencial hidrogeniônico), temperatura (T), condutividade elétrica da água (CE), e concentrações de amônia e nitrito nos diferentes tratamentos utilizados na larvicultura de <i>Heros severus</i> durante o período de 15 dias	60

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUÇÃO GERAL	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1.ASPECTOS GERAIS SOBRE A CRIAÇÃO DE PEIXES ORNAMENTAIS	3
2.2.ASPECTOS GERAIS SOBRE O ACARÁ SEVERO (<i>Heros severus</i>)	5
2.3.ASPECTOS GERAIS SOBRE O ACARÁ BANDEIRA (<i>Pterophyllum scalare</i>)	7
2.4.ESTRATÉGIAS DE OSMORREGULAÇÃO DE PEIXES DULCÍCOLAS E MARINHOS	9
2.5.UTILIZAÇÃO DO SAL PARA DIMINUIÇÃO DO ESTRESSE NO CULTIVO	11
2.6.UTILIZAÇÃO DO SAL PARA MELHORAR O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE LARVAS DE PEIXES	14
2.7.IMPORTÂNCIA DOS ALIMENTOS VIVOS NA LARVICULTURA	15
2.8.ASPECTOS GERAIS SOBRE A <i>Artemia</i> E SUA IMPORTÂNCIA NA LARVICULTURA	16
2.9.IMPORTÂNCIA DA FREQUÊNCIA ALIMENTAR NA LARVICULTURA.	19
3. OBJETIVO	20
3.1.OBJETIVO GERAL.....	20
3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
4. BIBLIOGRAFIA	21
CAPÍTULO 2	29
EFEITO DA SALINIDADE E DA FREQUÊNCIA ALIMENTAR DURANTE A LARVICULTURA DOS ORNAMENTAIS AMAZÔNICOS: ACARÁ BANDEIRA <i>Pterophyllum scalare</i> (SCHULTZE, 1823) E ACARÁ SEVERO <i>Heros severus</i> (HECKEL, 1840)	30
RESUMO	30
ABSTRACT.....	31
INTRODUÇÃO	32
MATERIAL E MÉTODOS	35
Delineamento experimental	35
Condições experimentais	36
Biometrias	37
Análise estatística.....	40

RESULTADOS.....	41
<i>Pterophyllum scalare</i>	41
<i>Heros severus</i>	43
Qualidade de água.....	46
DISCUSSÃO	48
CONCLUSÃO	56
AGRADECIMENTOS	57
REFERÊNCIAS.....	57

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DA LITERATURA

Elaborado de acordo com as normas da ABNT. Este capítulo visa discutir alguns aspectos sobre a piscicultura de peixes ornamentais, com destaque para peixes ornamentais amazônicos: Acará bandeira e Acará severo. Aborda também a importância do cloreto de sódio na piscicultura, importância do uso de alimentos vivos na larvicultura, com destaque para os náuplios de *Artemia* e a importância da frequência alimentar na larvicultura. Ao final deste capítulo foram apresentados o objetivo geral e os específicos com a realização do presente trabalho.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A indústria de peixes ornamentais representam um sofisticado e amplo mercado nacional e internacional, sendo uma das atividades mais lucrativas da piscicultura, onde diversas espécies de peixes de água doce e marinhas são vendidas em todo mundo. (DAVENPORT, 1996; CHAPMAN, 2000; TLUSTY et al., 2013).

A família dos ciclídeos possui grande importância na aqualiofilia, devido às variadas formas, cores e comportamentos bastante apreciados. A presença desta família no comércio de peixes ornamentais é bastante forte, pela diversidade de espécies comercializadas e também pela distribuição ampla desta família, habitando principalmente ambientes de clima tropical e dulcícolas, abrangendo os continentes asiático, africano e americano (ROSEMARY & LOWE-MCCONNELL, 1969; KULLANDER, 2003; MORA et al., 2007; MILLER & MITCHELL, 2009). O acará bandeira (*Pterophyllum scalare*) e acará severo (*Heros severus*) são espécies de ciclídeos endêmicos na América do Sul, comumente capturados na Amazônia pela pesca artesanal, possuindo importância tanto na aqualiofilia nacional como internacional (CHEONG, 1996; CHAPMAN et al., 1997; CHAPMAN, 2000; RIBEIRO et al., 2008; CARDOSO & IGARASHI, 2009a; MONTICINI, 2010).

Nos últimos anos, o cultivo de peixes ornamentais no Brasil vem crescendo, em decorrência da grande variedade de espécies, do clima propício e do aumento do comércio relacionado à aquariofilia (CARDOSO & IGARASHI, 2009b). Porém, a tecnologia de cultivos da maioria dos peixes ornamentais nativos ainda encontra-se em fase inicial de desenvolvimento (VIDAL JR, 2002).

Um dos principais entraves do cultivo de peixes ornamentais diz respeito à nutrição destes organismos, pois grande parte dos alimentos utilizados é baseada nas necessidades nutricionais de peixes de corte, o que pode prejudicar a produção e também propiciar a ocorrência de doenças. Desta forma, faz-se necessário a intensificação de pesquisas direcionadas à nutrição específica de peixes ornamentais (EARLE, 1995; SALES & JANSSENS, 2003; VELASCO-SANTAMARÍA & CORREDOR-SANTAMARÍA, 2011), as quais certamente contribuirão para o desenvolvimento e lucratividade desta atividade.

A larvicultura é uma das etapas mais importantes na produção de peixes, uma vez que esta constitui a fase de maior fragilidade do animal, onde são registradas as mais elevadas taxas de mortalidade. De forma geral, os alimentos vivos são os mais utilizados na nutrição de estádios larvais, e dentre estes, pode-se destacar os náuplios de *Artemia* (DHERT & SORGELOOS, 1995; VAN STAPPEN, 1996; CONCEIÇÃO et al., 2010; DAS et al., 2012). No entanto, por se tratar de um crustáceo marinho, as artemias não sobrevivem bem na água doce (BEUX & ZANIBONI-FILHO, 2006). A morte das artemias nestes cultivos prejudica a larvicultura, pois além de reduzir a taxa de alimentação das larvas, prejudica o desenvolvimento das mesmas e contribui para a degradação da qualidade da água (KERDCHUEN & LEGENDRE, 1994; BEUX & ZANIBONI-FILHO, 2006).

Uma alternativa para aumentar a sobrevivência dos náuplios de *Artemia* é a adição de NaCl na água de cultivo. Além disso, o uso de concentrações controladas de cloreto de sódio pode contribuir para redução do estresse dos organismos cultivados, podendo ainda ser utilizado no transporte, na profilaxia de doenças, e no melhoramento dos índices zootécnicos (KUBITZA, 2007).

Outro fator importante na larvicultura é a frequência alimentar, visto que as elevadas taxas de crescimento e o curto comprimento intestinal das larvas, exigem uma maior frequência alimentar quando comparada a outras fases de cultivo. Portanto, elevadas frequências de alimentação resultam, geralmente, em maiores taxas de crescimento e na diminuição das taxas de mortalidade (RABE & BROWN, 2000).

Portanto, para peixes de água doce, a utilização de uma elevada frequência de alimentação com náuplios de *Artemia* é importante, uma vez que este microcrustáceo sobrevive por poucas horas em água doce. Desta forma, os nutrientes das artemias estarão intactos, contribuindo assim para uma boa nutrição das larvas (PORTELLA et al., 2000).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GERAIS SOBRE A CRIAÇÃO DE PEIXES ORNAMENTAIS

O consumo de pescado varia conforme as categorias do produto entre pescados vivos e processados. Em 2012 houve uma produção de 158 milhões de toneladas, sendo que deste percentual, 86% foram destinados ao consumo humano e 14% para fins não alimentares. Dentre estes últimos, estão incluídos a produção de farinha e óleo de peixe, usos farmacêuticos, produção de insumos para alimentação animal e para fins de ornamentação (FAO, 2014).

A maioria dos peixes ornamentais comercializados são originários do ambiente de água doce. A pesca extrativa é a maior responsável pelas variedades de peixes ornamentais. As principais fontes de peixes ornamentais selvagens estão localizadas nos rios Amazonas e do Congo. Outras fontes importantes estão localizadas na Índia e no Sudeste Asiático. Cerca de 95% do total do volume de peixes ornamentais comercializados provém da piscicultura, estando concentradas as maiores produções de peixes ornamentais em cativeiro no sudeste asiático e nos Estados Unidos (CHAPMAN, 2000).

Há mais de 1.000 espécies de peixes ornamentais, representados por 100 famílias. Porém, apenas 150 espécies, o que corresponde a cerca de 30 a 35 famílias, possuem elevado valor no mercado, representando assim o maior volume das importações. Dentre estas famílias, destacam-se: Callichthyidae, Mochokidae, Pangasiidae, Loricariidae, Melanotaeniidae, Pseudomugilidae, Telmatherinidae, Poeciliidae, Helostomatidae, Cyprinodontidae, Cyprinidae, Belontiidae, Characidae e Cichlidae (CHAPMAN, 2000).

A família Cichlidae é uma das mais diversificadas, com distribuição na Ásia, África e América. Os organismos desta família possuem grande valor comercial, em decorrência de seu tamanho, forma e cores diversificadas, originadas a partir das especializações evolutivas adquiridas em ambientes diversos (MILLER & MITCHELL, 2009).

A indústria de peixes ornamentais corresponde a um sofisticado e amplo mercado internacional (DAVENPORT, 1996; TLUSTY et al., 2013). O cultivo de peixes ornamentais, seja de água doce ou marinho, representa uma das atividades mais rentáveis da piscicultura, onde milhares de espécies de peixes de grande valor econômico são comercializados (CHAPMAN, 2000).

Os cinco maiores países exportadores de peixes ornamentais do mundo são Cingapura, Espanha, República Checa, Malásia e Japão. Na América do Sul, os maiores destaques são Colômbia, Peru e Brasil (RIBEIRO, 2008). Em relação ao Brasil, a exportação de peixes ornamentais é majoritariamente advinda do extrativismo, enquanto que no mercado interno são produzidos pela aquicultura, principalmente de espécies alóctones (NOTTINGHAM & RAMOS, 2006).

O cultivo de peixes ornamentais vem crescendo no Brasil em virtude da grande variedade de peixes nativos, bem como do clima favorável e da especialização do comércio voltado para a aquiriofilia, fatores estes que contribuíram para o desenvolvimento da atividade (CARDOSO & IGARASHI, 2009b). A piscicultura ornamental no país é realizada principalmente por pequenos e médios produtores, sendo os sistemas de produção semi-intensivo e intensivo os mais empregados. Variados tipos de viveiros, como tanques escavados, de alvenaria e até piscinas de lona são utilizados para o cultivo destes organismos (NOTTINGHAM & RAMOS, 2006). Os peixes de água doce são os mais cultivados, sendo grande parte da produção para atender o mercado interno, principalmente os estados do Rio de Janeiro e São Paulo (VIDAL JR, 2002).

Mesmo com o desenvolvimento da piscicultura ornamental no Brasil, faz-se ainda necessário o desenvolvimento de tecnologias para o aprimoramento da criação de peixes ornamentais nativos. Um dos motivos que levam a este quadro está no fato de que poucos são as pesquisas que visam o desenvolvimento de novas tecnologias por partes dos órgãos de pesquisa (VIDAL JR, 2002).

Por ser uma atividade altamente lucrativa, o cultivo de peixes ornamentais pode ser sustentável, desencadeando a geração de empregos. Adicionalmente, esta atividade desenvolve o associativismo, gera consciência ecológica e contribui para a conservação dos estoques pesqueiros, tornando este tipo de empreendimento bastante interessante economicamente para o Brasil (CARDOSO & IGARASHI, 2009a; 2009b).

2.2. ASPECTOS GERAIS SOBRE O ACARÁ SEVERO (*Heros severus*)

O acará severo (*Heros severus* Heckel, 1840) é uma espécie de peixe de água doce da família Cichlidae (Figura 1). Ocorre na América do Sul: Brasil, Venezuela e

Colômbia, nos rios Orinoco, Amazonas e Negro (KULLANDER, 2003), onde podem ser encontrados em ambientes de água escura com bastante vegetação. Sua temperatura de conforto está entre 26 e 28°C, são observados em águas com pH ácido e baixa dureza (MORA et al., 2007).

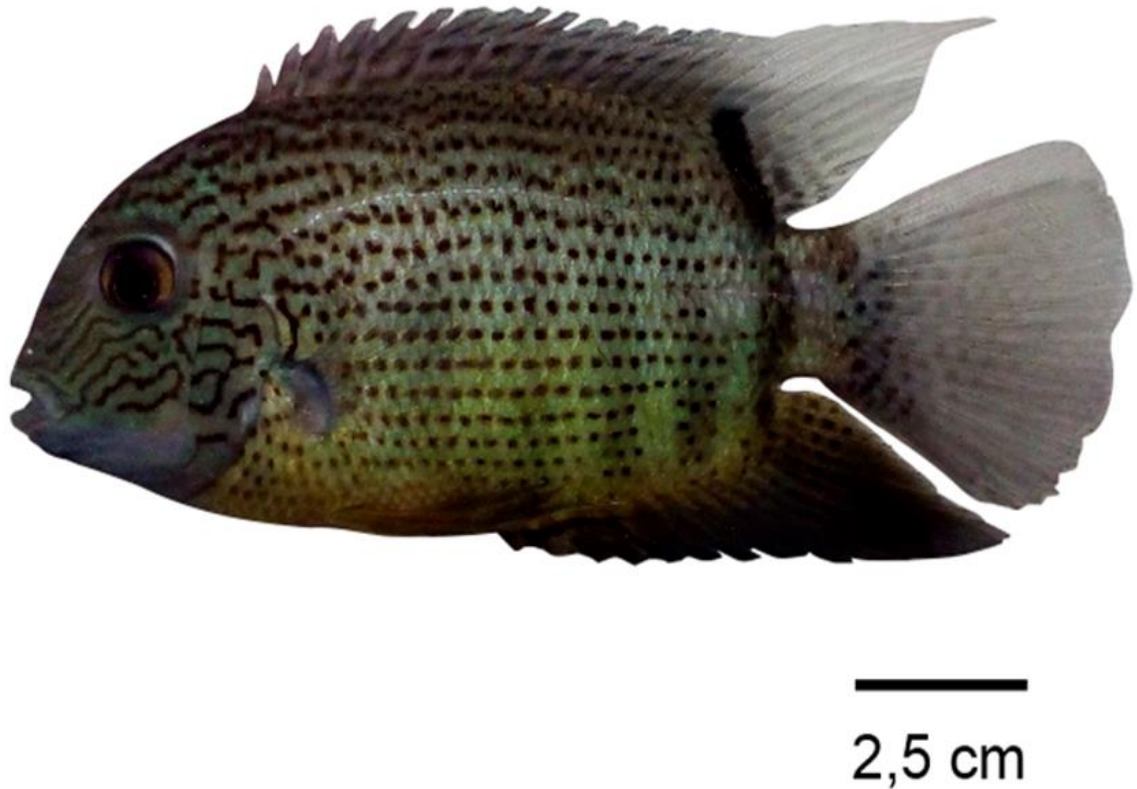


Figura 1. Acará severo (*Heros severus*)

Esta espécie pode atingir até 20 cm (KULLANDER, 2003), suas colorações são variadas e podem se modificar com o ambiente. Geralmente os organismos desta espécie possuem o corpo cinza-esverdeado escuro ou marrom, com oito listras verticais escuras, estando a listra mais pronunciada situada próximo a nadadeira caudal e anal (ROSEMARY & LOWE-MCCONNELL, 1969).

No ambiente natural, o acará severo se alimenta de vegetais, invertebrados e pequenos peixes. Durante o período reprodutivo, que ocorre geralmente no período chuvoso, o macho apresenta um comportamento agressivo e territorialista, protegendo a fêmea contra a aproximação de outros machos. Após o acasalamento, a fêmea deposita os ovos em locais de maior aderência, como em vegetações, sendo que ambos protegem os ovos contra os predadores (ROSEMARY & LOWE-MCCONNELL, 1969).

O acará severo, assim como muitos peixes ornamentais amazônicos, tem importância tanto na aquariofilia nacional como internacional. A maioria dos exemplares comercializados provém da pesca artesanal na Amazônia (CARDOSO & IGARASHI, 2009a; RIBEIRO et al., 2009). Portanto, a criação desta espécie em cativeiro seria importante para a aquariofilia nacional, pois ajudaria a preservar os estoques naturais. Neste contexto, o aprimoramento da produção em cativeiro de peixes nativos tem bastante potencial a se desenvolver e depende de mais pesquisas e desenvolvimentos de pacotes tecnológicos (VIDAL JR, 2002).

2.3. ASPECTOS GERAIS SOBRE O ACARÁ BANDEIRA (*Pterophyllum scalare*)

O acará bandeira (*Pterophyllum scalare* Schultze, 1823) é um peixe ciclídeo de água doce da América do Sul (Figura 2), cuja distribuição inclui países como Brasil, Peru, Colômbia, Guiana e Guiana Francesa. Habita os rios Amazonas, Solimões, Ucaiali, Oiapoque, Essequibo e Rupununi (KULLANDER, 2003; ROSEMARY & LOWE-MCCONNELL, 1969). Geralmente, este peixe é registrado nas menores desembocaduras, nos locais mais calmos e com bastante vegetação (MORA et al., 2007).

