



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS  
AQUÁTICOS TROPICAIS - PPG AqRAT

RYULLER GAMA ABREU REIS

**LARVICULTURA DO ACARI PÃO L333 *Hypancistrus* sp. (SILURIFORMES,  
LORICARIIDAE): MANEJO ALIMENTAR E DENSIDADE DE ESTOCAGEM**

**BELÉM - PA**

**2020**

RYULLER GAMA ABREU REIS

**LARVICULTURA DO ACARI PÃO L333 *Hypancistrus* sp. (SILURIFORMES, LORICARIIDAE): MANEJO ALIMENTAR E DENSIDADE DE ESTOCAGEM**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRAT) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

Área de concentração:  
Aquicultura e Recursos aquáticos Tropicais

Professor orientador: Dr. Rodrigo Takata

Coorientador: Dr. Rodrigo Yudi Fujimoto  
Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo

**BELÉM / PA  
2020**

R3751 Reis, Ryuller Gama Abreu  
LARVICULTURA DO ACARI PÃO L333 *Hypancistrus* sp. (SILURIFORMES, LORICARIIDAE):  
MANEJO ALIMENTAR E DENSIDADE DE ESTOCAGEM / Ryuller Gama Abreu Reis, Rodrigo  
Takata. - 2020.  
71 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Aquicultura e Recursos Aquáticos  
Tropicais (PPGARAT), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia,  
Belém, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Rodrig0 Takata

Coorientador: Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo.

---

I. Peixe ornamental; Alimento vivo; Náuplios de *Artemia*; Densidade de estocagem; Transição  
alimentar. . I. Takata, Rodrig0, *orient.* II. Título

CDD 639.31

**RYULLER GAMA ABREU REIS**

**LARVICULTURA DO ACARI PÃO L333 *Hypancistrus* sp. (SILURIFORMES, LORICARIIDAE): MANEJO ALIMENTAR E DENSIDADE DE ESTOCAGEM**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRAT) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

Professor orientador: Dr. Rodrigo Takata

**BANCA EXAMINADORA**

Dedico esta dissertação a meus pais, Mara Reis e Reginaldo Reis. Vocês são a base da minha vida.

Ao meu avô Matias Reis e avó Maria abreu por todo ensinamento e amor que me deram (em memória).

Ao meu irmão, você é a minha base.

A toda a minha família e amigos que me apoiaram ao longo dessa caminhada.

Aos peixes ornamentais que me fizeram amar ainda mais minha profissão.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus tudo que alcancei até aqui, por ter me colocado em uma família estruturada onde sempre tive apoio para seguir em frente e lutar pelos meus objetivos, por ter feito eu nascer Engenheiro de Pesca, profissão que honro e visto a camisa todos os dias.

Mãe e pai só posso agradecer por tudo que fizeram e fazem por mim todos os dias, sem vocês tudo seria mais difícil, Nunca irei esquecer quando criança vocês me levavam para a praça e em lojas de aquários para comprar peixes, vocês são grandes responsáveis por eu está chegando aqui, amo vocês!

Meu irmão, apesar das brigas eu tenho um amor por ti, sabe que pode contar comigo para o que for preciso.

Meu avô Matias nunca imaginei que você fosse ser uma das pessoas que mais me incentivou desde muito novo, obrigado pelos ensinamentos, quando me contava suas histórias hoje inesquecíveis, minha vó Marcina obrigado por colocar no balde os camarões que vinham vivos do ver-o-peso para eu colocar no aquário.

Minha família, obrigado por sempre me apoiar em tudo que eu fiz até hoje. Tio Heron, obrigado por tudo que você fez por mim, pessoas como você são raras em nossas vidas. Minha vó Maria, obrigado por todo ensinamento e sabedoria que me passou, essa jamais apagada. Meus tios, Meire, Leia (obrigado por todos os sorrisos de domingo), Roberto, Naum, Leila, Nazaré, Abreu, Socorro, Macedo, Babá, Natan, etc. obrigado por todo carinho que sempre tiveram por mim. Meus primos, Keyla e família, fica minha admiração por toda a conquista de vocês e pelo carinho com a minha família, Raissa, Rodrigo, Raiane, Priscila, Pepê, Pati, meus primos de Muaná, agradeço por tudo, amo vocês.

A minha vó Maria, uma das pessoas que mais se preocupou comigo quando decidir morar longe, você me faz muita falta, nunca irei esquecer seu jeito “expora” de ser, te amo, um dia irei te encontrar!

Aos meus amigos que mesmo de longe estão sempre me dando maior apoio e me chamando atenção para ser uma pessoa e profissional melhor, Rudã, Debora, Fabricio, Natal, Val, obrigado pelos ensinamentos e puxões de orelha.

Não poderia deixar de agradecer os amigos (irmãos de mães diferentes), Mateus, Kewin, Savio, Fabio, Leõn, Lauro, Kaue, Gabriel, Jean, Neto, Rodrigo, Raquel, Isis, Dayse, Fabi, Preto, Chico, Carlão, Leonam, Jéssica, Rafael, Aline, Thayane, Alex.

Ilana (Mozão), minha namorada, amiga, companheira, obrigado por está ao meu lado buscando me incentivar sempre, você é uma pessoa muito especial, espero poder contar com você por muitos anos, te amo.

Higabe, você é um irmão que a academia me deu, só tenho a te agradecer por ter sempre me incentivado a continuar, por ter sempre acreditado em mim, você é um cara que vai se dá bem para onde fores, tem um coração gigante, tamo junto pra o que for preciso.

Agradeço a Universidade Federal Rural da Amazônia, ao programa de Pós Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRAT, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa e o Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia (**Procad Amazônia**) processo 88887.200588/2018-00.

Agradeço a empresa Arapaima Brazil pelo suporte para desenvolvimento do estudo, vocês fizeram o que todas empresas privadas deveria fazer, trabalhar junto com a ciência brasileira.

Ao amigo Janne um grande conhecedor dos cascudos, um dos caras que mais admirei nesse mundo dos peixes e tive o prazer de trabalhar junto, agradeço a confiança e que logo mais a gente possa está juntos novamente, você é um ícono dos cascudos.

Aos meu orientadores Dr. Rodrigo Takata, Rodrigo Fujimoto e Nuno Felipe, pelo apoio, confiança e pela oportunidade de prosseguir trabalhando naquilo que amo.

Dedico a todos os peixes ornamentais, seres de alma pura que flutuam e trazem a felicidades para muitas famílias, obrigado por me trazerem até aqui dentro da graduação, esses fizeram aumentar ainda mais o amor pelo o que faço e por engenheiro de pesca.

*“Plante seu jardim e decore sua alma, ao invés de esperar que alguém lhe traga flores. E você aprende que realmente pode suportar, que realmente é forte, e que pode ir muito mais longe depois de pensar que não se pode mais. E que realmente a vida tem valor e que você tem valor diante da vida!”*

*William Shakespeare*

## RESUMO

O Acari pão L333 (*Hypancistrus sp.*) é uma espécie amazônica, endêmica do rio Xingu, com importante potencial para a piscicultura ornamental, pois apresenta cores exuberantes além de um valor econômico atrativo no mercado de organismos aquáticos ornamentais. Entretanto, há poucas informações científicas sobre as condições ideais de criação para a espécie, desde reprodução, larvicultura, alimentação e nutrição. Neste contexto, um dos grandes entraves da produção em cativeiro de organismos aquáticos ornamentais é a falta de conhecimento sobre a exigência e manejo alimentar das espécies produzidas. O presente estudo teve como objetivo avaliar alguns manejos na larvicultura intensiva do Acari pão L333, mais especificamente determinar a quantidade de alimento vivo, a densidade de estocagem o tempo para a transição alimentar do alimento vivo para a dieta formulada. O primeiro estudo foi dividido em dois experimentos onde objetivou-se avaliar quatro concentrações de presas iniciais (T<sub>100</sub> -100, T<sub>200</sub> - 200, T<sub>300</sub> – 300 e T<sub>400</sub> - 400 náuplios/larva/dia), sendo que a cada seis dias de experimento essas quantidades de náuplios de *Artemia* foram dobradas. O segundo experimento foi realizado para determinar a densidade de estocagem (1, 5, 10, 15 larvas/L) ideal para a espécie. No segundo estudo foi avaliado o melhor período de transição alimentar do alimento vivo (náuplios de *Artemia*) para a dieta formulada, em que foram testados a substituição após 5, 10, 15 e 20 dias de fornecimento do alimento vivo. Ainda, foram acrescentados mais dois tratamentos, em que as larvas receberam o alimento vivo e a dieta formulada durante todo o período experimental. Os resultados mostraram que para a larvicultura da espécie é recomendada a concentração inicial de 400 náuplios de artêmia/larva/dia e a densidade de estocagem de 5 larvas/litro. O melhor período para a transição alimentar foi após cinco dias de fornecimento do alimento vivo; no entanto, os resultados de sobrevivência com o uso exclusivo da dieta formulada emerge como uma grande possibilidade de estudos futuros sobre o tema.