Pode atingir até 13 cm na fase adulta e possui um corpo comprido e delgado lateralmente. Apresenta nadadeiras dorsal e anal extremamente grandes e desenvolvidas, nadadeiras pélvicas bastante longas e filiformes na parte distal, cabeça curta, boca terminal pequena e prostrátil, com dentes cônicos, além de escamas ásperas com colorações variadas (MORA et al., 2007).

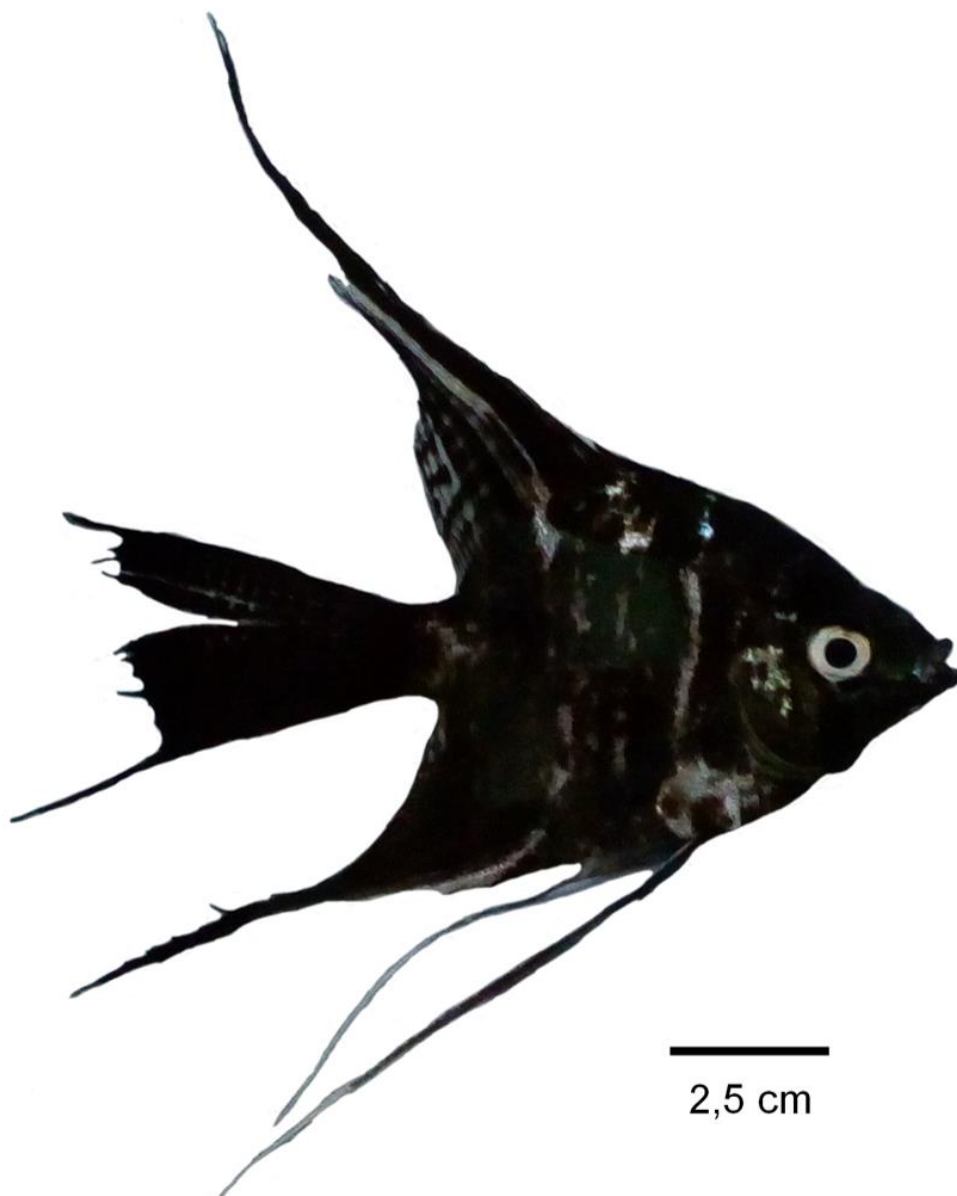


Figura 2. Acará bandeira (*Pterophyllum scalare*)

Os organismos desta espécie possuem dimorfismo sexual, a fêmea apresenta a cabeça ligeiramente côncava enquanto que no macho, esta é mais protuberante e convexa. Os machos apresentam também os primeiros raios das espinhas das nadadeiras dorsais mais fortes e irregulares que os observados nas fêmeas (MORA et al., 2007). No período reprodutivo, há a formação de casais e o macho se torna territorialista, defendendo a fêmea contra a aproximação de outros machos. A fêmea desova em superfícies rugosas, como folhas de vegetais, as quais os ovos se aderem. Os ovos são cuidados pelos pais, contra a aproximação de predadores. Após 24 a 36 horas, há a

eclosão dos ovos, continuando as larvas aderidas ao substrato até absorverem o saco vitelínico, processo este que ocorre após quatro a cinco dias, período a partir do qual as larvas passam a nadar e a consumir alimentos exógenos (ROSEMARY & LOWE-MCCONNELL, 1969).

O acará bandeira é uma das espécies mais procuradas no mercado nacional e internacional, visto sua beleza exótica e características singulares apresentadas por suas diversas linhagens, sendo um dos peixes mais exportados para os Estados Unidos (CHAPMAN et al., 1997), o maior país consumidor de peixes ornamentais do mundo (RIBEIRO, 2008). Além disso, são peixes de fácil produção em cativeiro, adaptando-se a diversos sistemas de cultivo (RIBEIRO et al., 2007; 2008).

2.4. ESTRATÉGIAS DE OSMORREGULAÇÃO DE PEIXES DULCÍCOLAS E MARINHOS

As diversidades ambientais e suas influências sobre os organismos favoreceram, através da evolução e especiação das espécies, um sistema de modulação que controla tanto o volume de água quanto as concentrações de íons dos fluídos corporais dos organismos em determinados limites. Este mecanismo é denominado de osmorregulação (CONTE, 1969).

Os peixes, tanto marinho como dulcícolas, enfrentam diariamente desafios para manutenção do equilíbrio de sais e água com o meio (GROSELL, 2010). Suas estratégias de osmorregulação são diferenciadas. Em água doce, o plasma é hiperosmótico em relação ao meio externo, em consequência disto, a água tende a ser absorvida por osmose pelo organismo e os íons tendem a ser eliminados para o ambiente por difusão (SHULMAN & MALCOLM LOVE, 1999). Os órgãos de maior importância no equilíbrio osmorregulatório de peixes de água doce são as brânquias e os rins (WOOD & BUCKING, 2010).

Os peixes marinhos possuem o plasma hiposmótico em relação ao meio externo, o que gera perda de água por osmose e absorção de íons por difusão (SHULMAN & MALCOLM LOVE, 1999). Os órgãos de maior importância na osmorregulação de peixes marinhos são as brânquias e o intestino (WOOD & BUCKING, 2010).

As brânquias de peixes de água doce possuem mecanismos de controle iônico e osmótico, as células de cloreto realizam funções diferentes em relação a peixes marinhos, o qual relaciona-se a absorção de íons de sódio e cloro. Entre os principais antiportes, destacam-se o antiporte Na^+/H^+ e $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$, os quais funcionam através da atuação da bomba de Na^+/K^+ que cria um gradiente favorável a entrada do sódio na célula e eliminação do H^+ e íon amônia, sendo importante ao controle do pH sanguíneo e na desintoxicação da amônia. O cloro é absorvido pelo antiporte $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$, importante também para o controle do equilíbrio ácido-base (MARSHALL; GROSELL, 2005; BALDISSEROTTO, 2009; EVANS, 2011).

Outro mecanismo bastante importante na osmorregulação de peixes de água doce é o muco que recobre as brânquias e o corpo do animal, que é impermeável e sua função é servir como barreira contra a perda de íons e ganho de água (KUBITZA, 2007). O muco também apresenta em sua composição, proteínas poliônicas, as quais possuem propriedades de atração de elementos de carga elétrica, como íons de sódio e cloro, o que facilita a absorção desses elementos pelo organismo (HANDY, 1989).

O rim de peixes dulcícolas é bastante desenvolvido. Este possui grande quantidade de glomérulos, os quais filtram boa parte dos íons. A maior quantidade de água é eliminada, sendo absorvido 45% deste montante. A maior absorção de cloreto e sódio ocorre no túbulo distal e os demais íons (cálcio, magnésio, sulfato, carbonato, potássio e sódio) são absorvidos no túbulo proximal. A urina liberada pela bexiga é bastante diluída, com pouca concentração de íons (BALDISSEROTTO, 2009; EVANS, 2011).

Os peixes de água doce ingerem pouca quantidade de água, devido aos gastos energéticos na eliminação do excesso de água. São absorvidos no intestino, os íons presentes da água, assim como os fluídos digestivos ricos em íons, como a bile e cloro originado do ácido clorídrico (FUENTES; EDDY, 1997; WILSON; CASTRO, 2010). Os alimentos também correspondem a uma importante fonte de íons, os quais são absorvidos pelo sistema digestivo (WOOD & BUCKING, 2010).

As brânquias dos peixes marinhos eliminam grande quantidade de sais através das células de cloreto. A bomba Na^+/K^+ presente na membrana basolateral da célula de cloreto, cria um gradiente favorável para entrada de sódio na célula, através do simporte $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{2Cl}^-$ propiciando também a entrada de cloro e potássio. Posteriormente, o sódio

é retirado da célula para o meio externo pela bomba de sódio e potássio. O cloro se acumula na célula e posteriormente é eliminado para o meio externo por difusão pela membrana apical da célula de cloreto, através do canal de cloro, onde se origina um gradiente elétrico que facilita a eliminação de sódio na célula. Parte do potássio também é eliminado por um canal na membrana basolateral e apical (BALDISSEROTTO, 2009).

O rim dos peixes marinhos é menos desenvolvido que os peixes dulcícolas e possui pouca quantidade de glomérulo, justamente para filtrar pouca quantidade de sangue, e evitar a perda demasiada de água. O sistema de filtração é semelhante aos peixes de água doce. No túbulo proximal ocorre a eliminação de íons divalentes, como cálcio, magnésio e sulfato e os metabólitos. Também pode haver uma pequena reabsorção de água juntamente com íons, mas ao final do canal ocorre novamente a eliminação destes íons. A maioria dos peixes marinhos não possui túbulo distal. No final da filtração, a urina torna-se bastante concentrada em íons e pouca água (BALDISSEROTTO, 2009; EVANS, 2011).

Para recompor a água perdida por osmose, os peixes marinhos ingerem constantemente água. A absorção dos íons começa no esôfago, onde são absorvidos parte dos íons de sódio e cloro. Os restantes dos íons são absorvidos no trato gastrointestinal. No total, são absorvidos entre 75 a 98% dos íons presente na água, onde a maioria destes são eliminados pelas brânquias, enquanto uma pequena parte é eliminada pelos rins (FUENTES; EDDY, 1997; MARSHALL; GROSELL, 2005; BALDISSEROTTO, 2009; WOOD; BUCKING, 2010).

2.5. UTILIZAÇÃO DO SAL PARA DIMINUIÇÃO DO ESTRESSE NO CULTIVO

No ambiente de cultivo os organismos aquáticos estão sujeitos a uma série de procedimentos de manejo como: a biometria, transporte, procedimentos profiláticos, dentre outros (MAZEAUD et al., 1977). Estes procedimentos são fundamentais na aquicultura, e são as principais causas do estresse, podendo ocasionar prejuízos no cultivo caso o produtor não conheça o problema e não utilize técnicas de manejo adequadas (DINIZ & HONORATO, 2012).

O estresse na piscicultura é marcado por respostas não específicas e tem a função de adaptação, sendo algo fundamental para a sobrevivência dos peixes, preparando-os para uma reação de luta ou fuga, ou permitindo sua adaptação a situações de injúria. Porém, se o agente estressor atuar por um tempo demasiadamente longo, as respostas não conseguem exercer função adaptativa, gerando problemas no bem-estar e saúde dos peixes (BARTON, 2002). O estresse é desencadeado por respostas neuroendócrinas, caracterizado por efeito primário e os distúrbios metabólicos e osmótico, caracterizado como efeito secundário (MAZEAUD et al., 1977; PICKERING & POTTINGER, 1995; BARTON, 2002) (Figura 3).

O efeito primário do estresse ocorre por duas vias: sistema nervoso simpático-tecido cromafim e hipotálamo-pituitária-tecido interrenal. A primeira acontece quando os peixes são expostos a situações estressantes, o sistema nervoso central estimula a liberação de catecolaminas: adrenalina e noradrenalina pelas células cromafins. Esta liberação é rápida e prepara o animal para uma situação adversa. As catecolaminas estimulam a liberação de glicose no sangue através da glicogenólise no fígado, aumenta também o batimento cardíaco e a perfusão das lamelas branquiais, o que ocasiona um desbalanço osmótico, onde o peixe de água doce ganha água e perde íons e o peixe de água salgada ganha íons e perde água (MAZEAUD et al., 1977; PICKERING & POTTINGER, 1995).

Na via hipotálamo-pituitária-interrenal, o sistema nervoso central estimula a liberação dos corticosteroides através do hipotálamo, que estimula a hipófise a liberar o fator liberador de corticotrofina (CRH), que incita o hipotálamo a produzir o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), induzindo a produção de corticotrofina, ou seja, cortisol, pelas células interrenais. O cortisol possui um papel adaptativo, ou seja, ajuda o peixe a manter um equilíbrio no ambiente. Este hormônio proporciona a gliconeogênese, que induz a produção de glicose no fígado, o que faz com que os peixes percam peso. O cortisol também tem um efeito negativo sobre os glóbulos brancos, pois diminuem a produção dos mesmos (MAZEAUD et al., 1977; PICKERING & POTTINGER, 1995).

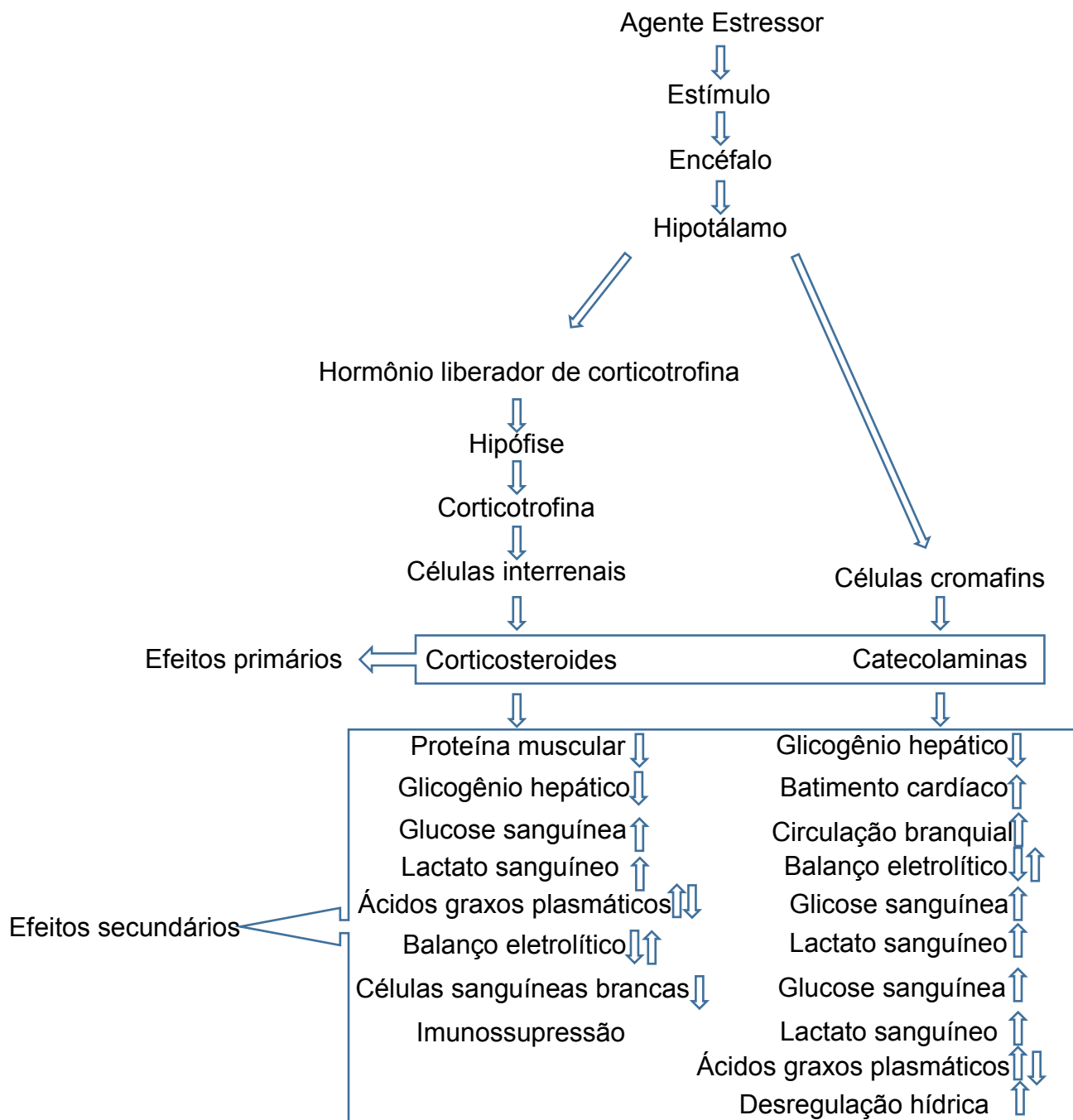


Figura 3. Modelo do efeito primário e secundário do estresse em peixes teleósteos
(Adaptado de Mazeaud et al. 1977)

Caso a atuação do agente estressor prolongue por muito tempo, o cortisol perde sua função adaptativa, o que gera imunossupressão, em nível de população, podendo

ocasionar morte das espécies cultivadas. Este é denominado de efeito terciário (PICKERING & POTTINGER, 1995).