**Palavras-chave:** Peixe ornamental; Alimento vivo; Náuplios de *Artemia*; Densidade de estocagem; Transição alimentar.

## ABSTRACT

Acari Pão L333 (*Hypancistrus* sp.) is an Amazonian species, endemic from the Xingu River, with an important potential for ornamental aquaculture, because its colors and the high value in the market of ornamental aquatic organisms. However, there is little scientific information about the ideal breeding conditions for the species, such as reproduction, larviculture, feed management and nutrition. In this context, one of the major gaps to the captive production of ornamental aquatic organisms is the lack of knowledge about the requirements and food management of the species. The present study aimed to evaluate some managements in the intensive larviculture of Acari pão L333, more specifically to determine the amount of live food (*Artemia* nauplii), the stocking density and the time for the food transition from live food to the formulated diet (weaning). The first study was divided into two experiments, where the objective were to evaluate four initial prey concentrations (T100 -100, T200 - 200, T300 - 300 and T400 - 400 nauplii/ larvae/day), with amount of prey doubling every six days of the experiment. The second experiment was carried out to determine the ideal stocking density (1, 5, 10, 15 larvae/L) for the species. In the second study, the best time for the weaning was evaluated, in which the substitution was tested after 5, 10, 15 and 20 days of live food supplied. In addition, two treatments were added, in which the larvae received the live food and the formulated diet throughout the experimental period. The results showed that for the larviculture of the species the initial prey concentration of 400 artemia nauplii /larvae/day and the stocking density of 5 larvae/L are recommended. The best period for the weaning was after five days of live food supplied; however, the results of survival with the exclusive use of the formulated diet emerges as a great possibility for future studies on the topic.

**Keywords:** Ornamental fish species; Live food; *Artemia* nauplii; Stocking density; Weaning.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

**Figura 1.** Exemplar de Acari pão L333 *Hypancistrus* sp..... 22

### CAPÍTULO II

**Figura 1.** Peso e comprimento total de *Hypancistrus* sp. alimentadas com diferentes concentrações de presas vivas..... 35

**Figura 2.** Peso e comprimento total de larvas de *Hypancistrus* sp. em diferentes densidades de estocagem..... 37

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

**Tabela 1.** As estratégias de alimentação oferecidas a larvas de *Hypancistrus* sp. durante 30 dias..... 33

**Tabela 2.** Peso e comprimento total de larvas de *Hypancistrus* sp. alimentadas com diferentes concentrações crescentes de presas vivas..... 36

**Tabela 3.** Parâmetros de qualidade da água (média  $\pm$  desvio padrão) durante a larvicultura do *Hypancistrus* sp. em diferentes densidades de estocagem..... 38

**Tabela 4.** Parâmetros de desempenho e sobrevivência (média  $\pm$  desvio padrão) de larvas de *Hypancistrus* sp. criadas em diferentes densidades de estocagem..... 39

### CAPÍTULO III

**Tabela 1.** Parâmetros de desempenho e sobrevivência (média  $\pm$  desvio padrão) de larvas de *Hypancistrus* sp. em diferentes períodos de transição alimentar..... 58

# SUMÁRIO

<b>CAPITULO I - INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 – REFERÊNCIAL TEÓRICO</b> .....	17
2.1 – PANORAMA DO MERCADO DE PEIXES ORNAMENTAIS .....	17
2.2 – A BACIA DO RIO XINGU - PARÁ.....	18
2.3 – A PESCA ORNAMENTAL DE LORICARIIDAE NO RIO XINGU – PARÁ 18	
2.4 – FAMÍLIA DOS LORICARÍDEOS E ESPÉCIE DO ESTUDO.....	19
2.5 – A REPRODUÇÃO DE PEIXES ORNAMENTAIS EM CATIVEIRO.....	22
2.6 – LARVICULTURA .....	24
<b>3 – OBJETIVOS</b> .....	26
3.1 – OBJETIVO GERAL .....	26
3.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	26
<b>4 - CAPÍTULO II CONCENTRAÇÃO DE PRESAS E DENSIDADE DE ESTOCAGEM DO <i>HYPANCISTRUS</i> sp.</b> .....	27
<b>Título do artigo:</b> Concentração de presas e densidade de estocagem na larvicultura do Peixe Ornamental Amazônico Acari Pão L333 <i>Hypancistrus</i> SP. (Siluriformes: Loricariidae). .....	27
<b>5 - CAPÍTULO III MANEJO ALIMENTAR NA LARVICULTURA DO ACARI PÃO L333 <i>Hypancistrus</i> sp. (SILURIFORMES: LORICARIDAE) PEIXE ORNAMENTAL ENDÊMICO DO RIO XINGU</b> .....	49
<b>Título do artigo:</b> Manejo alimentar na larvicultura do Acari Pão L333 <i>Hypancistrus</i> sp. (siluriformes: loricaridae) peixe ornamental endêmico do rio xingu .....	49
<b>6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	66
<b>7 – REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	67

## 1 – CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

O mercado de peixes ornamentais é um importante ramo na aquicultura mundial e os grandes centros dos países industrializados são os maiores consumidores deste produto (RIBEIRO, 2010). Segundo Ribeiro & Fernandes (2008), de 2002 até 2006 as exportações mundiais de peixes ornamentais cresceram em média 11,6% ao ano, gerando um lucro de mais de USD 277,0 milhões em 2006. Desde então o mercado de organismos aquáticos ornamentais vem se desenvolvendo e adquirindo mais seguidores nas últimas décadas (RIBEIRO, 2010).

No continente Sul-Americano, os maiores países exportadores de peixes ornamentais provenientes do extrativismo são Colômbia (46%), Peru (30%) e Brasil (23%) (PRANG, 2007). Traffic (2006) apontou que aproximadamente 100 milhões de exemplares de peixes, pertencentes a 400 espécies são capturados em águas doce da América do Sul e são comercializados para diversos países do mundo durante todo o ano.

Embora não se tenha informação do número preciso de espécies capturadas, o mercado de peixes ornamentais amazônicos brasileiros é considerado um dos mais diversos, quando comparado a outros grandes países exportadores que também fazem parte da região Amazônica, como a Colômbia e o Peru (MOREAU; COOMES, 2007).

No Brasil, as exportações no ano de 2007 rederam US\$ 5.051.895,00, levando para a 18º lugar no ranking mundial de exportação. Os estados do Amazonas e Pará exportaram mais de 95% da produção nacional, sendo o restante das exportações peixes de água doce do Pantanal e peixes marinhos (RIBEIRO et al., 2008). O Pará é o maior exportador de peixes ornamentais brasileiro, contribuindo com 58,20% das exportações no ano de 2017 (SECEX, 2018).

O Estado é o maior exportador de espécies de peixes ornamentais pertencentes à família Loricariidae, popularmente chamados de “acaris ou cascudos”. Desde a década de 80, houve um aumento na popularidade e nos valores de mercado desses peixes na atividade de aquarofilia, a partir do momento em que os primeiros exemplares capturados nos rios Xingu e Tapajós foram oferecidos em lojas do Estados Unidos da América (SEIDEL, 1996; PRANG, 2007).

A pesca ornamental na bacia do rio Xingu é uma atividade de grande importância econômica e social para as comunidades pesqueiras locais (ISSAC et al., 2015). Porém, a construção do Complexo Hidrelétrico de Belo Monte (BMHC) poderá causar mudanças significativas no habitat aquático, como a velocidade da água, que em situação mais lenta

resultará no aumento da sedimentação, transformando a heterogeneidade do substrato rochoso característico desta região em uma forma homogênea de fundo lamacento, rico em matéria orgânica. Alterações na profundidade e clareza da água irão alterar a penetração de luz, causando impacto na disponibilidade de recursos bentônicos (Lees et al., 2016) e risco de extinção de espécies endêmicas do Xingu.

Nesse sentido, soluções devem ser tomadas para a preservação das espécies que ali habitam, sendo necessário maiores investimentos em pesquisas científicas. A escassez de informações sobre a larvicultura dos peixes ornamentais amazônicos leva produtores a tentativas frustradas de produção de juvenis em quantidade e qualidade. Essas pesquisas científicas poderiam auxiliar na manutenção das espécies em cativeiro, diminuição da pesca extrativista e no desenvolvimento de um pacote tecnológico de cultivo, proporcionando formas alternativas de geração de renda.

A criação dessas espécies em cativeiro trará maior competitividade para o país, tendo uma quantidade definida de peixe ao longo do ano e proporcionando alternativas para comercialização de espécies nativas. Para aumentar o mercado dessas espécies é necessário o desenvolvimento de dietas e manejos que atendam às exigências nutricionais dos peixes, qualidade de água, reprodução em cativeiro e larvicultura, seguido de um plano de melhoramento genético (Chen et al. 1993; Zuanon et al. 2011; CALADO, 2006).

Nesse contexto, a larvicultura é a fase mais crítica de desenvolvimento, pois os peixes são sensíveis a variações nos parâmetros de água e manejos nutricionais (Jomori et al., 2008). A larvicultura tem por objetivo aumentar as taxas de sobrevivência e de crescimento a partir do oferecimento de condições ambientais adequadas, assim definindo uma estratégia alimentar para se obter larvas e juvenis de qualidade. (BASILE-MARTINS, 1978; SENHORINI, 1998).

Com todos os fatores citados, trabalhos com Loricariidae são poucos desenvolvidos. O acari pão L333 (*Hypancistrus* sp.) é um acari endêmico da bacia do rio Xingu (CHAMON, 2007) e apresenta grande potencial para a piscicultura ornamental, por possuir bons valores no mercado de peixes ornamentais. Ainda não existem informações sobre o manejo da espécie em cativeiro, principalmente na fase de larvicultura que é considerada o grande gargalo da produção. Essas informações ajudariam em sua conservação e manutenção, diminuindo a pressão sobre a pesca extrativista e sobre os impactos causados pela Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

## **2 – REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### **2.1 – PANORAMA DO MERCADO DE PEIXES ORNAMENTAIS**

Dentre as vertentes da aquicultura, a criação de peixes ornamentais vem adquirindo status elevado no comércio aquícola, principalmente no mercado externo. O comércio de organismos aquáticos ornamentais vem se desenvolvendo e adquirindo mais seguidores nas últimas décadas (RIBEIRO, 2010).

Os Estados Unidos é atualmente o maior importador de peixes ornamentais e já tem o aquarismo como segundo hobby mais popular do país, movimentando um capital de mais de 1 bilhão de dólares por ano, impulsionados por mais de 20 milhões de hobbystas (CARDOSO, 2009; KIM, 2015). Segundo Cardoso (2009), em exportações esta atividade gera um capital de três bilhões de dólares anuais de organismos aquáticos marinhos e de águas continentais; e a indústria de peça e acessórios movimenta mais de 15 bilhões de dólares.

Dentre os 10 principais exportadores, sete correspondem a países em desenvolvimento (RIBEIRO & FERNANDES, 2008). Neste contexto, Singapura lidera o ranking em exportações de peixes ornamentais gerando um capital de mais de 61,4 milhões de dólares anuais, além disso é o país com melhor tecnologia e competitividade dentro do mercado de peixes ornamentais, seguido da Espanha e República Tcheca (CARDOSO, 2009), em 10 anos a China poderá representar o maior percentual do mercado de peixes, acessórios, medicamentos e serviços ligados a aquariofilia (KIM, 2015).

Aproximadamente 90 a 95% dos peixes ornamentais comercializados no mundo procedem de criação em cativeiro, ao passo que o restante corresponde às capturas na natureza (DAWES, 2001). Nesse contexto o Brasil também é um grande fornecedor mundial de peixes ornamentais nativos, sendo quase todas as espécies capturadas em rios da Bacia Amazônica (CHAO et al., 2001; CAMARGO & MENDONÇA, 2010).

Somente no ano de 2013 o Brasil exportou cerca de US\$ 10,5 milhões de dólares em peixes ornamentais, sendo o estado do Pará responsável por mais de US\$ 8,2 milhões (APEX-BRASIL, 2014). O estado do Pará é atualmente o maior exportador de peixes ornamentais brasileiro, contribuindo com 58,20% das exportações no ano de 2017, gerando US\$ 3.493.880 em vendas (SECEX, 2018).

O mercado de peixes ornamentais passou a ser mais popular após a década de 80 quando alguns exemplares capturados no rio Xingu passaram a ser vendido em lojas de aquarismo no Estados Unidos da América (SEIDEL, 1996; PRANG, 2007). A partir desse momento, o rio Xingu se tornou um dos principais rios brasileiro para capturas desses organismos.

## 2.2 – A BACIA DO RIO XINGU - PARÁ

A bacia do rio Xingu possui mais de 520.000 Km<sup>2</sup>, seus limites estão a oeste da bacia hidrográfica do Tapajós, leste pela bacia hidrográfica dos rios Araguaia e Tocantins e a sudoeste pela bacia do rio Paraguai (ISAAC, 2008; ELETROBRÁS, 2009). O rio Xingu é classificado como um rio de água clara, apresentando tonalidade esverdeada com elevada transparência (BARTHEN & FABRÉ, 2004).

Com aproximadamente 2.000 km de extensão, o rio Xingu possui suas principais nascentes na Serra do Roncador, localizada no estado do Mato Grosso (ELETROBRÁS, 2009; GHILIARDI-JÚNIOR; CAMARGO, 2009). Percorre boa parte do território do Estado do Pará, e deságua nas proximidades dos municípios de Porto de Moz e Gurupá (ELETROBRÁS, 2009; GONÇALVES, 2011).

Os ambientes aquáticos presentes no rio Xingu incluem cachoeiras de grande porte, pedras, praias e uma grande quantidade de pequenos igarapés (CARVALHOJÚNIOR et al., 2009; ELETROBRÁS, 2009). Esses ambientes aquáticos apresentam características hidrológicas peculiares, favorecendo evolutivamente a diversidade de espécies de peixes (IBAMA, 2008b).

## 2.3 – A PESCA ORNAMENTAL DE LORICARIIDAE NO RIO XINGU – PARÁ

Segundo Barthem (2001) a pesca ornamental teve início no rio Xingu no final da década de 1980, quando garimpeiros desempregados ou impedidos de realizar a garimpagem na região começaram a capturar peixes da família Loricariidae através de técnicas de mergulho. A captura era realizada com auxílio de compressor de ar, máscaras de mergulho e lanternas, permitindo que os garimpeiros capturassem em profundidades de até 15 metros (PY-DANIEL & ZUANON, 2005).

Conforme descrito por Barros (2016), com passar dos anos das primeiras capturas de espécies de loricarídeos no rio Xingu, várias técnicas, equipamentos e utensílios passaram a ser utilizadas e alguns foram adaptados a peculiaridades do ambiente. Isaac (2008) descreve que os pescadores utilizavam tarrafinhas para cercar os peixes, régua de madeira chamadas de vaquetas para retirar os peixes das fendas e potes plásticos com tampa pendurados na cintura para armazenar os peixes durante a pesca de mergulho.

A pesca de loricarídeos no rio Xingu é realizada com embarcações, canoas a remo, canoas rabetas e voadeiras. As canoas a remo variam de 3 a 8 metros e transportam até 8 pessoas. As canoas rabetas variam de 4 a 13 metros, possuem motores com potência de 3,5 a 13 Hp, movidos a gasolina ou gás butano (botijão de cozinha) e podem transportar até 5 toneladas. Já as voadeiras, são canoas feitas em alumínio, com comprimento de 3 a 12 metros e com motor de popa variando de 15 a 40 Hp (ELETROBRÁS, 2009). A captura desses loricarídeos é realizada por ribeirinhos denominados acarizeiros que exercem essa atividade individualmente ou em pequenos grupos (até 8 pessoas), geralmente com algum grau de parentesco e em diferentes faixas etárias (10 a 72 anos) (ISAAC, 2008; CAMARGO et al., 2012).

Na bacia do rio Xingu um total de 400 espécies de peixes podem apresentar características de interesse ao comércio de peixes ornamentais (CARVALHO-JÚNIOR, 2008). Porém, Eletrobrás (2009) menciona que existem pelo menos 105 espécies de peixes sendo comercializadas com fins ornamentais do rio Xingu. Dentre as 10 espécies mais comercializadas, oito são acaris e possuem maior interesse e alto valor comercial (ALVES et al., 2011; ISAAC et al., 2008).

O Estado do Pará é o principal exportador de espécies de peixes ornamentais pertencentes à família Loricariidae, popularmente chamados de “acaris, bodós ou cascudos” e mundialmente conhecidos pelos “códigos L”, “números L”, “L-numbers” e “Plecos”.