O sal tem uma função importante nesse contexto, que é de atenuar os efeitos negativos do estresse. Assim, o mesmo pode ser utilizado em todas as etapas de manejo, com concentrações específicas, variando para cada espécie. A concentração salina no meio diminui o estresse osmótico, pois ameniza o ganho de água e perda de íons com o ambiente. Além disso, o peixe diminui seus gastos energéticos para manter o equilíbrio osmótico (SAMPAIO & BIANCHINI, 2002; KUBITZA, 2007).

O sal também ajuda na produção de muco no corpo e brânquias, o qual funciona como uma barreira que impede a perda de íons e ganho de água pela pele e brânquias, protegendo os peixes também contra a infecção de parasitas. Além disso, ajuda na excreção do íon amônio (NH_4^+) pelas brânquias, por fornecer o sódio (Na^+) para o transporte ativo pela bomba de sódio e amônia, o que diminui o efeito tóxico da amônia (RANDALL & WRIGHT, 1987; KUBITZA, 2007; TACCHI et al., 2015).

2.6. UTILIZAÇÃO DO SAL PARA MELHORAR O DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE LARVAS DE PEIXES

Assim como em outros organismos, nos peixes, a energia oriunda da alimentação é utilizada para variados fins, tais como: reprodução, homeostase (ex: controle osmótico), construção muscular, crescimento, etc. Nos estágios iniciais de vida, uma grande quantidade de energia é direcionada para o crescimento e desenvolvimento dos órgãos internos, como o trato gastrointestinal (BLAXTER, 1969; WIESER, 1995).

O controle osmótico corresponde a uma das vias energéticas que mais exigem energia para esta função, cerca de 30% a 50% da energia adquirida na alimentação do animal (SHULMAN & MALCOLM LOVE, 1999; BŒUF & PAYAN, 2001). A larvicultura é a etapa de cultivo onde os animais são mais afetados pela disfunção osmótica, tanto em relação ao aumento da taxa de mortalidade quanto à diminuição do desenvolvimento. A utilização de sal pode ser uma alternativa por controlar a disfunção osmótica e maximizar a energia utilizada para o crescimento (HOLLIDAY, 1969; WIESER, 1995; SAMPAIO & BIANCHINI, 2002). Outra importância do uso do sal na larvicultura é o aumento da gravidade específica da água, com isso a larva consome

menos energia para se manter na coluna d'água, o que é benéfico ao seu desenvolvimento (HOLLIDAY, 1969).

2.7. IMPORTÂNCIA DOS ALIMENTOS VIVOS NA LARVICULTURA

Um dos aspectos mais importantes na piscicultura é a alimentação, pois peixes bem nutridos se desenvolvem adequadamente, suportam melhor o estresse decorrente do manuseio e das mudanças ambientais, tornando-se mais tolerantes às doenças. Os alimentos naturais, principalmente para as formas larvais de peixes, possuem uma elevada importância devido ao alto valor energético, aos elevados níveis de proteínas de excelente qualidade e como fonte de vitaminas e minerais (KUBITZA, 1999). Esta etapa de desenvolvimento é crucial para o êxito das demais fases de cultivo (HAYASHI et al., 2002).

As larvas passam por mudanças fisiológicas, dentre as quais se destacam modificações estruturais e funcionais do trato gastrointestinal. Primeiramente, ocorrem mudanças na alimentação endógena, pelo consumo do vitelo, posteriormente na alimentação exógena, após o término do consumo do vitelo, quando se desenvolve o trato gastrointestinal e ocorre o aparecimento das primeiras enzimas digestivas. Nesta fase, há dificuldade de adaptação das larvas ao alimento artificial e por esse motivo deve-se utilizar, de imediato, alimento vivo para posterior adaptação à ração (PIEDRAS & POUHEY, 2004; BALDISSEROTTO, 2009).

A maioria das larvas de peixes não aceitam alimentos artificiais e, geralmente, não apresentam bom desenvolvimento com rações, dependendo, na maioria das vezes, de alimentos vivos, tais como organismos fitoplanctônicos e zooplanctônicos (HUNG et al., 2002; SIPAÚBA-TAVARES & ROCHA, 2003; CONCEIÇÃO et al., 2010; MARCIALES-CARO et al., 2010; DAS et al., 2012). Além disso, as larvas podem utilizar as próprias enzimas digestivas dos alimentos vivos para a digestão, pois o trato gastrointestinal ainda está em desenvolvimento e não produz todas as enzimas necessárias para realização dos processos digestivos, o que contribui para o desenvolvimento larval (DHERT & SORGELOOS, 1995; SIPAÚBA-TAVARES & ROCHA, 2003; CONCEIÇÃO et al., 2010; DAS et al., 2012). Por este motivo, os

alimentos vivos são indispensáveis nos primeiros estágios de vida dos peixes cultivados em cativeiro.

2.8. ASPECTOS GERAIS SOBRE A *Artemia* E SUA IMPORTANCIA NA LARVICULTURA

A *Artemia* (Figura 4) é um microcrustáceo marinho bastante adaptado às variações ambientais, suportando salinidades entre 10 a 340 g/L, com diferentes composições iônicas e regimes de temperatura, o que ajuda a colonizar áreas de difícil acesso à predadores (DHONT et al., 2013). Estas características lhes permitem uma distribuição global, exceto na Antártida. Habitam ambientes hipersalinos como lagoas salinas, bem como áreas costeiras e oceanos, ocorrendo em regiões de clima tropical, subtropical e temperado.

O gênero *Artemia* apresenta diferentes espécies isoladas reprodutivamente, as quais apresentam características morfológicas particulares e ocorrem em habitats de diferentes salinidades e temperaturas. Dentre suas espécies, destacam-se a *Artemia salina* (Linnaeus, 1758), que habita o mar mediterrâneo; *Artemia franciscana* (Superespécie: *A. franciscana franciscana* – Kellogg, 1906 e *A. franciscana monica* – Verrill, 1869), comumente encontrada nas américas e ilhas do Caribe; *Artemia parthenogenetica* (Barigozzi, 1974), que ocorre na África, Europa, Ásia e Austrália; *Artemia persimilis* (Piccinelli & Prosdocimi, 1968), endêmica na Argentina; *Artemia sinica* (Yaneng, 1989), comum no centro e oeste da Ásia; e *Artemia urmiana* (Gunther, 1990), observada no Irã (VAN STAPPEN, 1996; DHONT et al., 2013)



Figura 4. Náuplios de *Artemia*

A *Artemia* possui um corpo alongado e segmentado, dividido em cabeça, torácica e abdômen, apresentando olhos compostos e pedunculados, e onze pares de toracópodos na região torácica, os quais possuem funções natatórias, respiratórias e alimentares. Os representantes deste gênero apresentam dimorfismo sexual, com machos providos de antenas maiores, que têm função sexual. Na extremidade do abdômen há a presença do ovissaco nas fêmeas e pênis nos machos (VAN STAPPEN, 1996; DHONT et al., 2013).

As artemias podem se reproduzir sexualmente ou por partenogênese. Neste último, as fêmeas se reproduzem com a ausência dos machos, enquanto que na reprodução sexuada, o macho fecunda o ovissaco da fêmea. Caso as condições ambientais estejam favoráveis, as fêmeas liberam os náuplios em um processo denominado de ovoviviparidade. Por outro lado, se as condições ambientais estiverem desfavoráveis, as fêmeas se reproduzem pela oviparidade, com a liberação de cistos, estrutura de resistência com 200 a 300 μm que passa por um período de dormência (CLEGG, 1986). Quando as condições ambientais voltam a ser favoráveis, os cistos liberam os náuplios, que seguirão seu ciclo de vida (TREECE, 2000).

Após a reprodução, é originado o primeiro estágio do período larval denominado de náuplio I, o qual está caracterizado por possuir cor marrom-alaranjada, e apresentar três pares de apêndices com função locomotora, sensorial e alimentar. Apresentam também um ocelo vermelho, localizado ao centro da cabeça e mandíbulas, muito embora nesse estágio não ocorra a alimentação exógena, apenas o consumo de vitelo. Após cerca de 8 horas origina-se o estágio de náuplio II, com tubo digestivo funcional e alimentação exógena, baseada principalmente no consumo de microalgas, bactérias e detritos. Após 15 mudas, as larvas se diferenciam originando os indivíduos adultos (VAN STAPPEN, 1996).

As artemias são excelentes alimentos vivos para larvas de peixes e camarões em função de seu elevado valor nutricional, apresentando cerca de 51% a 55% de proteína bruta, 14% a 15% de carboidratos, 13% a 19% de lipídios e 3% a 15% de ácidos graxos altamente insaturados (HUFA) (TREECE, 2000). A alta resistência dos cistos de *Artemia* possibilita sua estocagem em ambientes secos por vários anos, sem perda dos valores nutricionais. As características referidas acima fazem com que as artemias constituam os alimentos vivos mais utilizados na aquicultura.

Seu uso na aquicultura remonta à década de 30, quando houve pesquisas com a substituição de organismos zooplancctônicos naturais pela *Artemia* para alimentação de larvas de peixes. Na década de 50, a *Artemia* passou a ser bastante utilizada para nutrição de peixes ornamentais e na carcinicultura, o que gerou uma produção massiva de artemias, sendo os únicos lugares de exploração comercial, o grande lago salgado (Utah, EUA) e as salinas costeiras de São Francisco (EUA), como um subproduto da extração de sal (VAN STAPPEN, 1996; DHONT et al., 2013).

Na década de 70 ocorreu um aumento da demanda por cistos de *Artemia* em decorrência da expansão da aquicultura, o que acabou excedendo a oferta e conseqüentemente o encarecimento dos preços, resultando na exploração do recurso em outros corpos d'água salinos. Atualmente as artemias são exploradas nos cinco continentes (VAN STAPPEN, 1996; DHONT et al., 2013).

As artemias são muito utilizadas como alimento vivo nas primeiras fases de vida dos organismos dulcícolas em cativeiro. Todavia, a salinidade é extremamente baixa, o que afeta negativamente a sobrevivência das artemias, muito embora apresentem taxas de sobrevivência mais elevadas com o aumento da salinidade na água (BEUX &

ZANIBONI-FILHO, 2006). Experimentos com larvicultura de peixes neotropicais alimentados com náuplios de *Artemia* constataram que a adição de pequenas concentrações de NaCl beneficiou o desenvolvimento e taxa de sobrevivência dessas pós-larvas de peixes, devido a melhora no consumo do alimento vivo (LUZ & PORTELLA, 2002; WEINGARTNER & ZANIBONI FILHO, 2004; LUZ & SANTOS, 2008; JOMORI et al., 2013).

Os náuplios de *Artemia* vivos movimentam constantemente seus apêndices e se locomovem na água de cultivo, isto atrai as pós-larvas de peixes que as consomem (BEUX & ZANIBONI-FILHO, 2006). Porém as pós-larvas de peixes não consomem bem os náuplios mortos, o que afeta negativamente a larvicultura. Além do mais, a degradação do alimento vivo prejudica a qualidade da água de cultivo (KERDCHUEN & LEGENDRE, 1994; BEUX & ZANIBONI-FILHO, 2006), o que pode resultar em redução da sobrevivência das pós-larvas e conseqüentemente prejuízos econômicos.

2.9. IMPORTÂNCIA DA FREQUÊNCIA ALIMENTAR NA LARVICULTURA

A frequência de alimentação é um item importante no manejo alimentar, pois influencia os peixes a se alimentarem em horários pré-determinados, o que contribui para a redução da conversão alimentar, aumento do ganho de peso, além do mais, facilita a observação da saúde dos peixes (CARNEIRO & MIKOS, 2005).

Na larvicultura, a frequência alimentar é fundamental, pois nessa fase de cultivo, as pós-larvas apresentam uma alta taxa metabólica e possuem pouca capacidade de digestão, o que demanda, normalmente, maior número de alimentações em relação a outras fases de cultivo (XIE et al., 2011). Porém, a frequência de alimentação atua de forma diferente na nutrição dos organismos, variando por espécie, fase de vida e também de acordo com as variáveis físico-químicas da água (THOMASSEN & FJÆRA, 1996).

Uma alta frequência de alimentação pode ser benéfica quando as larvas de peixes de água doce são alimentadas com organismos vivos de origem marinha como a *Artemia*, pois, devido ao choque osmótico, este microcrustáceo sobrevive poucas horas em água doce, o que pode prejudicar a qualidade do alimento e, conseqüentemente a nutrição das

larvas. Desta forma, com uma maior frequência na oferta, as larvas terão a oportunidade de consumir o alimento ainda vivo, com suas qualidades nutricionais resguardadas (PORTELLA et al., 2000).

Em contrapartida uma elevada frequência alimentar pode diminuir a quantidade de alimento em cada oferta, gerando maior disputa por alimento pelos animais (HAYASHI et al., 2004). Um grande número de alimentações pode também reduzir a absorção dos nutrientes por diminuir a capacidade de enzimas digestivas em atuarem sobre os alimentos (RABE & BROWN, 2000; ZEYTIN et al., 2016). A digestão requer energia para seu processo, o que aumenta o consumo de oxigênio, liberação de metabólitos, além de aumentar a evacuação, o que contribui para a degradação da qualidade da água, com consequências negativas, podendo desencadear uma situação de estresse, o que pode promover diminuição do desenvolvimento e redução da taxa de sobrevivência. Outro ponto negativo é o encarecimento dos custos de produção, pois alta frequência alimentar pode contribuir para o aumento do desperdício do alimento vivo e também o aumento da mão de obra (LIU & LIAO, 1999; RABE & BROWN, 2000; BISWAS et al., 2006).

A baixa frequência alimentar também causa problemas na larvicultura (XIE et al., 2011). O trato gastrointestinal em desenvolvimento e o comprimento curto do intestino, diminuem a capacidade de digestão e também o tempo de transito dos alimentos, em decorrência, os animais não aproveitam bem os nutrientes dos alimentos, o que não é benéfico na larvicultura.

Por fim, o importante é o produtor ter conhecimentos a respeito da nutrição do organismo cultivado na sua respectiva fase de vida, pois baixa frequência alimentar, bem como o excesso podem ser prejudiciais, tanto no desenvolvimento dos animais como nos custos de produção.

3. OBJETIVO

3.1. OBJETIVO GERAL

Analisar o efeito da salinidade e da frequência alimentar durante a larvicultura dos ornamentais amazônicos acará bandeira (*Pterophyllum scalare*) e acará severo (*Heros severus*).

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar o crescimento, a uniformidade, fator de condição alométrico e a taxa de sobrevivência de larvas de acará bandeira (*Pterophyllum scalare*) cultivadas em laboratório sob diferentes salinidades e frequências alimentares;
- b) Verificar o crescimento, a uniformidade, fator de condição alométrico e a taxa de sobrevivência de larvas de acará severo (*Heros severus*) cultivadas em laboratório sob diferentes salinidades e frequências de alimentação.

4. BIBLIOGRAFIA

- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplica à piscicultura**. Segunda ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2009. 352p.
- BARTON, B. A. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. **Integrative and comparative biology**, v. 42, n. 3, p. 517–525, 2002.
- BEUX, L. F.; ZANIBONI-FILHO, E. Influência da baixa salinidade na sobrevivência de náuplios de *Artemia* sp. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 32, n. 48, p. 73–77, 2006.
- BISWAS, G.; JENA, J. K.; SINGH, S. K.; PATMAJHI, P.; MUDULI, H. K. Effect of feeding frequency on growth, survival and feed utilization in mrigal, *Cirrhinus mrigala*, and rohu, *Labeo rohita*, during nursery rearing. **Aquaculture**, v. 254, n. 1-4, p. 211–218, 2006.
- BLAXTER, J. H. S. Development: Eggs and Larvae. In: HOAR, W. S.; RANDALL, D. J. (Ed.). **Fish Physiology: Reproduction and Growth Bioluminescence, Pigments, and Poisons**. New York and London: Academic Press Inc., 1969. p. 177–252.
- BÆUF, G.; PAYAN, P. How should salinity influence fish growth? **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 130, n. 4, p. 411–423, 2001.

- CARDOSO, R. S.; IGARASHI, M. A. Aspectos do agronegócio da produção de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **PUBVET**, v. 3, n. 14, p. 563–585, 2009a.
- CARDOSO, R. S.; IGARASHI, M. A. Potencial econômico da exploração de peixes ornamentais: Produção no Brasil e no mundo. **PUBVET**, v. 3, n. 1, p. 479–490, 2009b.
- CARNEIRO, P. C. F.; MIKOS, J. D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 187–191, 2005.
- CHAPMAN, F. A. Ornamental fish culture, freshwater. In: STICKNEY, R. R. (Ed.). **Encyclopedia of Aquaculture**. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2000. p. 602–610.
- CHAPMAN, F. A.; FITZ-COY, S. A.; THUNBERG, E. M.; ADAMS, C. M. United States of America Trade in Ornamental Fish. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 28, n. 1, p. 1–10, 1997.
- CHEONG, L. Overview of the current international trade in ornamental fish, with special reference to Singapore. **Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)**, v. 15, n. 2, p. 445–481, 1996.
- CLEGG, J. S. *Artemia* cysts as a model for the study of water in biological systems. In: COLOWICK, S. P.; KAPLAN, N. O. (Ed.). **Methods in Enzymology: Membranes, Water, Ions and Biomolecules**. New York: Academic Press, 1986. p. 230–239.
- CONCEIÇÃO, L. E. C.; YÚFERA, M.; MAKRIDIS, P.; MORAIS, S.; DINIS, M. T. Live feeds for early stages of fish rearing. **Aquaculture Research**, v. 41, n. 5, p. 613–640, 2010.
- CONTE, F. P. Salt Secretion. In: HOAR, W. S.; J, R. D. (Ed.). **Fish Physiology: Excretion, Ionic Regulation, and Metabolism**. New York: Academic Press Inc., 1969. p. 241–292.
- DAS, P.; MANDAL, S. C.; BHAGABATI, S. K.; AKHTAR, M. S.; SINGH, S. K. Important Live Food Organisms and Their Role in Aquaculture. In: SUNDARAY, J. K.; MOHANTY, R. K.; SUKHAM, M.; OTTA, S. K. (Ed.). **Frontiers in Aquaculture**. New Delhi: Narendra Publishing House, 2012. p. 69–86.
- DAVENPORT, K. E. Characteristics of the current international trade in ornamental fish, with special reference to the European Union. **Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)**, v. 15, n. 2, p. 435–43, jun. 1996.
- DHERT, P.; SORGELOOS, P. Live feeds in aquaculture. In: NAMBIAR, K. P. P.; SINGH, T. (Ed.). **Aquaculture towards the 21st Century: Proceedings of**

INFOFISH-AQUATECH '94. International Conference on Aquaculture. Colombo, Sri Lanka: INFOFISH, Kuala Lumpur, Malaysia, 1995. p. 209–219.

DHONT, J.; DIERCKENS, K.; STOTTRUP, J.; STAPPEN, M.; WILLE, M.; SORGELOOS, P. Rotifers, *Artemia* and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture. In: ALLAN, G.; BURNELL, G. (Ed.). **Advances in Aquaculture Hatchery Technology.** Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition; No. 242. 1st. ed. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited, 2013. p. 157–202.

DINIZ, N. M.; HONORATO, C. A. Algumas alternativas para diminuir os efeitos do estresse em peixes de cultivo - revisão. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 15, n. 2, p. 149–154, 2012.

EARLE, K. E. The nutritional requirements of ornamental fish. **Veterinary Quarterly**, v. 17, n. sup1, p. 53–55, 1995.

EVANS, D. H. The Gut: Osmotic, Ionic and Nitrogenous-Waste Balance. In: FARREL, A. P. (Ed.). **Encyclopedia of Fish Physiology: Gas Exchange, Internal Homeostasis, and Food Uptake.** Amsterdam: Elsevier, 2011. p. 1348–1353.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges.** Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014. 223p.

FUENTES, J.; EDDY, F. B. Drinking in marine, euryhaline and freshwater teleost fish. In: HAZON, N.; EDDY, F. B.; FLIK, G. (Ed.). **Ionic Regulation in Animals: A Tribute to Professor W.T.W.Potts.** Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1997. p. 135–149.

GROSELL, M. The role of the gastrointestinal tract in salt and water balance. In: GROSELL, M.; FARRELL, A. P.; BRAUNER, C. J. (Ed.). **Fish Physiology: The multifunctional gut of fish.** London, UK: Elsevier Inc., 2010. p. 135–164.

HANDY, R. D. The ionic composition of rainbow trout body mucus. **Comparative Biochemistry and Physiology -- Part A: Physiology**, v. 93, n. 3, p. 571–575, 1989.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SOARES, C. M.; MEURER, F. Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 823–828, 2002.

HAYASHI, C.; MEURER, F.; BOSCOLO, W. R.; LACERDA, C. H. F.; KAVATA, L. C. B. Frequência de arraçamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax*

- bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 21–26, 2004.
- HOLLIDAY, F. G. T. The Effects of Salinity on the Eggs and Larvae of Teleosts. In: HOAR, W. S.; RANDALL, D. J. (Ed.). **Fish Physiology: Excretion, Ionic Regulation, and Metabolism**. New York: Academic Press Inc., 1969. p. 293–311.
- HUNG, L. T.; TUAN, N. A.; CACOT, P.; LAZARD, J. Larval rearing of the Asian Catfish, *Pangasius bocourti* (Siluroidei, pangasiidae): Alternative feeds and weaning time. **Aquaculture**, v. 212, n. 1-4, p. 115–127, 2002.
- JOMORI, R. K.; LUZ, R. K.; TAKATA, R.; FABREGAT, T. E. H. P.; PORTELLA, M. C. Água levemente salinizada aumenta a eficiência da larvicultura de peixes neotropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 809–815, 2013.
- KERDCHUEN, N.; LEGENDRE, M. Larval rearing of an African catfish, *Heterobranchus longifilis*, (Teleostei, Clariidae): a comparison between natural and artificial diet. **Aquatic Living Resources**, v. 7, p. 247–253, 1994.
- KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados**. Terceira ed. Jundiaí: F. Kubitza, 1999.
- KUBITZA, F. A versatilidade do sal na piscicultura. **Panorama da Aquicultura**, v. 17, n. 103, p. 14–23, 2007.
- KULLANDER, S. O. Family Cichlidae (Cichlids). In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. J. (Ed.). **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 605–654.
- LIU, F. G.; LIAO, I. C. Effect of Feeding Regimen on the Food Consumption, Growth, and Body Composition in Hybrid Striped Bass *Morone saxatilis* x *M. chrysops*. **Fisheries Science**, v. 65, n. 4, p. 513–519, 1999.
- LUZ, R. K.; PORTELLA, M. C. Larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*) em água doce e água salinizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 829–834, 2002.
- LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E. Densidade de estocagem e salinidade da água na larvicultura do pacamã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 903–909, 2008.
- MARCIALES-CARO, L. J.; DIAZ-OLARTE, J. J.; MEDINA-ROBLES, V. M.; CRUZ-CASALLAS, P. E. Evaluación del crecimiento y sobrevivencia de larvas de bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linneaus, 1766) alimentadas con alimento vivo natural y enriquecido con ácidos grasos. **Revista Colombiana de Ciencias**

Pecuarias, v. 23, p. 308–316, 2010.

MARSHALL, W. S.; GROSELL, M. Ion Osmoregulation , and Acid – Base Balance. In: EVANS, H.; CLAIBORNE, J. B. (Ed.). **The Physiology of Fishes**. 3rd. ed. Boca Raton: CRC Press, 2005. p. 177–230.

MAZEAUD, M. M.; MAZEAUD, F.; DONALDSON, E. M. Primary and Secondary Effects of Stress in Fish: Some New Data with a General Review. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 106, n. 3, p. 201–212, 1977.

MILLER, S. M.; MITCHELL, M. A. Ornamental fish. In: MITCHELL, M. A.; TULLY JR, T. N. (Ed.). **Manual of Exotic Pet Practice**. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier, 2009. p. 39–72.

MONTICINI, P. **The ornamental fish trade - production and commerce of ornamental fish: technical-managerial and legislative aspects**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010. v. 102.

MORA, C. J.; URUEÑA, F. R.; LANDINES, M. Á.; SANABRIA, A. I. Cíclidos. In: PARRA, M. A. L.; OCHOA, A. I. S.; DAZA, P. V. (Ed.). **Producción de peces ornamentales en Colombia**. Bogotá: Produmedios, 2007. p. 63–88.

NOTTINGHAM, M. C.; RAMOS, H. A. C. **Exploração de peixes ornamentais no brasil com ênfase sobre a introdução de espécies exóticas**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2006.

PICKERING, a. D.; POTTINGER, T. G. Biochemical effects of stress. In: HOCHACHKA, P. W.; MOMMSEN, T. P. (Ed.). **Biochemistry and molecular biology of fishes**. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 1995. p. 349–379.

PIEDRAS, S. R. N.; POUHEY, J. L. O. F. Alimentação de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) com dietas naturais e artificiais. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1203–1206, 2004.

PORTELLA, M. C.; VERANI, J. R.; CESTAROLLI, M. A. Use of live and artificial diets enriched with several fatty acid sources to feed *Prochilodus scrofa* larvae and fingerlings. 1. Effects on survival and growth. **Journal of Aquaculture in the Tropics**, v. 15, n. 1, p. 45–58, 2000.

RABE, J.; BROWN, J. A. A pulse feeding strategy for rearing larval fish: An experiment with yellowtail flounder. **Aquaculture**, v. 191, n. 4, p. 289–302, 2000.

RANDALL, D. J.; WRIGHT, P. A. Ammonia distribution and excretion in fish. **Fish**

physiology and biochemistry, v. 3, n. 3, p. 107–120, 1987.

RIBEIRO, F. D. A. S.; CARVALHO JÚNIOR, J. R.; FERNANDES, J. B. K.; NAKAYAMA, L. Cadeia Produtiva Do Peixe Ornamental. **Panorama da Aquicultura**, v. 19, n. 112, p. 36–45, 2009.

RIBEIRO, F. D. A. S.; PRETO, B. D. L.; FERNANDES, J. B. K. Sistemas de criação para o acará bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 4, p. 459–466, 2008.

RIBEIRO, F. D. A. S.; RODRIGUES, L. A.; FERNANDES, J. B. K. Desempenho de juvenis de acará bandeira (*Pterophyllum scalare*) com diferentes níveis de proteína bruna na dieta. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, n. 2, p. 195–203, 2007.

RIBEIRO, F. A. S. Panorama mundial do mercado de peixes ornamentais. **Panorama da Aquicultura**, v. 18, n. 108, p. 32–37, 2008.

RIBEIRO, F. A. S.; CARVALHO JÚNIOR, J. R.; FERNANDES, B. K.; NAKAYAMA, L. Comércio brasileiro de peixes ornamentais. **Panorama da Aquicultura**, v. 18, n. 110, p. 54–59, 2008.

ROSEMARY, H.; LOWE-MCCONNELL, F. L. S. The cichlid fishes of Guyana, South America, with notes on their ecology and breeding behavior. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 48, p. 255–302, 1969.

SALES, J.; JANSSENS, G. P. J. Nutrient requirements of ornamental fish. **Aquatic Living Resources**, v. 16, n. 6, p. 533–540, 2003.

SAMPAIO, L. A.; BIANCHINI, A. Salinity effects on osmoregulation and growth of the euryaline flounder *Paralichthys orbignianus*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 269, n. 2, p. 187–196, 2002.

SHULMAN, G. E.; MALCOLM LOVE, R. Adaptations of Fish. In: SHULMAN, G. E.; MALCOLM LOVE, R. (Ed.). **Advances in Marine Biology**. San Diego: Academic Press, 1999. p. 7–58.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. **Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos**. 1. ed. São Carlos: RiMa, 2003.

TACCHI, L.; LOWREY, L.; MUSHARRAFIEH, R.; CROSSEY, K.; LARRAGOITE, E. T.; SALINAS, I. Effects of transportation stress and addition of salt to transport water on the skin mucosal homeostasis of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).

Aquaculture, v. 435, p. 120–127, 2015.

THOMASSEN, J. M.; FJÆRA, S. O. Studies of feeding frequency for atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquacultural Engineering**, v. 15, n. 2, p. 149–157, 1996.

TLUSTY, M. F.; RHYNE, A. L.; KAUFMAN, L.; HUTCHINS, M.; REID, G. M.; ANDREWS, C.; BOYLE, P.; HEMDAL, J.; MCGILVRAY, F.; DOWD, S. Opportunities for Public Aquariums to Increase the Sustainability of the Aquatic Animal Trade. **Zoo Biology**, v. 32, n. 1, p. 1–12, 2013.

TREECE, G. D. *Artemia* Production for Marine Larval Fish Culture. In: **Southern Regional Aquaculture Center Publication**. Stoneville, Mississippi: Southern Regional Aquaculture Center, 2000. p. 1–8.

VAN STAPPEN, G. *Artemia*. In: LAVENS, P.; SORGELOOS, P. (Ed.). **Manual on the production and use of live food for aquaculture**. Rome: FAO Fisheries Technical Paper, 1996. p. 79–106.

VELASCO-SANTAMARÍA, Y.; CORREDOR-SANTAMARÍA, W. Nutritional requirements of freshwater ornamental fish: A review. **Revista MVZ Cordoba**, v. 16, n. 2, p. 2458–2469, 2011.

VIDAL Jr, M. V. As Boas Perspectivas Para a Piscicultura Ornamental. **Panorama da Aqüicultura**, v. 12, n. 71, p. 41–45, 2002.

WEINGARTNER, M.; ZANIBONI FILHO, E. Efeito de fatores abióticos na larvicultura de pintado amarelo *Pimelodus maculatus* (Lacépède , 1803): salinidade e cor de tanque. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 2, p. 151–157, 2004.

WIESER, W. Energetics of fish larvae, the smallest vertebrates. **Acta physiologica Scandinavica**, v. 154, n. 3, p. 279–290, 1995.

WILSON, J. M.; CASTRO, L. F. C. Morphological diversity of the gastrointestinal tract in fishes. In: GROSELL, M.; FARRELL, A. P.; BRAUNER, C. J. (Ed.). **Fish Physiology: The Multifunctional Gut of Fish**. London, UK: Academic Press Inc., 2010. p. 1–55.

WOOD, C. M.; BUCKING, C. The role of feeding in salt and water balance. In: GROSELL, M.; FARRELL, A. P.; BRAUNER, C. J. (Ed.). **Fish Physiology: The multifunctional gut of fish**. London, UK: Academic Press Inc., 2010. p. 165–212.

XIE, F.; AI, Q.; MAI, K.; XU, W.; MA, H. The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson) larvae. **Aquaculture**, v. 311, n. 1-

4, p. 162–167, 2011.

ZEYTIN, S.; SCHULZ, C.; UEBERSCHÄR, B. Diurnal patterns of tryptic enzyme activity under different feeding regimes in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) larvae. **Aquaculture**, v. 457, p. 85–90, 2016.

CAPÍTULO 2

EFEITO DA SALINIDADE E DA FREQUÊNCIA ALIMENTAR DURANTE A LARVICULTURA DOS ORNAMENTAIS AMAZÔNICOS ACARÁ BANDEIRA

Pterophyllum scalare (SCHULTZE, 1823) E ACARÁ SEVERO *Heros severus*

(HECKEL, 1840)

Artigo elaborado de acordo com as normas da revista Aquaculture Research (ISSN: 1365-2109).

Efeito da salinidade e da frequência alimentar durante a larvicultura dos ornamentais amazônicos acará bandeira *Pterophyllum scalare* (Schultze, 1823) e acará severo *Heros severus* (Heckel, 1840)

RESUMO

Com o estudo objetivou-se avaliar o efeito da salinidade e da frequência de alimentação no crescimento, uniformidade e sobrevivência de pós-larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* e acará severo *Heros severus*. Foram realizados dois experimentos em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2, com cinco diferentes concentrações de cloreto de sódio (0; 2; 4; 6 e 8 g L⁻¹), duas frequências alimentares (2 e 4 vezes ao dia) e quatro repetições. Foi observado que a salinidade da água e a frequência alimentar influenciaram significativamente ($p < 0,05$) no comprimento do tronco e altura do corpo de larvas de acará bandeira. O diâmetro do olho foi influenciado ($p < 0,05$) apenas pela salinidade, enquanto que o comprimento padrão final, ganho de comprimento padrão, comprimento da cabeça, comprimento do tronco, comprimento pós-anal, altura da cabeça, altura do corpo, peso final, ganho de peso, taxa de crescimento específico e fator de condição alométrico diferiram significativamente ($p < 0,05$) pela frequência de alimentação. Na larvicultura do acará severo, houve diferença significativa ($p < 0,05$) no comprimento da cabeça, comprimento pós-anal, altura da cabeça e fator de condição alométrico pela salinidade e frequência alimentar. A salinidade da água influenciou significativamente ($p < 0,05$) o comprimento padrão final, ganho de comprimento padrão, comprimento do tronco, diâmetro do olho, altura do corpo, taxa de sobrevivência e uniformidade em peso. Houve efeito significativo ($p < 0,05$) da frequência alimentar sobre o peso final, ganho

de peso e taxa de crescimento específico. Concluiu-se que as pós-larvas de acará bandeira podem ser cultivadas com salinidade de até 4 g L⁻¹ sem problemas ao desenvolvimento e sobrevivência. Por outro lado, as pós-larvas de acará severo obtiveram melhor taxa de sobrevivência em água sem adição de sal. A frequência alimentar de quatro vezes ao dia com náuplios de *Artemia* é a mais recomendada para ambas as espécies.

Palavras-chave: cloreto de sódio, nutrição, peixe ornamental, desempenho, *Artemia*.