## 2.4 – FAMÍLIA DOS LORICARÍDEOS E ESPÉCIE DO ESTUDO

América do Sul detém a maior e mais variada fauna de peixes de água doce do planeta, somente no Brasil são encontradas mais de 2500 espécies; com inúmeras cores, tamanhos e formas que chamam atenção para o mercado ornamental do mundo todo e

que adquirem valores monetários significativos diante do mercado internacional (WEITZMAN & WEITZMAN, 2003).

Dentre as diversas famílias de peixes, os Loricariidae são comumente encontrados em ambientes dulcícolas, podendo ocorrer em águas ligeiramente salobras, possuem habitat em ambientes lóticos e lênticos (REIS et al., 2003), em fendas de rochas e troncos, areia, lama e tocas (BURGESS, 1999).

Dentre os Siluriformes ou “catfishes” a família Loricariidae é conhecida internacionalmente como “Plecos” ou “L número”, é considerada a segunda maior, e está entre as maiores famílias de peixes, com mais de 900 espécies, distribuídas em seis subfamílias: Ancistrinae, Hypoptopomatinae, Lithogeneinae, Loricariinae e Neoplecostominae (ARMBRUSTER, 2004). Os loricarídeos diferem dos outros membros da ordem Siluriformes por possuírem o corpo envolto por placas ósseas, como uma armadura, e possuem a boca modificada em forma de disco de sucção, por isso também são denominados “cascudos” (ARMBRUSTER, 2004, ARMBRUSTER & PAGE, 2006, LUJAN & ARMBRUSTER, 2012).

Destaque dentro da família se dá ao gênero *Hypancistrus* sp., distribuídos em drenagens da bacia Amazônica, podem ser facilmente reconhecidos dentro da família Loricariidae pela presença de dentes em maior número ao longo do pré-maxilar e no dentário, refletindo diretamente no seu hábito alimentar (ARMBRUSTER et al., 2007).

Segundo descrito por Armbruster et al., (2007) o gênero é recente e inclui seis espécies válidas, *Hypancistrus zebra*, que ocorre na bacia do rio Xingu, possuindo distribuição em Belo Monte, Volta Grande até a confluência dos rios Xingu e Iriri, no Estado do Pará (ISBRÜCKER; NIJSSEN, 1991); *H. contradens*, *H. debilittera*, *H. furunculus* e *H. lunaorum* que ocorrem no alto rio Orenoco, região Sul da Venezuela (ARMBRUSTER et al., 2007) e *H. inspector* que ocorre nas regiões do alto rio Orenoco e rio Negro (ARMBRUSTER, 2002).

O acari pão L333 *Hypancistrus* sp. possui bons valores no mercado internacional, os adultos da espécie podem chegar até 15 cm e custar US\$ 89,99 no mercado internacional (Live aquaria, 2019). É conhecido no mercado internacional de peixes ornamentais como “Yellow King Tiger Pleco”, possuem tamanhos médios de 150 milímetros, preferem alimentos como moluscos, mas camarão aparece como seu alimento principal (Figura 1).

O acari pão aparece entre as espécies de acarís com maior importância no rio Xingu (CAMARGO et al., 2011) e sua comercialização no mercado de peixes ornamentais é permitida pela Instrução Normativa Interministerial do MPA e MMA nº 01 de 3 de janeiro de 2012, que estabelece normas, critérios e padrões para a exploração de peixes nativos ou exóticos de águas continentais com finalidade ornamental.

Embora seja uma espécie muito capturada e comercializada no mercado de peixes ornamentais, o acari pão L333 *Hypancistrus* sp. possui um grande potencial para ser utilizado na aquicultura ornamental, assim diminuindo a pressão sobre os estoques selvagens e diminuindo o tráfico. No entanto, técnicas e práticas que englobam o pacote tecnológico para cultivo desses animais ainda não são dominados (ANATOLE et al., 2008).

Uma das saídas para minimizar a pressão sobre estoques naturais ocorre com o desenvolvimento de técnicas de reprodução em cativeiro (ANJOS E ANJOS, 2006). Assim, se faz necessário desenvolver um pacote tecnológico de criação para o acari pão L333 *Hypancistrus* sp. em cativeiro que comecem em manejos de reprodução em ambiente controlado, larvicultura, engorda, nutrição e por fim o melhoramento genético, fornecendo animais ao mercado com qualidade sanitária, além de diminuir a pressão sobre os estoques nativos.

**Figura 1** – Exemplar de Acari pão L333 *Hypancistrus* sp.



**Fonte:** Arquivo pessoal do autor.

## 2.5 – A REPRODUÇÃO DE PEIXES ORNAMENTAIS EM CATIVEIRO

A criação de peixes ornamentais vem ganhando destaque pelo mundo devido a possibilidade de utilização de pequenas áreas para o cultivo, menor custo de implantação, manutenção, menores intervalos entre ciclos de criação gerando maior controle sobre o cultivo, além de rentabilidade na produção (ZUANON, 2007).

O cultivo de peixes ornamentais apresenta características positivas quando comparada com a coleta extrativista, como adaptação dos peixes as condições de cativeiro, alimentação, comportamento, controle da produção e estabilidade de preços, minimizando o impacto a espécies ameaçadas de sobrepesca (TLUSTY, 2002). Segundo Zuanon (2007), é preciso o desenvolvimento de tecnologias de cultivo sustentáveis sob

os aspectos econômico, social e ambiental. Sob o aspecto econômico, é necessário o desenvolvimento de dietas que atendam às exigências nutricionais para as espécies de peixes ornamentais. Além disso, é essencial a formação de mão de obra especializada na assistência técnica aos produtores.

No Brasil, a criação de peixes ornamentais ainda carece de maior organização por meio da criação de cooperativas ou associações, desenvolvendo assim a cadeia ornamental e a margem de lucros da criação (ZUANON, 2007). Comparada ao potencial internacional, a produção nacional é pequena e destinada praticamente em sua totalidade para o mercado interno. O país tem dificuldade em desenvolver a atividade aquícola ornamental para de aumentar as exportações de peixes oriundos da aquicultura, e assim diminuindo a pressão sobre a pesca de espécies nativas (RIBEIRO, 2008).

Diversas espécies de peixes ornamentais amazônicas são reproduzidas em cativeiro pelo mundo, muito pouco é divulgado pelas pessoas que conseguiram realizar essa atividade. Tlusty (2002) comenta que as empresas empenham profissionais e capital para que sejam geradas essas informações, e no mercado de aquarismo, por questões comerciais, o conteúdo dessas informações não são disponibilizados.

Apesar da grande importância do comércio de peixes ornamentais para a região amazônica, as informações existentes sobre as espécies de loricarídeos de importância ornamental, capturados no rio Xingu, são escassas. Existem alguns estudos sobre acari zebra *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991, da família Loricariidae, endêmico do rio Xingu, na Amazônia (RAMOS et al., 2013, ROMAN, 2011, GONÇALVES, 2011). Enquanto que outros trabalhos na região focaram na assembleia de peixes do rio (CAMARGO et al., 2012, CAMARGO & GHILARDI - JÚNIOR, 2009, CAMARGO et al., 2004, CAMARGO et al., 2013, CARVALHO-JÚNIOR et al., 2009, GIARRIZZO et al., 2015, ZUANON, 1999).

O desenvolvimento de técnicas de reprodução e larvicultura em cativeiro do acari pão L333 *Hypancistrus* sp. é de suma importância, podendo servir de incentivo para a reprodução de novas espécie de Loricariidae para o mercado de peixe ornamentais. Essas técnicas desenvolvidas em projetos de pesquisa são fundamentais, pois podem fornecer informações que são empregadas na produção comercial, gerando empregos e conservando as espécies endêmicas ameaçadas (MERCY, 2006).

## 2.6 – LARVICULTURA

Segundo Zuanon et al. (2009), a larvicultura é uma fase importante no processo de criação, pois representa as primeiras fases de desenvolvimento dos animais, onde os peixes estão mais sensíveis às variações físico-químicas da água e aos manejos de alimentação. A larvicultura intensiva tem por objetivo incrementar as taxas de sobrevivência e de crescimento a partir do oferecimento de condições ambientais adequadas, entre elas a definição de uma estratégia alimentar que garanta a quantidade e a qualidade de larvas (BASILE-MARTINS, 1978; SENHORINI, 1998).