ABSTRACT

With the study aimed to evaluate the effect of salinity and feeding frequency on growth, uniformity and survival of the angelfish *Pterophyllum scalare* and banded cichlid post-larvae. Were conducted two experiments in a completely randomized in a factorial 5 x 2, with five different sodium chloride concentrations (0; 2; 4; 6 and 8 g L⁻¹) and two feed frequency (2 and 4 times per day). It was observed the water salinity and feeding frequency influenced significantly ($p < 0,05$) in torso length and body height in the angelfish larviculture. The eye diameter, was affected ($p < 0,05$) only by salinity, while the final standard length, standard length gain, head length, torso length, post-anal length, head height, body height, final weight, weight gain, specific growth rate and allometric condition factor differed significantly ($p < 0,05$) only for the feeding frequency. In the banded cichlid larviculture, there was a significant difference ($p < 0,05$) in the head length, post-anal length, head height and allometric condition factor by salinity and feeding frequency. The water salinity influenced significantly ($p < 0,05$) the final standard length, standard length gain, torso length, eye diameter, body height, survival rate and uniformity in weight. The feeding frequency influenced significantly

($p < 0,05$) the final weight, weight gain and specific growth rate. It was concluded that angelfish post-larvae can be grown with salinity up to 4 g L^{-1} without problems for the development and survival. On the other hand, the banded cichlid post-larvae had better survival rate in water without salt add. The feeding frequency of four times a day with *artemia nauplii* is the most recommended for the both species.

Key Words: Sodium chloride, nutrition, ornamental fish, performance, *Artemia*.

INTRODUÇÃO

A família dos ciclídeos possui grande representatividade na aquariofilia mundial devido à diversidade de cores, formas e comportamentos, os quais são bastante apreciados. Esta família é constituída por aproximadamente 1300 espécies, sendo mais da metade destas comercializadas como peixes ornamentais. Apresentam uma ampla distribuição, habitando principalmente ambientes tropicais e dulcícolas dos continentes africano, asiático e americano (América do Norte, Central e do Sul) (Kullander 2003; Mora, Urueña, Landines & Sanabria 2007; Miller & Mitchell 2009).

O acará bandeira *Pterophyllum scalare* (Schultze, 1823) e acará severo *Heros severus* (Heckel, 1840) são espécies de ciclídeos endêmicos da América do Sul. Distribuem-se no rio Negro, Amazonas, Solimões e Orinoco, habitando locais de água calma e com bastante vegetação. O acará bandeira pode chegar a 13 cm, apresentando nadadeiras dorsal, anal e pélvicas extremamente longas e coloração variada, desde prateada e escura. O acará severo pode atingir 20 cm e apresenta geralmente uma coloração cinza-esverdeado escuro ou marrom, com oito listras verticais escuras. As duas espécies se reproduzem em áreas com vegetação e apresentam cuidado parental (Rosemary & Lowe-McConnell 1969; Kullander 2003; Mora et al. 2007).

Os acarás bandeira e severo são bastante valorizados no mercado da aqualiofilia nacional e internacional (Cheong 1996; Chapman, Fitz-Coy, Thunberg & Adams 1997; Chapman 2000; Monticini 2010), apresentando uma beleza exuberante e grande rusticidade (Chapman et al. 1997), características que trazem um grande apelo para produção em cativeiro. Porém, a maior parte da produção destas espécies advém da pesca artesanal na Amazônia (Cardoso & Igarashi 2009; Ribeiro, Carvalho Júnior, Fernandes & Nakayama 2009), uma vez que o conhecimento das técnicas de cultivo destas espécies, bem como de outras de interesse ornamental na América do Sul ainda encontram-se em fase de aprimoramento (Vidal Jr 2002).

Um dos pontos críticos na criação dos peixes ornamentais é a larvicultura, constituindo a fase de maior fragilidade do animal e de menor taxa de sobrevivência. Nesta fase, os alimentos vivos são os mais utilizados na nutrição dos organismos cultivados, especialmente os náuplios de *Artemia* spp. (Dhert & Sorgeloos 1995; Van Stappen 1996; Conceição, Yúfera, Makridis, Morais & Dinis 2010; Das, Mandal, Bhagabati, Akhtar & Singh 2012). As artemias são organismos de origem marinha e sua sobrevivência é extremamente baixa em água doce (Beux & Zaniboni-Filho 2006), o que implica na redução do consumo do alimento vivo, com consequências negativas para o desenvolvimento das pós-larvas de peixes e para a qualidade da água (Kerdchuen & Legendre 1994; Beux & Zaniboni-Filho 2006).

Estudos prévios comprovaram que o uso de pequenas concentrações de cloreto de sódio em água doce pode proporcionar um aumento significativo da sobrevivência de náuplios de artemia (Beux & Zaniboni-Filho 2006), estimulando assim o consumo deste organismo por larvas de algumas espécies de peixes dulcícolas neotropicais (Luz & Portella 2002; Beux & Zaniboni Filho 2007; Luz & Santos 2010; Jomori, Luz, Takata,

Fabregat & Portella 2013). Além disso, o uso de baixas concentrações de NaCl na aquicultura tem apresentado propriedades terapêuticas, tais como a redução do estresse nos cultivos (Sampaio & Bianchini 2002) e no transporte (Kubitza 2007; Diniz & Honorato 2012), bem como a melhora o desempenho e o aumento das taxas de sobrevivência dos mesmos, uma vez que a larva gastará menor quantidade de energia para a realização da osmorregulação, redirecionando maior quantidade de energia para o crescimento e desenvolvimento dos órgãos (Blaxter 1969; Wieser 1995; Sampaio & Bianchini 2002). A salinidade da água promove também o aumento da gravidade específica da água, com isso a larva gasta menor quantidade de energia para se manter na coluna d'água, contribuindo também para o melhor aproveitamento da energia para o desenvolvimento do animal (Holliday 1969) Além disso, a quantidade de íons de sódio na água favorece maior excreção de amônia ionizada através do transporte ativo, mesmo contra o gradiente de concentração, contribuindo para a desintoxicação de amônia. A salinidade da água estimula também a produção de muco no corpo do animal e nas brânquias, atua como ação antibacteriana e antifúngica, além de ser impermeável, servindo como barreira contra a perda de íons e ganho de água, o que auxilia na osmorregulação (Kubitza 2007).

Entre os fatores que afetam o desenvolvimento e a sobrevivências de pós-larvas de peixes, destaca-se a frequência alimentar, a qual tem sido pouco estudada na larvicultura de peixes nativos (Luz & Portella 2005). De uma forma em geral, as larvas de peixes apresentam altas taxas de crescimento e uma menor capacidade digestiva quando comparadas a outras fases de cultivo, necessitando, por este motivo, de uma maior frequência alimentar (Xie, Ai, Mai, Xu & Ma 2011), muito embora esta frequência varie de espécie para espécie (Thomassen & Fjæra 1996). Diversos estudos associam a maior

frequência da oferta de artemias, por exemplo, ao consumo do alimento ainda vivo (com seu valor nutricional ainda intacto) por parte das pós-larvas de algumas espécies de peixes (Portella, Verani & Cestaroli 2000).

Deste modo, com o presente estudo objetivou-se verificar o efeito da salinidade da água e da frequência alimentar sobre o crescimento, a uniformidade e a sobrevivência de pós-larvas do acará bandeira e do acará severo, de modo a propiciar o desenvolvimento de técnicas/estratégias de cultivo que favoreçam a larvicultura destas espécies de interesse ornamental de grande valor comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento experimental

Os experimentos realizados com as larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* e acará severo *Heros severus* foram realizados por um período de de 15 dias. Para cada uma das espécies utilizou-se um total de 400 pós-larvas, com cinco dias de vida, provenientes de uma mesma desova. Os exemplares do acará bandeira utilizados apresentaram um peso médio de $6,4 \pm 1,46$ mg e comprimento padrão médio $5,75 \pm 0,36$ mm, enquanto que para o acará severo estes valores foram de $3,6 \pm 0,63$ mg e $5,48 \pm 0,27$ mm, respectivamente. Para cada experimento, foram utilizados quarenta (40) recipientes plásticos transparentes (unidades experimentais) com volume útil de 1 litro de água, cada uma das quais contendo dez (10) pós-larvas.

Os experimentos foram inteiramente casualizados, em esquema fatorial 5×2 , com cinco diferentes concentrações de cloreto de sódio (0 ; 2 ; 4 ; 6 e 8 g L⁻¹) e duas

frequências alimentares (duas vezes ao dia, às 8:00 e 17:00 h); e quatro vezes ao dia, às 8:00; 11:00; 14:00 e 17:00 h), com quatro repetições.

As pós-larvas foram alimentadas com 1000 náuplios de *Artemia* por dia, divididos entre as respectivas frequências alimentares. Os náuplios eram eclodidos diariamente, com 24 horas de antecedência à alimentação. Após uma hora da última alimentação, todas as unidades experimentais foram sifonadas para eliminação das fezes e dos resíduos alimentares.

Condições experimentais

Durante os experimentos utilizou-se fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro, condição esta similar à observada naturalmente em regiões equatoriais. Diariamente foram monitoradas as concentrações de oxigênio dissolvido (OD), o pH (potencial hidrogeniônico), a temperatura (T) e condutividade elétrica (CE) da água, através de uma sonda multiparamétrica (Horiba U-10); enquanto que as determinações das concentrações de amônia e nitrito foram realizadas a cada três dias, por intermédio de kits comerciais de análise de água (LabconTest).

Para a larvicultura do acará bandeira, os valores iniciais da qualidade da água foram: oxigênio dissolvido $3,85 \pm 0,59 \text{ mg L}^{-1}$; temperatura $28,33 \pm 0,19^{\circ}\text{C}$; pH $6,39 \pm 0,14$; condutividade elétrica $0,78 \pm 0,08$; $4,76 \pm 0,24$; $8,32 \pm 0,23$; $12,68 \pm 0,15$ e $16,80 \pm 0,07 \text{ mS cm}^{-1}$ relacionados à concentração de NaCl de 0; 2; 4; 6; e 8 g L^{-1} , respectivamente. Para a larvicultura do acará severo, os valores iniciais de qualidade de água foram: oxigênio dissolvido $4,18 \pm 0,58 \text{ mg L}^{-1}$; temperatura $27,15 \pm 0,17^{\circ}\text{C}$; pH $6,11 \pm 0,15$; condutividade elétrica $0,12 \pm 0,03$; $4,07 \pm 0,28$; $7,49 \pm 0,09$; $10,92 \pm 0,14$ e

$15,83 \pm 0,1 \text{ mS cm}^{-1}$ relacionados à concentração de NaCl de 0; 2; 4; 6 e 8 g L⁻¹, respectivamente.

Biometrias

Foram realizadas duas biometrias e contagens das pós-larvas, no início (T0) e ao término (T1) dos experimentos. Para tal, os indivíduos foram anestesiados com eugenol (100 mg L⁻¹) e, posteriormente, contados, medidos com um microscópio estereoscópico trinocular equipado com ocular micrométrica (QUIMIS Q740SZ-T) e pesados através de balança analítica de precisão de 0,1 mg (GEHAKA AG200).

As medidas foram aferidas de acordo com o procedimento de Castillo (2010): diâmetro do olho (DO); comprimento da cabeça (CC) – extremidade das narinas até o opérculo; altura da cabeça (AC) – parte superior à anterior da cabeça entre os olhos e o opérculo; altura do corpo (ACO) – parte superior à inferior entre o opérculo e o anus; comprimento do tronco (CTr) – opérculo ao final da notocorda; comprimento pós-anal (CPA) – margem posterior ao anus ao final da notocorda; e comprimento padrão (CP) – extremidade das narinas ao final da notocorda (Figura 5).

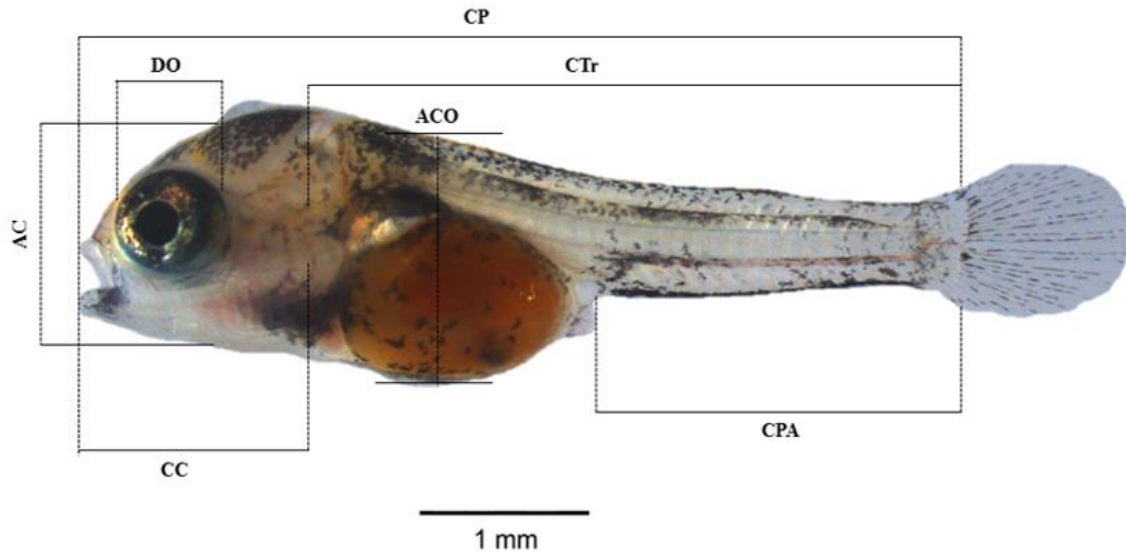


Figura 5 Esquema ilustrativo das medidas obtidas para as larvas de *Heros severos* e *Pterophyllum scalare*. DO: Diâmetro do olho; CC: Comprimento da cabeça; AC: Altura da cabeça; ACO: Altura do corpo; CTr: Comprimento do tronco; CPA: Comprimento pós-anal; CP: Comprimento padrão

Através das contagens do número de pós-larvas e das medidas dos comprimentos padrão e o peso, realizadas no início e término dos experimentos, calculou-se as seguintes variáveis:

a) Taxa de sobrevivência – TS (%)

$$TS = \left(\frac{N_f}{N_i} \right) \times 100,$$

onde: N_f é o número de pós-larvas de cada tratamento ao final do experimento e N_i é o número de pós-larvas no início do experimento;

b) Ganho de peso - GP (mg)

$$GP = P_f - P_i,$$

onde: P_f é o peso médio final das pós-larvas de cada tratamento ao final do experimento e o P_i é o peso médio inicial das pós-larvas;

c) Ganho de comprimento – GC (mm)

$$GC = C_f - C_i,$$

onde: C_f é o comprimento médio das pós-larvas de cada tratamento no final do experimento, C_i é o comprimento médio das pós-larvas no início do experimento;

d) Taxa de crescimento específico – TCE (%/dia) (Kestemont & Stalmans 1992)

$$TCE = \left[\frac{(\ln P_f - \ln P_i)}{t} \right] \times 100,$$

onde: P_f é o peso médio final das pós-larvas de cada tratamento, P_i é o peso médio inicial das pós-larvas, t é o tempo do período experimental;

e) Uniformidade em peso – UP (%) (Furuya, Souza, Furuya, Hayashi & Ribeiro 1998)

$$UP = \left(\frac{N_{\pm 20\%}}{N_t} \right) \times 100,$$

onde: $N_{\pm 20\%}$ é o número de pós-larvas variando em $\pm 20\%$ das médias de peso de cada unidade experimental e o N_t significa o número total de pós-larvas em cada unidade experimental.

f) Uniformidade em comprimento padrão – UCP adaptado de Furuya et al. (1998)

$$UCP = \left(\frac{N_{\pm 20\%}}{N_t} \right) \times 100,$$

onde: $N_{\pm 20\%}$ é o número de pós-larvas variando em $\pm 20\%$ das médias de comprimento padrão de cada unidade experimental e o N_t significa o número total de pós-larvas em cada unidade experimental.

g) Fator de condição alométrico – K (Vazzoler 1996)

$$K = \frac{P}{CP^b}$$

onde: P é o peso, CP é o comprimento padrão e b é o coeficiente angular obtido pela equação da regressão linear entre o peso e o comprimento padrão transformados pelo logaritmo na base 10.

Análise estatística

A partir dos valores obtidos das variáveis abióticas e bióticas, foram determinadas a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade das variâncias (*Levene*),

respectivamente, e quando necessário, os dados foram transformados (exponencial ou arco seno). Quando normais e homocedásticos, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste *post-hoc* de Tukey para verificar a existência de diferenças entre tratamentos utilizados. Para os dados não normais foram utilizados os testes não paramétricos de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney (U). Para todos os tratamentos estatísticos realizados, empregou-se um nível de significância de 5%. Todas as análises foram efetuadas através do programa ASSISTAT 7.7 (Silva & Azevedo 2002).

RESULTADOS

Pterophyllum scalare

Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) da salinidade da água sobre as variáveis de uniformidade em peso, uniformidade em comprimento padrão, fator de condição alométrico, comprimento padrão final, ganho de comprimento, comprimento da cabeça, comprimento pós-anal, altura da cabeça, peso final, ganho de peso e taxa de crescimento específico de pós-larvas de acará bandeira. Porém, a salinidade influenciou de forma significativa ($p < 0,05$) o comprimento do tronco, o diâmetro do olho, a altura do corpo e a taxa de sobrevivência dos exemplares desta espécie (Tabela 1).

Maiores taxas de sobrevivências de pós-larvas de acará bandeira foram obtidas nas concentrações de 0; 2 e 4 g L⁻¹, respectivamente, não diferindo significativamente entre si ($p > 0,05$). Por outro lado, menor sobrevivência foi obtida na salinidade de 6 e 8 g L⁻¹ (Tabela 1).