Na fase larval os peixes apresentam seu sistema digestório imaturo (PORTELLA & DABROWSKI, 2008) e não assimilam adequadamente os nutrientes das dietas formuladas secas nos primeiros dias de vida (PEDREIRA et al. 2008; DIEMER et al. 2012). O insucesso com a alimentação de larvas de peixes pode ser por vários fatores que variam desde a falta de estímulos visuais, densidade de estocagem até aceitabilidade do próprio alimento, como textura, cor, sabor, tamanho ou pelo tamanho da boca em relação ao alimento, no desenvolvimento do trato gastrointestinal os quais podem afetar a aceitabilidade, digestibilidade de nutrientes e taxa de alimentação incorreta (ÖNAL & LANGDON, 2000).

A taxa de alimentação possui grande importância dentro da produção, pois influencia no crescimento e na sobrevivência dos indivíduos. Além disso, possibilita o escalonamento da produção, assim aumentando a produtividade dos empreendimentos aquícolas (ZUANON et al., 2011; ABE et al., 2015). O conhecimento da quantidade de alimento é essencial, pois evita o desperdício, garantindo a qualidade de água e diminuição dos custos (ABE et al., 2016).

A densidade de estocagem é um importante fator para criação em cativeiro, a densidade ideal melhora os índices zootécnicos e aumenta a taxa de sobrevivência (GONÇALVES-JÚNIOR et al., 2014). O sucesso da criação está diretamente ligada com o número de animais viáveis em um menor espaço, uma baixa densidade pode causar desequilíbrio na uniformidade do lote, tornando indivíduos dominantes e agressivos, atrapalhando o desenvolvimento do restante do lote (ABE et al., 2016). Em contrapartida, uma alta densidade pode diminuir a qualidade da água com maior liberação de compostos nitrogenados, comprometendo a homeostase do animal.

O emprego de alimentos vivos se torna uma prática comum na larvicultura, apresentando vários benefícios, como a menor deterioração da água quando comparadas a rações, possui melhor distribuição na coluna de água, maior resistência à infestação bacteriana e manutenção das suas características por horas, o que não é possível se obter com alimentos preparados (LUZ, 2007). Contudo, quando se tem o emprego do alimento vivo há maior atratividade pelos peixes devido a movimentação desses organismos na coluna de água (TESSER & PORTELLA, 2006).

Alguns estudos econômicos referentes ao uso de náuplios de *Artemia* sp. mostraram que essa alimentação é um dos itens mais onerosos da produção (TAKATA, 2007). Portanto, o emprego de náuplios de *Artemia* sp. por um longo período pode criar barreiras econômicas significativas para uma produção comercial (HAMLIN & KLING, 2001). Devido a esse alto custo com náuplios de *Artemia* sp. são realizadas pesquisas para que larvas sejam capazes de aceitar uma dieta formulada, ajudando na redução do custo na produção (KOLKOVSKI et al., 1997). Estudos realizados por Tesser & Portella, 2006 e Soares et al. (2005), com larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e Kinguio (*Carassius auratus*), citaram que existe um aumento na ingestão da ração com a presença de náuplios de *Artemia* sp. no ambiente, em virtude dos estímulos químico e visual provenientes desses organismos vivos.

Assim, com o acompanhamento dessas fases em laboratório pode levar a maiores taxas de sobrevivência e melhora no seu desempenho das larvas, gerando juvenis de qualidade e em quantidade.

### 3 – OBJETIVOS

#### 3.1 – OBJETIVO GERAL

Avaliar alguns manejos na larvicultura intensiva do Acari pão L333, mais especificamente determinar a quantidade de alimento vivo, a densidade de estocagem o tempo para a transição alimentar do alimento vivo para a dieta formulada.

#### 3.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a quantidade adequada de presas vivas durante a larvicultura do Acari pão L333 *Hypancistrus* sp.;
- Testar os náuplios de *Artemia* como alimento inicial na larvicultura do Acari pão L333 *Hypancistrus* sp.;
- Determinar a melhor densidade de estocagem na larvicultura do Acari pão L333 *Hypancistrus* sp.;
- Determinar o melhor período de substituição do alimento vivo para a dieta formulada na larvicultura do Acari pão L333 *Hypancistrus* sp.

**4 - CAPITULO II CONCENTRAÇÃO DE PRESAS E DENSIDADE DE ESTOCAGEM NA LARVICULTURA DO *HYPANCISTRUS* sp.**

Artigo formatado nas normas da revista

AQUACULTURE

**Título do artigo:** Concentração de presas e densidade de estocagem na larvicultura do Peixe Ornamental Amazônico Acari Pão L333 *Hypancistrus* sp. (Siluriformes: Loricariidae).

**Normas de submissão no seguinte site:**

<https://www.journals.elsevier.com/aquaculture>

## Highlights

- Esse é o primeiro registro de um estudo científico sobre a larvicultura do Acari Pão *Hypancistrus* sp.
- Náuplios de *Artemia* podem ser utilizados com sucesso na alimentação inicial de larvas de *Hypancistrus* sp.
- A quantidade de náuplios de *Artemia* afeta o desempenho de larvas de *Hypancistrus* sp.
- A densidade de estocagem afeta o desempenho de larvas de *Hypancistrus* sp.
- A sobrevivência é influenciada pela quantidade de presas, mas não pela densidade de estocagem na larvicultura intensiva de *Hypancistrus* sp.

## Resumo

### Resumo

O pleco L333 (*Hypancistrus* sp.), é uma espécie amazônica e endêmica do rio Xingu, com potencial para piscicultura ornamental. No entanto, não há informações para criação em cativeiro. Manejos básicos na larvicultura intensiva, como densidades de estocagem e quantidades adequadas de alimento vivo são ainda desconhecidos. Portanto, este estudo avaliou o efeito do manejo em relação a concentrações de presas vivas (náuplios de *Artemia* sp.) e densidade de estocagem durante a larvicultura intensiva de Acari pão L333 (*Hypancistrus* sp.). O primeiro experimento avaliou quatro manejos de alimentação correspondentes às concentrações iniciais de presas vivas: T100 -100, T200 - 200, T300 - 300 e T400 - 400-( náuplios de *Artemia* sp. / larvas / dia com três repetições. A concentração de presas vivas foi duplicada a cada seis dias para adequar o crescimento das larvas. O segundo experimento determinou densidades de estocagem (01, 05, 10 e 15 larvas / litro). Ao final de 30 dias, para os dois experimentos, foram determinados o comprimento total (CT), Peso (P), ganho em peso (GP), ganho em comprimento (Gct), biomassa (B), ganho de biomassa (BG), taxa de crescimento específica (TCEct), taxa de desenvolvimento específico (TCEp), uniformidade de peso (UP), uniformidade de comprimento (UC), fator de condição relativo (Kr) e sobrevivência (S). O tratamento T400 promoveu maiores valores para CT, GB, LG, B, BG, TCEct, TCEp e UP. Para o segundo experimento, maiores densidades de estocagem promoveram maior concentração de amônia, menor crescimento das larvas e concentração de oxigênio dissolvido. Assim, em condições laboratoriais, recomenda-se o manejo alimentar de 400 náuplios de *Artemia* sp./larvas/dia e uma densidade de 5 larvas/litro para a larvicultura de *Hypancistrus* sp.

**Palavras-chave:** manejo alimentar, piscicultura, larvicultura intensiva, alimento vivo.

## Abstract

The pleco L333 (*Hypancistrus* sp.), is an amazon endemic species from Xingu river, it has potential as ornamental fish. However, there is no information for captivity rearing. Basic managements of intensive larviculture such as adequate feeding and stocking densities is unknown. Therefore, this study evaluated the effect of management of live prey concentrations (artemia nauplii sp.) and stocking density during the larviculture of Acari pão L333 (*Hypancistrus* sp.). The first experiment evaluated four feed managements corresponding to follow initial prey concentrations :T<sub>100</sub> -100, T<sub>200</sub> - 200, T<sub>300</sub> – 300 e T<sub>400</sub> – 400-artemia nauplii sp. / larvae / day with three replicates. The prey concentration was duplicated each six days to adequate the larvae growth. The second experiment determined different stocking densities (01, 05, 10 and 15 larvae/Liter) with three replicates. At the end of 30 days, for both experiments we determined the total length (TL), total Weight (TW), weight gain (WG), length gain (LG), biomass (B), biomass gain (BG), specific growth rate (SGR), specific development rate (SDR), uniformity for weight (UW), uniformity for length (UL), relative condition factor (Kr) and survival (S). The treatment T<sub>400</sub> promoted greater values for TL, WG, LG, B, BG, SGR, SDR and UW. For the second experiment, higher stocking densities promoted higher ammonia concentration, decreased larvae growth and dissolved oxygen concentration. The lowest stocking densities (1 and 5 larvae/L) showed best results of larvae growth. Thus, in laboratorial conditions., it recommended the feed management with initial 400 artemia nauplii sp. /larvae /day at stocking density of 5 larvae/L to rear *Hypancistrus* sp. larvae.