Tabela 1 Desempenho produtivo (valores médios \pm desvio padrão) de pós-larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* após 15 dias de experimento

Salinidade (g L ⁻¹)	0	2	4	6	8	Frequência	Duas vezes/ dia	Quatro vezes/ dia	Salinidade	Frequência	Interação	CV (%)
CPF (mm)	13,02 \pm 0,16 ^{a1}	13,04 \pm 0,27 ^a	12,93 \pm 0,14 ^a	13,12 \pm 0,31 ^a	-	CPF (mm)	12,83 \pm 0,24 ^b	13,22 \pm 0,35 ^a	0,47	<0,01	0,16	1,83
GCP (mm)	7,27 \pm 0,16 ^a	7,29 \pm 0,27 ^a	7,18 \pm 0,14 ^a	7,37 \pm 0,31 ^a	-	GCP (mm)	7,08 \pm 0,24 ^b	7,47 \pm 0,20 ^a	0,47	<0,01	0,16	3,27
CC (mm)	4,90 \pm 0,07 ^a	4,93 \pm 0,11 ^a	4,91 \pm 0,10 ^a	4,87 \pm 0,15 ^a	-	CC (mm)	4,84 \pm 0,11 ^b	4,96 \pm 0,11 ^a	0,74	<0,01	0,07	2,31
CTr (mm)	8,16 \pm 0,12 ^{ab}	8,14 \pm 0,17 ^{ab}	8,06 \pm 0,06 ^b	8,31 \pm 0,18 ^a	-	CTr (mm)	8,06 \pm 0,15 ^b	8,28 \pm 0,12 ^a	0,01	<0,01	0,51	1,75
CPA (mm)	4,91 \pm 0,05 ^a	4,89 \pm 0,11 ^a	4,85 \pm 0,09 ^a	4,91 \pm 0,10 ^a	-	CPA (mm)	4,81 \pm 0,08 ^b	4,97 \pm 0,10 ^a	0,57	<0,01	0,21	1,98
DO (mm)	1,86 \pm 0,05 ^b	1,88 \pm 0,05 ^b	1,97 \pm 0,05 ^a	1,93 \pm 0,07 ^{ab}	-	DO (mm)	1,90 \pm 0,05 ^a	1,92 \pm 0,06 ^a	<0,01	0,43	0,07	2,89
AC (mm)	4,36 \pm 0,13 ^a	4,30 \pm 0,13 ^a	4,24 \pm 0,06 ^a	4,29 \pm 0,13 ^a	-	AC (mm)	4,21 \pm 0,15 ^b	4,39 \pm 0,08 ^a	0,33	<0,01	0,03	2,91
ACO (mm)	5,57 \pm 0,12 ^a	5,60 \pm 0,23 ^a	5,47 \pm 0,10 ^{ab}	5,29 \pm 0,21 ^b	-	ACO (mm)	5,34 \pm 0,17 ^b	5,63 \pm 0,16 ^a	<0,01	<0,01	0,23	3,2
PF (mg)	64,55 \pm 4,10 ^a	61,14 \pm 4,47 ^a	60,07 \pm 2,67 ^a	62,06 \pm 4,67 ^a	-	PF (mg)	59,27 \pm 4,89 ^b	64,64 \pm 3,07 ^a	0,20	<0,01	0,30	6,75
GP (mg)	58,15 \pm 4,10 ^a	54,74 \pm 4,47 ^a	53,67 \pm 2,67 ^a	55,66 \pm 4,67 ^a	-	GP (mg)	52,87 \pm 4,89 ^b	58,24 \pm 3,07 ^a	0,20	<0,01	0,30	7,53
TCE (% dia⁻¹)	15,39 \pm 0,42 ^a	15,02 \pm 0,50 ^a	14,90 \pm 0,31 ^a	15,13 \pm 0,50 ^a	-	TCE (% dia⁻¹)	14,81 \pm 0,55 ^b	15,41 \pm 0,32 ^a	0,20	<0,01	0,29	3,01
TS (%)	97,50 \pm 5,00 ^a	97,50 \pm 5,00 ^a	96,25 \pm 5,39 ^a	62,50 \pm 15,58 ^b	3,75 \pm 7,50 ^c	TS (%)	71,50 \pm 6,74 ^a	71,50 \pm 8,65 ^a	<0,01	1,00	1,00	13,14
UP (%)	73,13 \pm 6,58 ^a	83,75 \pm 17,28 ^a	65,28 \pm 25,70 ^a	69,85 \pm 26,18 ^a	-	UP (%)	73,62 \pm 26,81 ^a	72,38 \pm 14,73 ^a	0,42	0,88	0,46	30,81
UCP (%)	100	100	100	100	-	UCP (%)	100	100	-	-	-	0
K	2,13 \pm 0,16 ^a	2,11 \pm 0,15 ^a	2,09 \pm 0,18 ^a	2,12 \pm 0,17 ^a	-	K	2,07 \pm 0,16 ^b	2,15 \pm 0,16 ^a	0,41	<0,01	0,26	2,72

* Comprimento padrão final (CPF), ganho de comprimento padrão (GCP), comprimento da cabeça (CC), comprimento do tronco (CTr), comprimento pós-anal (CPA),

diâmetro do olho (DO), altura da cabeça (AC), altura do corpo (ACO), peso final (PF), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), taxa de sobrevivência (TS), uniformidade em peso (UP), uniformidade em comprimento padrão (UCP) e coeficiente de condição alométrico (K).

¹ Em cada linha, valores seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As pós-larvas cultivadas em água com uma salinidade de 6 g L⁻¹ apresentaram o maior comprimento do tronco, enquanto que os menores comprimentos estiveram relacionados com a salinidade de 4 g L⁻¹ (Tabela 3). Os organismos cultivados nas salinidades 4 e 6 g L⁻¹ apresentaram os maiores diâmetros do olho. Por outro lado, os menores diâmetros foram obtidos nas pós-larvas mantidas nos tratamentos com salinidades de 0 e 2 g L⁻¹, respectivamente (Tabela 1).

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) da altura do corpo entre as salinidades 0 e 2 g L⁻¹. Por outro lado, os indivíduos mantidos na concentração de NaCl de 4 e 6 g L⁻¹ apresentaram altura do corpo significativamente menor ($p < 0,05$) (Tabela 1).

A frequência alimentar não influenciou significativamente ($p > 0,05$) as variáveis de diâmetro do olho, uniformidade em peso, uniformidade em comprimento padrão e a sobrevivência de pós-larvas de acará bandeira. No entanto, o fator de condição alométrico, o comprimento padrão, o ganho de comprimento padrão, o comprimento da cabeça, o comprimento do tronco, o comprimento pós-anal, a altura da cabeça, a altura do corpo, o peso final, o ganho de peso e a taxa de crescimento específico das pós-larvas de acará bandeira demonstraram influência significativa ($p < 0,05$) da frequência de alimentação, apresentando maiores valores destas variáveis em exemplares alimentados quatro vezes ao dia (Tabela 1).

Heros severus

A salinidade da água não influenciou ($p > 0,05$) o peso final, o ganho de peso e a taxa de crescimento específico das pós-larvas de acará severo. Porém, as concentrações de NaCl demonstraram efeito significativo ($p < 0,05$) sobre o comprimento padrão final, ganho de comprimento, comprimento da cabeça, comprimento do tronco, comprimento

pós-anal, diâmetro do olho, altura da cabeça, altura do corpo, uniformidade em peso, uniformidade em comprimento padrão, coeficiente de condição alométrico e taxa de sobrevivência de pós-larvas de acará severo (Tabela 2).

O comprimento padrão final e o ganho de comprimento padrão das pós-larvas de acará severo foram significativamente maiores ($p < 0,05$) na salinidade 2 g L^{-1} , sendo os menores valores observados na salinidade 6 g L^{-1} (Tabela 2).

As pós-larvas de acará severo cultivadas em salinidade de 6 g L^{-1} apresentaram menores valores para as variáveis comprimento da cabeça, altura da cabeça e altura do corpo. Por outro lado, os indivíduos mantidos em concentrações de 0; 2 e 4 g L^{-1} foram similares entre si e apresentaram valores superiores as demais salinidades (Tabela 2).

O comprimento do tronco das pós-larvas de acará severo foi similar entre os tratamentos de 0 e 2 g L^{-1} , e diminuiu nos indivíduos mantidos nas salinidades de 4 e 6 g L^{-1} (Tabela 2).

Os maiores diâmetros do olho foram obtidos nas pós-larvas cultivadas nas salinidades de 2 e 4 g L^{-1} , enquanto que os menores diâmetros foram observados nos exemplares dos tratamentos com 0 e 6 g L^{-1} de NaCl (Tabela 2).

A uniformidade em peso e uniformidade em comprimento padrão das pós-larvas de acará severo cultivadas nas salinidades de 0; 2 e 4 g L^{-1} não diferiram entre si. No entanto, apresentaram valores superiores aos dos exemplares mantidos na concentração de 6 g L^{-1} (Tabela 2).

Tabela 2 Desempenho produtivo (Valores médios \pm desvio padrão) de pós-larvas de acará severo *Heros severus* após 15 dias de experimento

Salinidade (g L ⁻¹)	0	2	4	6	8	Frequência	Duas vezes/ dia	Quatro vezes/ dia	Salinidade	Frequência	Interação	CV (%)
CPF (mm)	11,63 \pm 0,40 ^{ab I}	11,80 \pm 0,31 ^a	11,59 \pm 0,49 ^{ab}	10,65 \pm 0,89 ^b	-	CPF (mm)	11,25 \pm 0,67 ^a	11,55 \pm 0,75 ^a	0,01	0,07	0,06	42,98
GCP (mm)	6,15 \pm 0,40 ^{ab}	6,31 \pm 0,31 ^a	5,92 \pm 0,49 ^{ab}	5,17 \pm 0,89 ^b	-	GCP (mm)	5,76 \pm 0,67 ^a	6,06 \pm 0,75 ^a	0,01	0,07	0,06	42,84
CC (mm)	4,00 \pm 0,14 ^a	4,15 \pm 0,11 ^a	4,11 \pm 0,08 ^a	3,70 \pm 0,34 ^b	-	CC (mm)	3,92 \pm 0,26 ^b	4,10 \pm 0,24 ^a	<0,01	0,03	0,47	16,41
CTr (mm)	7,61 \pm 0,27 ^a	7,67 \pm 0,22 ^a	7,53 \pm 0,19 ^{ab}	6,98 \pm 0,56 ^b	-	CTr (mm)	7,34 \pm 0,42 ^a	7,59 \pm 0,44 ^a	<0,01	0,05	0,25	29,79
CPA (mm)	4,28 \pm 0,17 ^{ab}	4,46 \pm 0,24 ^a	4,35 \pm 0,19 ^{ab}	4,04 \pm 0,32 ^b	-	CPA (mm)	4,17 \pm 0,24 ^b	4,43 \pm 0,27 ^a	0,01	<0,01	0,84	5,39
DO (mm)	1,55 \pm 0,09 ^{ab}	1,60 \pm 0,04 ^a	1,62 \pm 0,10 ^a	1,46 \pm 0,11 ^b	-	DO (mm)	1,53 \pm 0,12 ^a	1,59 \pm 0,09 ^a	0,01	0,09	0,42	5,92
AC (mm)	4,07 \pm 0,18 ^a	4,18 \pm 0,12 ^a	4,05 \pm 0,10 ^a	3,73 \pm 0,33 ^b	-	AC (mm)	3,93 \pm 0,26 ^b	4,11 \pm 0,26 ^a	<0,01	0,03	0,81	5,22
ACO (mm)	4,82 \pm 0,21 ^a	4,93 \pm 0,14 ^a	4,78 \pm 0,12 ^a	4,29 \pm 0,45 ^b	-	ACO (mm)	4,64 \pm 0,38 ^a	4,81 \pm 0,34 ^a	<0,01	0,11	0,76	6,06
PF (mg)	54,41 \pm 5,62 ^a	57,60 \pm 3,58 ^a	55,16 \pm 3,18 ^a	51,72 \pm 0,45 ^a	-	PF (mg)	52,51 \pm 6,15 ^b	57,28 \pm 5,29 ^a	0,29	0,03	0,52	10,53
GP (mg)	50,74 \pm 5,62 ^a	53,94 \pm 3,58 ^a	51,50 \pm 3,18 ^a	48,05 \pm 8,62 ^a	-	GP (mg)	48,85 \pm 6,15 ^b	53,61 \pm 5,29 ^a	0,29	0,03	0,52	11,29
TCE (% dia⁻¹)	17,95 \pm 0,67 ^a	18,35 \pm 0,41 ^a	18,06 \pm 0,38 ^a	17,55 \pm 1,05 ^a	-	TCE (% dia⁻¹)	17,70 \pm 0,75 ^b	18,30 \pm 0,64 ^a	0,19	0,03	0,57	3,85
TS (%)	96,25 \pm 1,77 ^a	87,50 \pm 3,54 ^b	87,50 \pm 8,29 ^b	62,50 \pm 10,61 ^c	8,57 \pm 10,61 ^d	TS (%)	67,89 \pm 39,15 ^a	72,00 \pm 33,42 ^a	<0,01	0,14	0,68	8,43
UP (%)	77,85 \pm 6,05 ^a	78,41 \pm 6,10 ^a	76,51 \pm 10,70 ^a	36,28 \pm 25,62 ^b	-	UP (%)	66,18 \pm 26,35 ^a	70,48 \pm 25,06 ^a	<0,01	0,50	0,79	25,41
UCP (%)	100 ^{b II}	100 ^b	100 ^b	71,3 \pm 19,91 ^a	-	UCP (%)	92,75 \pm 15,57 ^{a III}	92,90 \pm 16,27 ^a	<0,01	>0,05	-	17,16
K	1,88 \pm 0,16 ^{ab}	1,92 \pm 0,14 ^a	1,88 \pm 0,15 ^{ab}	1,73 \pm 0,44 ^b	-	K	1,82 \pm 0,26 ^b	1,91 \pm 0,22 ^a	0,01	0,04	0,19	2,6

* comprimento padrão final (CPF), ganho de comprimento padrão (GCP), comprimento da cabeça (CC), comprimento do tronco (CTr), comprimento pós-anal (CPA),

diâmetro do olho (DO), altura da cabeça (AC), altura do corpo (ACO), peso final (PF), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), taxa de sobrevivência (TS), uniformidade em peso (UP), uniformidade em comprimento padrão (UCP) e coeficiente de condição alométrico (K).

^I Em cada linha, valores seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{II} Em cada linha, valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5 % de probabilidade.

^{III} Dados analisados pelo teste de Mann-Whitney (U).

Os indivíduos cultivados em salinidade 2 g L⁻¹ apresentaram maior fator de condição alométrico (K). Houve diminuição do K em salinidade de 0 e 4 g L⁻¹, os quais apresentaram valores semelhantes entre si. O tratamento 6 g L⁻¹ apresentou os menores valores de K em relação aos demais tratamentos (Tabela 2).

Maiores taxas de sobrevivência foram demonstradas para as pós-larvas mantidas em salinidades de 0 g L⁻¹. Por outro lado, houve diminuição da taxa de sobrevivência de indivíduos mantidos em salinidade 2 e 4 g L⁻¹, que foram similares entre si. Os indivíduos mantidos na concentração salina de 8 g L⁻¹ demonstraram menor taxa de sobrevivência em relação aos dos demais tratamentos (Tabela 2).

Não houve influência ($p > 0,05$) da frequência alimentar sobre o comprimento padrão final, ganho de comprimento padrão, comprimento do tronco, diâmetro do olho, altura do corpo, uniformidade do peso, uniformidade do comprimento padrão e sobrevivência de pós-larvas de acará severo. Porém, a frequência alimentar demonstrou efeito significativo ($p < 0,05$) sobre o comprimento da cabeça, comprimento pós-anal, altura da cabeça, peso final, ganho de peso, fator de condição alométrico e taxa de crescimento específico de pós-larvas de acará severo. Os indivíduos alimentados quatro vezes ao dia demonstraram maiores valores destas variáveis em relação às pós-larvas alimentadas em uma frequência alimentar de duas vezes por dia (Tabela 2).

Para o tratamento com salinidade de 8 g L⁻¹, não foi possível analisar o desenvolvimento das pós-larvas para nenhuma das espécies experimentadas (acará bandeira e acará severo), uma vez que o número reduzido de indivíduos ao longo dos experimentos não permitiu a realização de análises estatísticas, salvo a inferência da taxa de sobrevivência.

Qualidade da água

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) da salinidade sobre a temperatura da água na larvicultura do acará severo e do acará bandeira. No entanto, a concentração de oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica e pH variaram entre os tratamentos ($p < 0,05$) (Tabelas 3 e 4).