**Keywords:** feed management, fish farming, , intensive larviculture, live food.

## Introdução

A família Loricaridae é considerada a segunda maior da ordem siluriformes, com aproximadamente 900 espécies registradas. São peixes de hábitos bentônicos que possuem o corpo recoberto por placas ósseas, sendo encontrados em ambientes dulcícolas, habitando fendas de rochas e troncos (Casatti et al., 2005; Duarte et al., 2011). Dentre estes peixes, merece destaque o gênero *Hypancistrus*, com uma variedade de espécies que possui uma forte demanda pelo mercado ornamental nacional e internacional (Camargo et al., 2011; De Araújo et al., 2018; Ramos et al., 2015; Ramos et al., 2019).

O Acari pão ou L333 (*Hypancistrus* sp.) é uma espécie endêmica do Rio Xingu que pode alcançar até 15 cm e apresenta coloração em estrias pretas e brancas ou amarelas por todo corpo. Devido a estas características morfológicas e comportamentais a espécie pode atingir valores de até US\$ 89,99 no mercado internacional (Live aquaria, 2019). Contudo, até o momento não há relatos de sua criação em cativeiro, sendo que, todos os exemplares comercializados são oriundos do extrativismo. Dessa forma, a pesca extrativa do *Hypancistrus* sp. e a construção da barragem de Belo Monte podem ser fatores que colocarão em risco os estoques naturais da espécie (Cardoso et al., 2016).

Nesse contexto, se faz necessário o desenvolvimento de protocolos de criação inicial para possibilitar o escalonamento da produção, disponibilizando juvenis de qualidade sanitária para o mercado (Abe et al., 2019), uma vez que a larvicultura de peixes é considerada ponto crítico da produção (Santos e Luz, 2009; Abe et al., 2016).

Dentre os manejos de produção, a quantidade de presas vivas a serem oferecidas é de extrema importância, visando o melhor desempenho das larvas (Santos e Luz, 2009; Santos et al., 2012; Jomori et al., 2013; Santos et al., 2015), já que o manejo de alimentar pode corresponder até 60% dos custos de produção (Jomori et al., 2005; Kodama et al., 2011). Sendo assim, é essencial adequar o manejo alimentar das espécies durante o ciclo de produção, visando reduzir custos, promovendo a estabilização da água de cultivo (Abe et al., 2016) e evitando excesso de alimento que promove a piora na qualidade de água em relação a compostos nitrogenados (Santos e Luz, 2009; Santos et al., 2015; Abe et al., 2016).

Além da alimentação, a densidade de estocagem é outro fator importante para otimizar as estruturas de produção e tem sido estudada na larvicultura de várias espécies

de peixes (Luz e Zaniboni Filho, 2002; Santos et al., 2012; Luz e Portella, 2005; Cordeiro et al., 2016). Esse manejo está diretamente relacionado a utilização do espaço, sendo que esta pode variar de acordo com a espécie, estágios de desenvolvimento, hábitos alimentares e comportamentais (Abe et al., 2019; Couto et al., 2018). Assim, reduzidas densidades de estocagem podem subutilizar o espaço disponível; por outro lado, altas densidades podem ocasionar alterações comportamentais como a competição dentro do lote por território ou alimento, com conseqüente geração de hierarquia, dominância territorial (Abe et al., 2016) e até canibalismo (Luz e Zaniboni Filho, 2002; Cordeiro et al., 2015). Ainda, densidades inadequadas pode levar a uma piora na qualidade da água em relação aos compostos nitrogenados (Santos et al., 2012; Luz e Portella, 2005; Abe et al., 2016).

Nesse contexto, o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da concentração de presas vivas (náuplios de *Artemia* sp.) e densidade de estocagem durante a larvicultura intensiva do Acari pão L333 *Hypancistrus* sp..

## **Material e Métodos**

A Companhia Arapaima Brazil forneceu todos os peixes e o CEUA-fiperj (002/2019) permitiu todos os procedimentos experimentais. As larvas provêm da reprodução natural do Acari pão L333 *Hypancistrus* sp. Para cada experimento, quatro desovas foram utilizados para atingir um número adequado de larvas suficiente devido ao menor número de ovos / desova. Oito dias após o nascimento das larvas ( $14,3 \pm 0,08$  mm e peso  $40,0 \pm 10,0$  mg) foram colocados em tanques de polietileno (2L), distribuídos em experimentos randomizados.

## **Condições experimentais**

Os experimentos ocorreram em unidades experimentais com um litro de volume útil, em sistema semi-estático com troca diária de água (30%) realizada duas horas após a última alimentação. Fotoperíodo artificial (12 horas por dia) e aeração forçada foram utilizados nas unidades experimentais. O cisto de *Artemia* sp. eclodiu diariamente. Utilizou 30g de sal / litros com temperatura constante (28°C) e aeração forçada durante 24 horas. Em ambos os experimentos, os parâmetros de qualidade da água foram medidos diariamente com o auxílio do multiparâmetro Hanna® HI9829 para determinar pH,

condutividade elétrica ( $\mu\text{s} / \text{cm}$ ), oxigênio dissolvido ( $\text{mg} / \text{L}$ ), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e amônia total a cada três dias com multiparâmetros Hanna® HI83099.

### Experimento 1: Concentração de presas

O primeiro experimento ocorreu em delineamento inteiramente casualizado, com quatro estratégias de alimentação e três repetições (Tabela 1). A cada seis dias de experimentos, a quantidade de náuplios de *Artemia* sp. era reajustada para se adequar ao crescimento das larvas, de acordo com Santos et al. (2015). Cada unidade experimental recebeu dez larvas (total de 120 larvas), alimentadas quatro vezes ao dia (08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas) e com duração de 30 dias.

Tabela 1. As estratégias de alimentação oferecidas a larvas de *Hypancistrus* sp. durante 30 dias.

Tratamentos	Período de Alimentação				
	1-6 dias	7-12 dias	13-18 dias	19-24 dias	25-30 dias
Concentração de <i>Artemia</i> sp. (náuplios larvas <sup>-1</sup> dias <sup>-1</sup> )					
T100	100	200	300	400	500
T200	200	400	600	800	1000
T300	300	600	900	1200	1500
T400	400	800	1200	1600	2000

### Experimento 2: Densidade de estocagem

O segundo experimento também ocorreu em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (D1 = 1; D5 = 5; D10 = 10; e D15 = 15 larvas / litro) e três repetições. Durou 30 dias com a mesma frequência alimentar (08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas) e o melhor manejo alimentar obtido no primeiro experimento.

### Parâmetros de desempenho e sobrevivência

Ao final do experimento todas as larvas sobreviventes foram conduzidas a um processo biométrico para determinação do comprimento total final (CT) e peso (P). E com esses dados foram calculados o ganho em peso (GP = peso final – peso inicial),

ganho em comprimento total (GC = comprimento total final – comprimento total inicial) (Gonçalves-Junior et al., 2014), uniformidade do lote para comprimento total (Uct) e para peso (Up), sendo  $U = N / N1 \times 100$ ; (Furuya et al., 1998), as taxas de crescimento específico em peso (TCEp) e em comprimento, (TCEct) sendo  $TCEp = [(ln \text{ Peso final} - ln \text{ Peso inicial}) / \text{número de dias}] * 100$  e  $TCEct = [(ln \text{ Comprimento final} - ln \text{ Comprimento inicial}) / \text{número de dias}] * 100$ , fator de condição relativo Kr (kr = Peso observado / peso esperado) onde peso esperado é obtido a partir da regressão entre o peso e o comprimento (Le cren, 1951), biomassa, (B) =  $\sum$  do peso de cada unidade experimental, ganho em biomassa (GB) = biomassa final (g) - biomassa inicial (g) e sobrevivência =  $(N^\circ \text{ de individuo final} / N^\circ \text{ de individuo inicial}) * 100$ .