Na larvicultura de ambas as espécies, a maior concentração de OD foi observada na salinidade de 8 g L^{-1} e a menor concentração na concentração de 0 g L^{-1} (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 Valores médios (\pm desvio padrão) das concentrações de oxigênio dissolvido (OD), pH (potencial hidrogeniônico), temperatura (T) e condutividade elétrica da água (CE), e concentrações de amônia e nitrito nos diferentes tratamentos utilizados na larvicultura de *Pterophyllum scalare* durante o período de 15 dias

Salinidade (g L^{-1}) ^I	OD (mg L^{-1})	T ($^{\circ}\text{C}$)	CE (mS cm^{-1})	pH
0	$2,27 \pm 0,69^{\text{c}}$ ^{II}	$27,32 \pm 0,44^{\text{a}}$ ^{III}	$0,73 \pm 0,17^{\text{e}}$ ^{III}	$6,08 \pm 1,42^{\text{a}}$
2	$3,25 \pm 0,70^{\text{bc}}$	$27,32 \pm 0,43^{\text{a}}$	$4,33 \pm 0,23^{\text{d}}$	$6,21 \pm 0,58^{\text{a}}$
4	$2,98 \pm 0,49^{\text{c}}$	$27,29 \pm 0,38^{\text{a}}$	$7,89 \pm 0,27^{\text{c}}$	$6,11 \pm 0,46^{\text{a}}$
6	$3,77 \pm 0,54^{\text{b}}$	$27,39 \pm 0,38^{\text{a}}$	$12,34 \pm 0,42^{\text{b}}$	$6,23 \pm 0,47^{\text{a}}$
8	$4,85 \pm 0,68^{\text{a}}$	$27,46 \pm 0,45^{\text{a}}$	$16,36 \pm 0,35^{\text{a}}$	$6,33 \pm 0,45^{\text{a}}$
Frequência	OD (mg L^{-1})	T ($^{\circ}\text{C}$)	CE (mS cm^{-1})	pH
Duas vezes/ dia	$3,67 \pm 0,90^{\text{a}}$	$27,33 \pm 0,42^{\text{a}}$ ^{IV}	$8,35 \pm 5,59^{\text{a}}$ ^{IV}	$6,22 \pm 0,52^{\text{a}}$
Quatro vezes/ dia	$3,46 \pm 0,98^{\text{a}}$	$27,38 \pm 0,46^{\text{a}}$	$8,31 \pm 5,54^{\text{a}}$	$6,17 \pm 0,97^{\text{a}}$
Salinidade	<0,01	>0,05	<0,05	0,74
Frequência	0,13	>0,05	>0,05	0,80
Interação	0,40	–	–	0,99
CV (%)	18,00	1,61	66,82	13,00

^I As concentrações de Amônia e nitrito foram inferiores ao limite de detecção dos kits utilizados ($0,001 \text{ mg L}^{-1}$).

^{II} Em cada coluna, valores seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{III} Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

^{IV} Dados analisados pelo teste de Mann-Whitney (U).

Tabela 4 Valores médios (\pm desvio padrão) das concentrações de oxigênio dissolvido (OD), pH (potencial hidrogeniônico), temperatura (T), condutividade elétrica da água (CE), e concentrações de amônia e nitrito nos diferentes tratamentos utilizados na larvicultura de *Heros severus* durante o período de 15 dias

Salinidade (g L⁻¹)^I	OD (mg L⁻¹)	T (°C)	CE (mS cm⁻¹)	pH
0	3,50 \pm 0,41 ^{bII}	27,13 \pm 0,29 ^a	0,16 \pm 0,03 ^e	6,13 \pm 0,29 ^b
2	3,64 \pm 0,38 ^b	27,09 \pm 0,11 ^a	4,07,56 \pm 0,15 ^d	6,34 \pm 0,21 ^{ab}
4	3,64 \pm 0,42 ^b	27,10 \pm 0,07 ^a	7,88 \pm 0,28 ^c	6,35 \pm 0,18 ^{ab}
6	3,89 \pm 0,39 ^b	27,23 \pm 0,14 ^a	11,58 \pm 0,46 ^b	6,38 \pm 0,19 ^a
8	4,64 \pm 0,30 ^a	27,25 \pm 0,15 ^a	15,82 \pm 0,15 ^a	6,33 \pm 0,23 ^{ab}
Frequência	OD (mg L⁻¹)	T (°C)	CE (mS cm⁻¹)	pH
Duas vezes/ dia	3,85 \pm 0,50 ^a	27,18 \pm 0,12 ^a	7,87 \pm 5,48 ^a	6,36 \pm 0,19 ^a
Quatro vezes/ dia	3,87 \pm 0,62 ^a	27,14 \pm 0,23 ^a	7,93 \pm 5,52 ^a	6,25 \pm 0,27 ^b
Salinidade	<0,01	0,11	<0,01	0,02
Frequência	0,83	0,31	0,62	0,04
Interação	0,62	0,01	1,00	1,00
CV (%)	10,38	0,35	69,60	3,66

^I As concentrações de Amônia e nitrito foram inferiores ao limite de detecção dos kits utilizados (0,001 mg L⁻¹).

^{II} Em cada coluna, valores seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O pH demonstrou diferença significativa ($p < 0,05$) apenas na larvicultura do acará severo. O pH foi maior na salinidade de 6 g L⁻¹ e menor na concentração de 0 g L⁻¹ (Tabela 4).

A frequência alimentar não influenciou ($p > 0,05$) os valores de oxigênio dissolvido, temperatura, pH e condutividade elétrica na larvicultura do acará bandeira (Tabela 3). No entanto, na larvicultura do acará severo houve influência da frequência alimentar ($p < 0,05$) sobre o valor de pH, apresentando maiores valores na frequência de alimentação de duas vezes ao dia (Tabela 4).

DISCUSSÃO

De acordo com Chapman, (2000) o efeito da salinidade no crescimento e uniformidade dos peixes pode ser mascarado por outros fatores, como comportamentos territorialistas e a agressividade. No presente estudo, houve um efeito negativo da salinidade de 6 g L⁻¹ sobre a uniformidade em peso e uniformidade em comprimento padrão de pós-larvas de acará severo. Este resultado coincide com a redução das taxas de sobrevivência desta espécie nesta salinidade, o que pode ser um indício de estresse por difusão osmótica. Pode estar relacionado também ao fato de alguns indivíduos nas unidades experimentais serem mais sensíveis aos efeitos da salinidade, tornando-se mais debilitados, conseqüentemente alimentando-se menos que os demais.

O acará bandeira apresentou uniformidade em peso similar entre as diferentes salinidades, assim como também obteve 100% de uniformidade em comprimento em todos os tratamentos. Um lote de peixes uniforme facilita o manejo, bem como a comercialização dos indivíduos, principalmente os ornamentais, os quais utilizam o comprimento como um dos requisitos para o valor de venda (Veras, Brabo, Dias, Abe, Nunes & Murgas 2016).

Em relação à sobrevivência, o acará bandeira demonstrou ser mais tolerante às variações de salinidade do que o acará severo, suportando até 4 g L⁻¹, não resultando em problemas ao desenvolvimento e a sobrevivência. Situação semelhante foi observada em experimentos com pós-larvas de trairão *Hoplias lacerdae* (Luz & Portella 2002), mandi amarelo *Pimelodus maculatus* (Weingartner & Zaniboni Filho 2004), pacamã *Lophiosilurus alexandri* (Luz & Santos 2008), tambaqui *Colossoma macropomum*, matrinxã *Brycon amazonicus*, apaiari *Astronotus ocellatus* e piaui *Leporinus macrocephalus* (Jomori et al. 2013), onde estes autores constataram que as pós-larvas das espécies estudadas podem suportar salinidades de 2 a 4 g L⁻¹ sem problemas em seu desenvolvimento e em suas taxas de sobrevivência. Todavia, houve diminuição da taxa

de sobrevivência do acará severo na salinidade de 2 g L⁻¹. Desta forma, os estudos indicam que a tolerância à salinidade é espécie-específica (Jomori et al. 2013) e que normalmente larvas apresentam uma menor tolerância à salinidade.

O aumento das concentrações de NaCl de 6 a 8 g L⁻¹ gerou um efeito negativo sobre a sobrevivência das pós-larvas das espécies estudadas. A salinidade de 8 g L⁻¹ resultou em uma taxa de sobrevivência extremamente baixa, indicando sua inviabilidade para a larvicultura destas espécies. Estudos prévios comprovaram que a salinidade de 8 g L⁻¹ prejudica extremamente a taxa de sobrevivência de pós-larvas de acará bandeira (Fabregat, Fernandes, Timpone, Rodrigues & Portella 2008) e jundiá *Rhamdia quelen* (Fabregat, Damian, Fialho, Costa, Broggi, Pereira & Takata 2015).

Quando a concentração de sais na água ultrapassa os limites da homeostase, gera-se um desequilíbrio osmorregulatório, promovendo o estresse através de respostas neuroendócrinas e da ocorrência de distúrbios metabólicos e osmóticos. O organismo tenta, desta forma, adaptar-se a situação de estresse através da produção de catecolaminas e corticosteroides. Porém, se o problema persistir, o estresse se torna crônico e o organismo perde sua capacidade adaptativa, ocasionando assim a imunossupressão e conseqüentemente a morte do animal (Mazeaud, Mazeaud, Donaldson 1977; Pickering & Pottinger 1995; Shulman & Malcolm Love 1999; Bœuf & Payan 2001; Barton 2002).

Jomori et al. (2013) estudaram o efeito do aumento da salinidade da água na larvicultura de peixes neotropicais e não observaram diferenças significativas no comprimento total de pós-larvas de piau *Leporinus macrocephalus* em salinidades de 0 a 4 g L⁻¹, corroborando, desta forma, com os resultados obtidos no presente estudo com pós-larvas de acará bandeira. Não obstante, estes mesmos autores observaram que as pós-larvas de tambaqui *Colossoma macropomum*, matrinxã *Brycon amazonicus* e

apaiari *Astronotus ocellatus* apresentaram maior comprimento total em salinidade de 2 g L⁻¹, corroborando com o presente estudo, no que concerne às pós-larvas de acará severo. Todavia, este resultado pode ser justificado pela menor densidade de estocagem nesta salinidade em relação a salinidade 0 g L⁻¹, decorrente da morte ao longo do experimento de pós-larvas menos resistentes a salinidade 2 g L⁻¹.

De acordo com Blaxter (1969) e Wieser (1995) existem diversas vias metabólicas nos peixes, como o crescimento, reprodução e controle da homeostase. Na larvicultura, a maior parte da energia metabólica é direcionada para o crescimento. Porém, o estresse pode prejudicar o desenvolvimento de pós-larvas de peixes por redirecionar parte da energia do animal para o controle da homeostase, através da atuação adaptativa do cortisol, o qual apresenta como uma de suas funções a manutenção do controle osmótico através do transporte ativo de íons. Desta forma, a adição do cloreto de sódio (NaCl) na água de cultivo, em concentrações adequadas, ajudaria no equilíbrio da concentração interna de íons do animal em relação ao meio exterior (Holliday 1969; Shulman & Malcolm Love 1999; Bœuf & Payan 2001; Sampaio & Bianchini 2002).

A concentração ideal de sais na água estimula a produção de muco no corpo do animal e nas brânquias, o muco possui função antimicrobiana e também serve como barreira contra a perda de íons e ganho de água (Kubitza 2007). O muco contém proteínas poliônicas, as quais possuem funções de atração aos elementos de carga elétrica, como os íons de cloro e sódio, sendo um importante mecanismo no controle iônico entre o animal e o meio (Handy 1989). O estresse pode levar ao aparecimento de bactérias patogênicas, promovendo o aparecimento de doenças. Todavia, o cloreto de sódio também ajuda a manter a homeostase da flora epitelial de determinadas bactérias comensais. (Tacchi, Lowrey, Musharrafieh, Crossey, Larragoite & Salinas 2015). Além disso, o cloreto de sódio eleva a gravidade específica da água, com isso a larva

desperdiça menos energia para locomoção e a permanência da coluna d'água (Holliday 1969).

A relação entre o peso e comprimento permite calcular o grau de bem-estar ou higidez do peixe, denominado fator de condição. Desta forma, as alterações físico-químicas na água, enfermidades, condições nutricionais, estresse afetam o fator de condição (Le Cren 1951; Rocha, Ribeiro, Mizubuti, Silva, Borossky & Rubin 2005). Portanto, este é um método de análise não-letal que fornece informações importantes para a compreensão de como o ambiente afeta a fisiologia do peixe e também como ferramenta na escolha do melhor manejo de peixes tanto do ambiente natural como em cativeiro (Tavares-dias, Araújo, Gomes, Andrade 2010).

Beux e Zaniboni Filho (2007) avaliaram o desenvolvimento de pós-larvas de pintado *Pseudoplatystoma corruscans* em diferentes salinidades na água e constataram que o fator de condição alométrico foi influenciado pelas diferentes concentrações salinas. Os autores concluíram que o valor de K foi inversamente proporcional ao aumento da concentração de NaCl na água. Resultado este distinto do demonstrado no presente estudo para ambas as espécies analisadas, o que pode ser explicado pela capacidade singular de cada espécie a se adaptarem às variações ambientais bruscas durante a aclimação no experimento (Castillo-vargasmachuca, Ponce-Palafox, Rodríguez-Chávez, Arredondo-Figueroa, Chávez-Ortiz & Seidavi 2013).

Normalmente os níveis de oxigênio dissolvido da água reduz com o aumento das concentrações de sais, devido a maior interação entre as moléculas de água e os íons, o que dificulta a interação das moléculas de água com os gases de oxigênio, com conseqüente diminuição da solubilidade do oxigênio na água. Todavia, este fator não foi observado no presente estudo. A maior concentração de oxigênio dissolvido foi observada em salinidade de 8 g L⁻¹ enquanto que a menor concentração foi verificada

em salinidade 0 g L^{-1} para a larvicultura de ambas as espécies, o que pode ser explicado pela maior densidade de estocagem de pós-larvas no tratamento 0 g L^{-1} ao longo do experimento, assim como a menor taxa de sobrevivência de náuplios de *Artemia*. Estes fatores podem ter contribuído para o aumento da taxa de respiração e liberação de metabólitos, aumentando o consumo de oxigênio da água.

O valor do pH se comportou de forma semelhante em relação aos níveis de oxigênio dissolvido na água entre os tratamentos na larvicultura do acará severo, apresentando maior valor em salinidade 6 g L^{-1} e menor em 0 g L^{-1} . Nestas condições, o gás carbônico liberado pela respiração das pós-larvas e decomposição das artemias mortas pode ter propiciado a formação do ácido carbônico, que por sua vez, pode ter contribuído para a acidificação do meio. Reynalte-Tataje, Baldisserotto e Zaniboni-Filho (2015) analisaram o efeito do pH na água na incubação e larvicultura do curimatá *Prochilodus lineatus*, os autores constataram que a larvicultura pode ser realizada em pH 6. Todavia foi constatado o melhor desenvolvimento dos animais em pH 7. No presente estudo os animais obtiveram bons desenvolvimentos em pH ácido.

A condutividade elétrica é uma medida da capacidade de condução de eletricidade na água em função da concentração de íons. No presente estudo, a condutividade elétrica foi correlacionada com a concentração de NaCl na água, sendo menor em salinidade 0 g L^{-1} e maior em salinidade 8 g L^{-1} . A condutividade elétrica relacionada com a concentração de sais superior a 4 g L^{-1} gerou um efeito negativo, tanto em relação ao desempenho dos animais quanto à taxa de sobrevivência, possivelmente pelo estresse por disfunção osmótica.

A temperatura manteve-se constante em todos os tratamentos ao longo do experimento de larvicultura do acará bandeira e acará severo, com média de 27°C . Este valor encontra-se na faixa aceitável para o cultivo de peixes tropicais (Kubitza 2004).

A uniformidade, bem como a taxa de sobrevivência, podem ser afetadas pela frequência alimentar. O alimento fracionado em várias ou em poucas ofertas diárias podem promover a um aumento de disputas pelo alimento, onde os peixes dominantes conseguem se alimentar melhor do que os demais, levando a um aumento da heterogeneidade do lote e maior susceptibilidade a mortalidade (Hayashi, Meurer, Boscovo, Lacerda & Kavata 2004). No entanto, assim como em estudos com *Pyrrhulina brevis* (Veras et al. 2016), não foi observado a influência da frequência alimentar sobre a sobrevivência e uniformidade em peso e comprimento de larvas do acará bandeira e acará severo. Segundo Veras et al. (2016), é incomum a ocorrência de dominância durante a larvicultura, além do mais, provavelmente o fornecimento de alimento, em quantidade e frequência tenha sido o suficiente para atender a exigência da espécie.

A frequência alimentar atuou de forma diferenciada sobre algumas variáveis morfométricas. Todavia, de modo geral, o desempenho zootécnico de ambas as espécies melhorou com a frequência alimentar de quatro vezes ao dia. Resultado semelhante foi demonstrado para pós-larvas do ciclídeo *Herichthys cyanoguttatus* (Montajami, Vajargah, Hajiahmadyan, Zarandeh, Mirzaie & Hosseini 2012). Porém, a frequência alimentar não demonstrou efeito significativo no desempenho de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* (Carneiro & Mikos 2005), e sobre o fator de condição de juvenis de acará bandeira (Kasiri, Farahi & Sudagar 2011). A frequência alimentar afeta de maneira diferente a nutrição dos peixes, dependendo das variáveis físicas e químicas do ambiente, da espécie utilizada e da fase do ciclo de vida, sendo por isso muito difícil prever um padrão universal para a frequência de alimentação (Thomassen & Fjæra 1996).

Quando os peixes são alimentados com uma baixa ou elevada frequência de alimentação, o crescimento e a conversão alimentar podem ser prejudicados,

umentando os custos de produção e podendo interferir na qualidade da água (Lee, Hwang & Cho 2000). De acordo com Xie et al. (2011) durante a fase larval as taxas de crescimento são mais elevadas que as observadas em outras fases do ciclo de vida, muito embora a capacidade digestiva seja reconhecidamente menor. Por este motivo, a utilização de uma frequência alimentar mais elevada pode propiciar o crescimento das pós-larvas de peixes por fornecer uma fonte constante de energia para o desenvolvimento das mesmas. Não obstante, a frequência alimentar muito elevada diminui a quantidade de alimento ofertado, gerando assim maior disputa por alimentos, o que pode prejudicar no desenvolvimento dos animais (Hayashi et al. 2004).

Muitos pesquisadores contestam sobre os benefícios de uma alta frequência do fornecimento do alimento, uma vez que pode limitar a capacidade das enzimas digestivas em atuar sobre o alimento, o que pode prejudicar a conversão alimentar, uma vez que pode atenuar a absorção de nutrientes e aumentar a energia necessária para a digestão, com conseqüente aumento do consumo de oxigênio e liberação de metabólitos. Uma alta frequência alimentar pode também promover maior evacuação, o que afetaria negativamente a qualidade da água pela maior acumulação de resíduos. Além disso, o aumento do número de alimentações diárias poderia levar a um aumento dos custos de produção devido a maior necessidade de mão de obra e maior desperdício de alimento, o qual representa um dos itens mais onerosos na aquicultura (Liu & Liao 1999; Rabe & Brown 2000; Biswas, Jena, Singh, Patmajhi & Muduli 2006; Zeytin, Schulz & Ueberschär 2016).

A frequência alimentar na larvicultura também é importante quando as pós-larvas de peixes de água doce são alimentadas com organismos de origem marinha, como náuplios de *Artemia*, pois este microcrustáceo sobrevive por pouco tempo em água doce. Neste caso, dependendo da frequência alimentar, haverá mais oportunidades das

pós-larvas de peixes consumirem os náuplios ainda vivos, melhorando a absorção dos nutrientes, o seu crescimento (Portella, Verani & Cestarolli 2000), assim como a qualidade da água.

Em acordo com o presente trabalho para as larvas de acará bandeira, a frequência de alimentação não demonstrou influência sobre os parâmetros físico-químicos da água em experimentos com alevinos de lambari-do-rabo-amarelo *Astyanax bimaculatus* (Hayashi et al. 2004) e *Pyrrhulina brevis* (Veras et al. 2016). Todavia, a frequência alimentar influenciou o valor do pH na larvicultura do acará severo, onde o menor valor do pH foi demonstrado no tratamento com frequência alimentar de quatro vezes ao dia. Nestas condições, as pós-larvas que receberam mais frequentemente o alimento liberaram com maior frequência o dióxido de carbono para o meio, resultante da energia utilizada na digestão, o que pode ter ocasionado maior produção de ácido carbônico e conseqüentemente a diminuição do pH da água.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicam que pós-larvas de acará bandeira podem ser cultivadas com salinidade de até 4 g L⁻¹ de NaCl sem comprometer o seu desenvolvimento e sobrevivência. As pós-larvas de acará severo, por sua vez, apresentaram maior sobrevivência em água sem adição de sal. Em relação à frequência alimentar, o fornecimento de alimento quatro vezes ao dia com náuplios de *Artemia* é a mais recomendada para ambas as espécies, propiciando um melhor desenvolvimento larval e taxas de sobrevivência mais elevadas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal pelo apoio aos experimentos e a produção do artigo, ao CNPq pela concessão de bolsas de estudos, e ao Laboratório de Piscicultura pela infraestrutura.

REFERENCIAS

- Blaxter J.H.S. (1969) Development: Eggs and Larvae. In: *Fish Physiology: Reproduction and Growth Bioluminescence, Pigments, and Poisons*, Vol. 3 (ed. by W.S. Hoar & D.J. Randall), pp. 177–252. Academic Press Inc., New York and London.
- Bœuf G. & Payan P. (2001) How should salinity influence fish growth? *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology* **130**, 411–423.
- Barton B.A. (2002) Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrative and comparative biology* **42**, 517–525.
- Biswas G., Jena J.K., Singh S.K., Patmajhi P. & Muduli H.K. (2006) Effect of feeding frequency on growth, survival and feed utilization in mrigal, *Cirrhinus mrigala*, and rohu, *Labeo rohita*, during nursery rearing. *Aquaculture*, **254**, 211–218.
- Beux L.F. & Zaniboni-Filho E. (2006) Influência da baixa salinidade na sobrevivência de náuplios de *Artemia* sp. *Boletim do Instituto de Pesca* **32**, 73–77.
- (2007) Survival and the growth of pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) post-larvae on different salinities. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **50**, 821–829.
- Cheong L. (1996) Overview of the current international trade in ornamental fish, with special reference to Singapore. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)* **15**, 445–481.
- Chapman F.A., Fitz-Coy S.A., Thunberg E.M. & Adams C.M. (1997) United States of America Trade in Ornamental Fish. *Journal of the World Aquaculture Society* **28**, 1–10.

- Chapman F.A. (2000) Ornamental fish culture, freshwater. In: *Encyclopedia of Aquaculture* (ed. by R.R. Stickney), pp. 602–610. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Carneiro P.C.F. & Mikos J.D. (2005) Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. *Ciência Rural* **35**, 187–191.
- Cardoso R.S. & Igarashi M.A. (2009) Potencial econômico da exploração de peixes ornamentais: Produção no Brasil e no mundo. *PUBVET* **3**, 479–490.
- Conceição L.E.C., Yúfera M., Makridis P., Morais S. & Dinis M.T. (2010) Live feeds for early stages of fish rearing', *Aquaculture Research* **41**, 613–640.
- Castillo J.D.A. (2010) *Substituição precoce do alimento vivo por alimento inerte na larvicultura de acará bandeira (Pterophyllum scalare)*. MSc Dissertation. Universidade Estadual Paulista.
- Castillo-Vargasmachuca S., Ponce-Palafox J.T. & Rodríguez-Chávez G. (2013) Effects of temperature and salinity on growth and survival of the Pacific red snapper *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) juvenile. *Latin American Journal of Aquatic Research* **41**, 1013–1018.
- Conceição L.E.C., Yúfera M., Makridis P., Morais S. & Dinis M.T. (2010) Live feeds for early stages of fish rearing', *Aquaculture Research* **41**, 613–640.
- Dhert P. & Sorgeloos P. (1995) Live feeds in aquaculture. In: *Aquaculture towards the 21st Century: Proceedings of INFOFISH-AQUATECH '94. International Conference on Aquaculture*, (ed by K.P.P. Nambiar & T. Singh), pp. 209–219. INFOFISH, Kuala Lumpur, Malaysia, Colombo, Sri Lanka.
- Das P., Mandal S.C., Bhagabati S.K., Akhtar M.S. & Singh S.K. (2012) Important Live Food Organisms and Their Role in Aquaculture. In: *Frontiers in Aquaculture* (ed. by J.K. Sundaray, R.K. Mohanty, M. Sukham & S.K. Otta), pp. 69–86. Narendra Publishing House, New Delhi.

- Diniz N.M. & Honorato C.A. (2012) Algumas alternativas para diminuir os efeitos do estresse em peixes de cultivo - revisão. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR* **15**, 149–154.
- Furuya W.M., Souza S.R., Furuya V.R.B., Hayashi C. & Ribeiro R.P. (1998) Dietas peletizada e extrusada para machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), na fase de terminação. *Ciência Rural* **28**, 483–487.
- Fabregat T.E.H.P., Fernandes J.B.K., Timpone I.T., Rodrigues L.A. & Portella M.C. (2008) Utilização de água salinizada e náuplios de *Artemia* durante a larvicultura do acará bandeira *Pterophyllum scalare*. In: *AquaCiência: Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura II*, (ed. by J.E. CYRINO, J.D. SCORVO-FILHO, L.A. SAMPAIO & R.O. CAVALLI), pp. 105–110. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Jaboticabal.
- Fabregat T.E.H.P., Damian J., Fialho N.S., Costa D., Broggi J.A., Pereira R.G. & Takata R. (2015) Toxicidade aguda ao sal comum e larvicultura intensiva do jundiá *Rhamdia quelen* em água salobra', *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* **67**, 547–554.
- Gonçalves Júnior L.P., Pereira S.L., Matielo M.D. & Mendonça P.P. (2013) Efeito da densidade de estocagem no desenvolvimento inicial do acará bandeira (*Pterophyllum scalare*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* **65**, 1176–1182.
- Gonçalves Junior L.P., Mendonça P.P., Pereira S.L., Matielo M.D. & Amorim I.R.S. (2014) Densidade de estocagem durante a larvicultura do kinguio. *Boletim do Instituto de Pesca* **40**, 597–604.
- Holliday F.G.T. (1969) The Effects of Salinity on the Eggs and Larvae of Teleosts. In: *Fish Physiology: Excretion, Ionic Regulation, and Metabolism*, vol. 1 (ed. by W.S. Hoar & D.J. Randall), pp. 293–311. Academic Press Inc., New York.

- Handy R.D. (1989) The ionic composition of rainbow trout body mucus. *Comparative Biochemistry and Physiology -- Part A: Physiology* **93**, 571–575.
- Hayashi C., Meurer F., Boscolo W.R., Lacerda C.H.F. & Kavata L.C.B. (2004) Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). *Revista Brasileira de Zootecnia* **33**, 21–26.
- Jomori R.K., Luz R.K., Takata R., Fabregat T.E.H.P. & Portella M.C. (2013) Água levemente salinizada aumenta a eficiência da larvicultura de peixes neotropicais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **48**, 809–815.
- Kestemont P. & Stalmans J.M. (1992) Initial feeding of European minnow larvae, *Phoxinus phoxinus* L. 1. Influence of diet and feeding level. *Aquaculture* **104**, 327–340.
- Kerdchuen N. & Legendre M. (1994) Larval rearing of an African catfish, *Heterobranchus longifilis*, (Teleostei, Clariidae): a comparison between natural and artificial diet. *Aquatic Living Resources* **7**, 247–253.
- Kullander S.O. (2003) Family Cichlidae (Cichlids). In: *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*, (ed. by R.E. Reis, S.O. Kullander & C.J.J. Ferraris), pp. 605–654. EDIPUCRS, Porto Alegre.
- Kubitza F. (2004) Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. *Panorama da Aquicultura* **14**, 27–37.
- (2007) A versatilidade do sal na piscicultura. *Panorama da Aquicultura* **17**, 14–23.
- Kasiri M., Farahi A. & Sudagar M. (2011) Effects of Feeding Frequency on Growth Performance and Survival Rate of Angel Fish, *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae). *Veterinary Research Forum* **2**, 97–102.
- Le Cren E.D. (1951) The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *The Journal of Animal Ecology* **20**, 201–219.

- Liu F.G. & Liao I.C. (1999) Effect of Feeding Regimen on the Food Consumption, Growth, and Body Composition in Hybrid Striped Bass *Morone saxatilis* x *M. chrysops*. *Fisheries Science* **65**, 513–519.
- Lee S.M., Hwang U.G. & Cho S.H. (2000) Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). *Aquaculture* **187**, 399–409.
- Luz R.K. & Portella M.C. (2002) Larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*) em água doce e água salinizada. *Revista Brasileira de Zootecnia* **31**, 829–834.
- (2005) Freqüência alimentar na larvicultura do trairão (*Hoplias lacerdae*). *Revista Brasileira de Zootecnia* **34**, 1442–1448.
- Luz R.K. & Santos J.C.E. (2008) Densidade de estocagem e salinidade da água na larvicultura do pacamã. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **43**, 903–909.
- (2010) Effect of salt addition and feeding frequency on cascudo preto *Rhinelepis aspera* (Pisces: Loricariidae) larviculture. *Journal of Applied Ichthyology* **26**, 453–455.
- Mazeaud M.M., Mazeaud F. & Donaldson E.M. (1977) Primary and Secondary Effects of Stress in Fish: Some New Data with a General Review. *Transactions of the American Fisheries Society* **106**, 201–212.
- Mora C.J., Urueña F.R., Landines M.Á. & Sanabria A.I. (2007) Cíclidos. In: *Producción de peces ornamentales en Colombia*, (ed. by M.A.L. Parra, A.I.S. Ochoa & P.V. Daza), pp. 63–88. Produmedios, Bogotá.
- Miller S.M. & Mitchell M.A. (2009) Ornamental fish. In: *Manual of Exotic Pet Practice*, (ed. by M.A. Mitchell & T.N. Tully Jr), pp. 39–72. Saunders Elsevier, St. Louis, Missouri.
- Monticini, P. (2010) *The Ornamental Fish Trade - Production and Commerce of Ornamental Fish: technical-managerial and legislative aspects*, GLOBEFISH Research Programme, vol. 102, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

- Montajami S., Vajargah M.F., Hajiahmadyan M., Zarandeh A.S.H., Mirzaie F.S. & Hosseini S.A. (2012) Assessment of the Effects of Feeding Frequency on Growth Performance and Survival Rate of Texas Cichlid Larvae (*Herichthys cyanoguttatus*). *Journal of Fisheries International* **7**, 51–54.
- Pickering A.D. & Pottinger T.G. (1995) Biochemical effects of stress. In: *Biochemistry and molecular biology of fishes*, vol. 5, (ed. by P.W. Hochachka & T.P. Mommsen), pp. 349–379. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Portella M.C., Verani J.R. & Cestarolli M.A. (2000) Use of live and artificial diets enriched with several fatty acid sources to feed *Prochilodus scrofa* larvae and fingerlings. 1. Effects on survival and growth. *Journal of Aquaculture in the Tropics* **15**, 45–58.
- Rosemary H. & Lowe-McConnell F.L.S. (1969) The cichlid fishes of Guyana, South America, with notes on their ecology and breeding behavior. *Zoological Journal of the Linnean Society* **48**, 255–302.
- Rabe J. & Brown J.A. (2000) A pulse feeding strategy for rearing larval fish: An experiment with yellowtail flounder. *Aquaculture* **191**, 289–302.
- Rocha M., Ribeiro E.L., Mizubuti I.Y., Silva L.D.F., Borosky J.C. & Rubin K.C. (2005) Uso do fator de condição alométrico e de fulton na comparação de carpa (*Cyprinus carpio*), considerando os sexos e idade. *Semina: Ciências Agrárias* **26**, 429–434.
- Ribeiro F.D.A.S., Carvalho Júnior J.R., Fernandes J.B.K. & Nakayama L. (2009) Cadeia Produtiva Do Peixe Ornamental. *Panorama da Aquicultura* **19**, 36–45.
- Reynalte-Tataje D.A., Baldisserotto B. & Zaniboni-Filho E. (2015) The effect of water pH on the incubation and larviculture of curimatá *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837) (Characiformes: Prochilodontidae). *Neotropical Ichthyology* **13**, 179–186.
- Shulman G.E. & Malcolm Love R. (1999) Adaptations of Fish. In: *Advances in Marine Biology*, vol. 36, (ed. by G.E. Shulman & R. Malcolm Love), pp. 7–58. Academic Press,

San Diego.

- Sampaio L.A. & Bianchini A. (2002) Salinity effects on osmoregulation and growth of the euryaline flounder *Paralichthys orbignianus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **269**, 187–196.
- Silva F.A.S. & Azevedo C.A.V. (2002) Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* **4**, 71–78.
- Thomassen J.M. & Fjæra S.O. (1996) Studies of feeding frequency for atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquacultural Engineering* **15**, 149–157.
- Tavares-dias M., Araújo C.S.O., Gomes A.L.S.I. & Andrade S.M.S. (2010) Relação peso-comprimento e fator de condição relativo (Kn) do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz , 1822 (Arapaimidae) em cultivo semi-intensivo no estado do Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecias* **12**, 59–65.
- Tacchi L., Lowrey L., Musharrafieh R., Crossey K., Larragoite E.T. & Salinas I. (2015) Effects of transportation stress and addition of salt to transport water on the skin mucosal homeostasis of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, **435**, 120–127.
- Van Stappen G. (1996) *Artemia*. In: *Manual on the production and use of live food for aquaculture*, (ed. by P. Lavens & P. Sorgeloos), pp. 79–106. FAO Fisheries Technical Paper, Rome.
- Vazzoler E.A.M. (1996) *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*, Editora EDUEM, Maringá.
- Vidal Jr, M.V. (2002) As Boas Perspectivas Para a Piscicultura Ornamental. *Panorama da Aqüicultura* **12**, 41–45.
- Veras G.C., Brabo M.F., Dias J.A., Abe H.A., Nunes Z.M.P. & Murgas L.D.S. (2016) The effect of photoperiod and feeding frequency on larval of the Amazonian ornamental fish *Pyrrhulina brevis* (Steindachner, 1876). *Aquaculture Research* **47**, 797–803.

- Wieser W. (1995) Energetics of fish larvae, the smallest vertebrates. *Acta physiologica Scandinavica* **154**, 279–290.
- Weingartner M. & Zaniboni Filho E. (2004) Efeito de fatores abióticos na larvicultura de pintado amarelo *Pimelodus maculatus* (Lacépède , 1803): salinidade e cor de tanque. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* **26**, 151–157.
- Xie F., Ai Q., Mai K., Xu W. & Ma H. (2011) The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson) larvae. *Aquaculture* **311**, 162–167.
- Zeytin S., Schulz C. & Ueberschär B. (2016) Diurnal patterns of tryptic enzyme activity under different feeding regimes in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) larvae. *Aquaculture* **457**, 85–90.