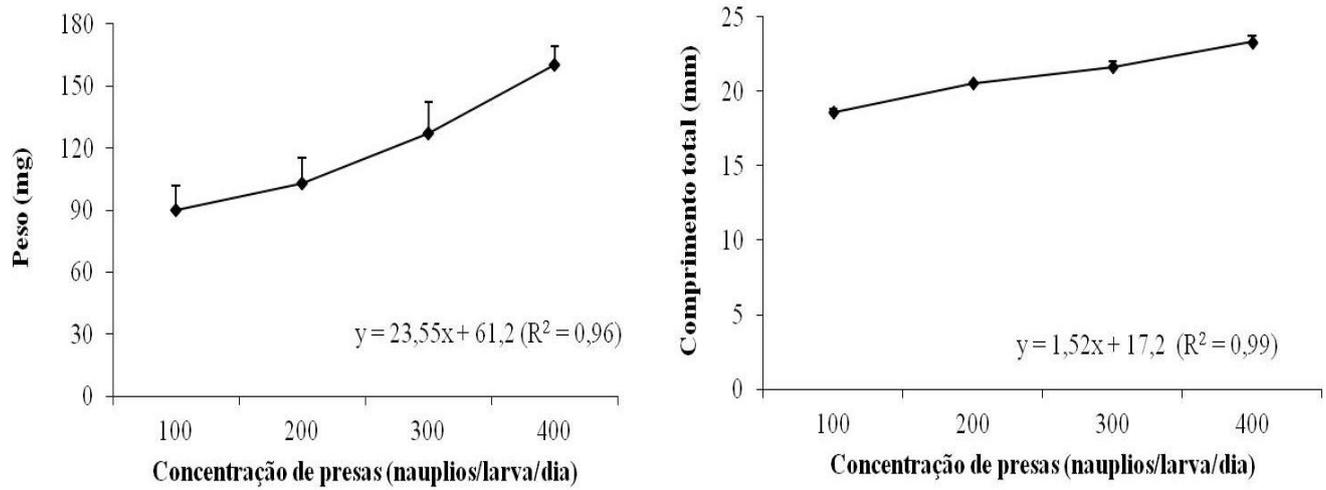
### **Análise estatística**

Testes de normalidade e homoscedasticidade (Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente) foram aplicados a todos os dados, seguidos pela análise de variância (ANOVA) e regressão. Os dados percentuais foram transformados em raiz quadrada antes da análise estatística. Os dados foram processados pelo software estatístico R 3.5.2.

## **Resultados**

### **Experimento 1**

A concentração de presas vivas em qualquer manejo alimentar não afetou ( $p > 0,05$ ) os parâmetros de qualidade da água para oxigênio dissolvido ( $7,00 \pm 0,50 \text{ mg / L}$ ), temperatura ( $28,0 \pm 0,3^\circ\text{C}$ ), condutividade elétrica ( $200,0 \pm 0,8 \mu\text{S / cm}$ ), pH ( $6,30 \pm 0,39$ ) e amônia total ( $0,5 \pm 0,2 \text{ mg / L}$ ). No entanto, a concentração de presas apresentou diferença estatística ( $p < 0,05$ ) para o desempenho produtivo de larvas (*Hypancistrus* sp.) (Tabela e figura 1). Ao final do experimento, o fornecimento de alimentação T400 promoveu maiores valores médios ( $p < 0,05$ ) para a maioria dos parâmetros de desempenho. Somente a uniformidade para o comprimento e o fator de condição relativo não diferiram estatisticamente. Os tratamentos T100 e T200 apresentaram menor porcentagem de sobrevivência.



**Figura 1.** Peso e comprimento total de larvas de *Hypancistrus* sp. alimentadas com diferentes concentrações crescentes de presas vivas.

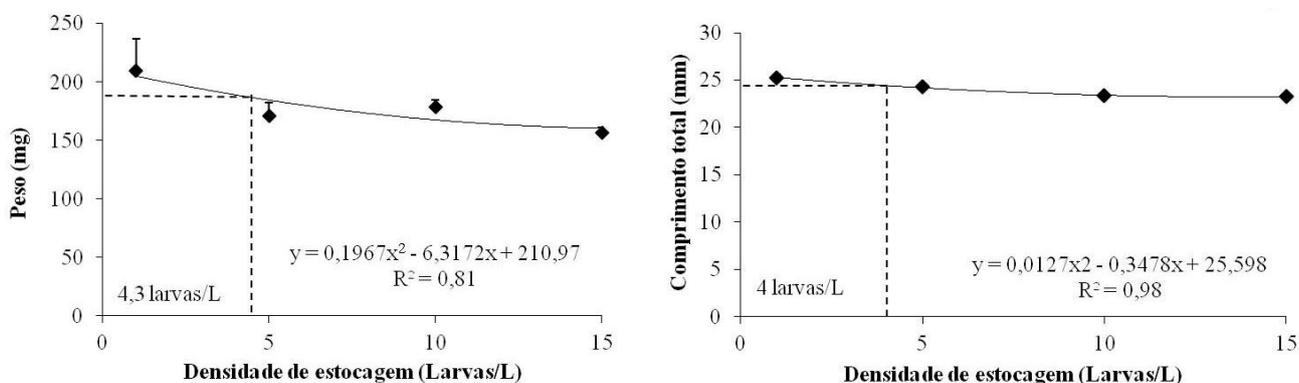
Tabela 2 . Parâmetros de desempenho e sobrevivência (média  $\pm$  desvio padrão) de larvas de *Hypancistrus* sp. alimentadas com concentrações crescentes de presas vivas.

Variáveis	Quantidade de presas (náuplios de artemia/larva/dia)				Valor de P	Equações (ponto de inflexão; R <sup>2</sup> )
	100	200	300	400		
<b>GP (mg)**</b>	50,0 $\pm$ 10,0 c	60,0 $\pm$ 10,0 b	80,0 $\pm$ 10,0 ab	120,0 $\pm$ 10,0 a	0.00053	y = 0,23x + 20 (R <sup>2</sup> = 0,92)
<b>Gct (mm)**</b>	4,0 $\pm$ 0,2 d	5,8 $\pm$ 0,1 c	6,9 $\pm$ 0,3 b	8,7 $\pm$ 0,3 a	0.00001	y = 1,519x + 2,535 (R <sup>2</sup> = 0,99)
<b>Biomassa (mg)**</b>	730,0 $\pm$ 90,0 b	860,0 $\pm$ 30,0 ab	1040,0 $\pm$ 120,0 a	1250,0 $\pm$ 80,0 a	0.00069	y = 174x + 535 (R <sup>2</sup> = 0,99)
<b>GB (mg)**</b>	300,0 $\pm$ 60,0 c	460,0 $\pm$ 30,0 b	640,0 $\pm$ 120,0 ab	856,0 $\pm$ 80,0 a	0.00004	y = 184,8x + 102 (R <sup>2</sup> = 0,99)
<b>TCEp (%/dia)**</b>	1,16 $\pm$ 0,19 b	1,35 $\pm$ 0,17 b	1,66 $\pm$ 0,17 ab	2 $\pm$ 0,07 a	0.00107	y = 0,283x + 0,835 (R <sup>2</sup> = 0,98)
<b>TCEct (%/dia)**</b>	0,34 $\pm$ 0,01 d	0,48 $\pm$ 0,01 c	0,55 $\pm$ 0,02 b	0,67 $\pm$ 0,02 a	0.00001	y = 0,106x + 0,245 (R <sup>2</sup> = 0,98)
<b>Uct (%)<sup>ns</sup></b>	100 $\pm$ 0,0 a	100 $\pm$ 0,0 a	100 $\pm$ 0,0 a	100 $\pm$ 0,0 a	1	-
<b>Up (%)**</b>	89,3 $\pm$ 0,6 a	50,0 $\pm$ 0,0 b	70,0 $\pm$ 0,0 a	86,7 $\pm$ 15,3 a	0.00121	Y = 14x <sup>2</sup> - 68,78x + 140,95 (245; R <sup>2</sup> = 0,80)
<b>Kr<sup>ns</sup></b>	0,99 $\pm$ 0,01 a	0,99 $\pm$ 0,01 a	0,99 $\pm$ 0,01 a	0,99 $\pm$ 0,01 a	1	-
<b>Sobrevivência (%)**</b>	83,3 $\pm$ 5,8 b	96,7 $\pm$ 5,8 a	100 $\pm$ 0,0 a	100 $\pm$ 0,0 a	0.00349	y = -3,34x <sup>2</sup> + 22,044x + 64,93(330; R <sup>2</sup> = 0,99)

Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste Tukey, a 5% de significância. Ganho em peso (GP); Ganho em comprimento total (Gct); Ganho em biomassa (GB); Taxa de crescimento específico para peso e comprimento total (TCEp e TCEct); Uniformidade do lote para peso (Up); Uniformidade do lote para peso (Uct); e Fator de condição relativo (Kr).

## Experimento 2

No segundo experimento, houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) nos parâmetros de qualidade da água. A amônia total aumentou e o oxigênio dissolvido diminuiu, aumentando a densidade de estocagem (Tabela 2). O aumento da densidade de estocagem também reduziu o comprimento total, peso total, ganho de peso, ganho de comprimento, ganho de biomassa e biomassa e taxa de crescimento específica para peso e comprimento (Tabela 3, figura 2). Uniformidade para comprimento, fator de condição relativo e sobrevivência não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ). No entanto, a uniformidade para o peso apresentou altos valores ( $p < 0,05$ ) na densidade de 10 larvas / litro.



**Figura 2.** Peso e comprimento total de larvas de *Hypancistrus* sp. em diferentes densidades de estocagem.

Tabela 3. Parâmetros de qualidade da água (média  $\pm$  desvio padrão) durante a larvicultura do *Hypancistrus* sp. em diferentes densidades de estocagem.

Variáveis	Densidade de estocagem (larvas/L)				Valor de P	Equações
	1	5	10	15		
<b>O.D. (mg/L)</b>	6,7 $\pm$ 0,17 a	6,4 $\pm$ 0,05 a	5,9 $\pm$ 0,10 b	5,7 $\pm$ 0,03 b	0,00007	y = -0,31x + 6,95 (R <sup>2</sup> = 0,98)
<b>Temp. (°C)<sup>ns</sup></b>	28,51 $\pm$ 0,01	28,54 $\pm$ 0,02	28,52 $\pm$ 0,02	28,50 $\pm$ 0,4	0,37740	-
<b>Condut. (<math>\mu</math>s/cm)<sup>ns</sup></b>	254,6 $\pm$ 0,5	254,5 $\pm$ 0,4	254,4 $\pm$ 0,4	255,4 $\pm$ 0,2	0,11640	-
<b>pH<sup>ns</sup></b>	6,53 $\pm$ 0,03	6,51 $\pm$ 0,01	6,53 $\pm$ 0,04	6,54 $\pm$ 0,04	0,71850	-
<b>A.T. (mg/L)</b>	0,25 $\pm$ 0,00 a	0,42 $\pm$ 0,02 b	0,93 $\pm$ 0,03 c	1,23 $\pm$ 0,04 d	0,00000	y = 0,335x - 0,15 (R <sup>2</sup> = 0,96)

Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste Tukey, a 5% de significância. Oxigênio dissolvido (O.D.); Temperatura (Temp.); Condu. - Condutividade elétrica (Condu.).

Tabela 4. Parâmetros de desempenho e sobrevivência (média  $\pm$  desvio padrão) de larvas de *Hypancistrus* sp. criadas em diferentes densidades de estocagem.

Variáveis	Densidade de estocagem (larvas/L)				Valor de P	Equações (ponto de inflexão; R <sup>2</sup> )
	1	5	10	15		
<b>GP (mg)</b>	170,0 $\pm$ 20,0 a	130,0 $\pm$ 10,0 b	136,0 $\pm$ 5,0 ab	116,0 $\pm$ 5,0 b	0,0122	$y = 5x^2 - 40,6x + 202$ (4,1; R <sup>2</sup> = 0,83)
<b>Gct (mm)</b>	10,6 $\pm$ 0,4 a	9,6 $\pm$ 0,2 b	8,5 $\pm$ 0,1 c	8,6 $\pm$ 0,1 c	0,0001	$y = 0,23x^2 - 1,832x + 12,205$ (4,0; R <sup>2</sup> = 0,98)
<b>B (mg)</b>	210,0 $\pm$ 20,0 a	850,0 $\pm$ 50,0 b	1790,0 $\pm$ 50,0 c	2350,0 $\pm$ 60,0 d	0,00001	$y = 736x - 540$ (R <sup>2</sup> = 0,99)
<b>GB (mg)</b>	170,0 $\pm$ 20,0 a	810,0 $\pm$ 50,0 b	1750,0 $\pm$ 50,0 c	2343,0 $\pm$ 5,0 d	0,00001	$y = 745,9x - 596,5$ (R <sup>2</sup> = 0,99)
<b>TCEp (%/dia)</b>	0,78 $\pm$ 0,02 a	0,73 $\pm$ 0,01 b	0,67 $\pm$ 0,01 c	0,67 $\pm$ 0,01 d	0,00002	$y = 0,0125x^2 - 0,1015x + 0,8725$ (4,1; R <sup>2</sup> = 0,97)
<b>TCEct (%/dia)</b>	2,39 $\pm$ 0,17 a	2,09 $\pm$ 0,08 b	2,15 $\pm$ 0,03 ab	1,98 $\pm$ 0,04 b	0,00684	$y = 0,0325x^2 - 0,2795x + 2,6075$ (4,3; R <sup>2</sup> = 0,81)
<b>Uct<sup>ns</sup></b>	100 $\pm$ 0,0 a	100 $\pm$ 0,0 b	100 $\pm$ 0,0 a	100 $\pm$ 0,0 b	1	-
<b>Up</b>	100,0 $\pm$ 0,0 a	80,0 $\pm$ 0,0 a	100,0 $\pm$ 0,0 a	86,0 $\pm$ 6,5 a	0,00033	$y = 1,5x^2 - 9,7x + 104,5$ (3,2; R <sup>2</sup> = 0,11)
<b>Kr<sup>ns</sup></b>	0,99 $\pm$ 0,0 a	0,99 $\pm$ 0,0 a	0,99 $\pm$ 0,0 a	0,99 $\pm$ 0,0 a	0,9997	-
<b>S (%)<sup>ns</sup></b>	100 $\pm$ 0,0 a	100 $\pm$ 0,0 a	100 $\pm$ 0,0 a	100 $\pm$ 0,0 a	1	-

Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste Tukey, a 5% de significância. Ganho em peso (GP); Ganho em comprimento total (Gct); Ganho em biomassa (GB); Taxa de crescimento específico para peso e comprimento total (TCEp e TCEct); Uniformidade do lote para peso (Up); Uniformidade do lote para peso (Uct); e Fator de condição relativo (Kr).

## Discussão

Os manejos alimentares e produtivos na larvicultura possuem e importância para garantir a manutenção das espécies nativas em cativeiro, produzindo de forma sustentável juvenis em quantidade e qualidade (Portella et al., 2012; Jomori et al., 2013; Souza et al., 2015; Abe et al., 2019). O desenvolvimento destes protocolos em laboratório podem ainda proporcionar a preservação de estoques selvagens, proporcionando altos índices de sobrevivência melhorando a viabilidade da produção (Zuanon, 2007; Jomori et al., 2005).

Atualmente, a larvicultura intensiva utiliza os náuplios de *Artemia* sp. como alimento vivo para espécies de peixes nativos neotropicais para alcançar maior desempenho e sobrevivência (Santos e Luz, 2009; Jomori et al., 2012, 2013; Portella et al., 2012, 2014). O presente estudo confirma essa tendência do uso dos náuplios de *Artemia* sp. como alimento vivo na alimentação inicial de larvas de *Hypancistrus* sp., uma espécie de peixe da Amazônica com alto valor de mercado e muito apreciada por amadores (Camargo et al., 2011). O aumento da quantidade de náuplios de *Artemia* sp. promoveu melhor desempenho e sobrevivência, sendo o maior nível o mais adequado para o manejo laboratorial.

Similar aos resultado do presente estudo foram observados por Jomori et al. (2012 e 2013) e Portella et al. (2014), que descreveram com êxito o uso dos náuplios de *Artemia* sp. como alimento vivo na larvicultura do pacu *Piaractus mesopotamicus*, oscar *Astronotus ocellatus*, tambaqui *Colossoma macropomum* e matrinxã *Brycon amazonicum*, com resultados bons de desempenho e sobrevivência. Santos e Luz (2009) testaram diferentes concentrações de presas na larvicultura de três espécies e registraram que para curimba *Prochilodus costatus* e pacamã *Lophiosilurus alexandri*, os tratamentos também levaram a excelentes resultados de sobrevivência e melhor desempenho para as maiores concentrações de presas, 900 náuplios de *Artemia* sp. dia / larva, com posterior aumento após o 6º dia. Contudo, os autores verificaram que para pintado *Pseudoplatystoma coruscans*, as concentrações de presas testadas não afetaram o desempenho, indicando a importância e necessidade deste tipo de estudo para diferentes espécies.

Neste contexto, são poucas as pesquisas que relataram a larvicultura de espécies de Loricarideos, não havendo estudos com espécies do gênero *Hypancistrus*, sendo os manejos utilizados com base em relatos informais de entusiastas. Dos poucos trabalhos existentes com espécies de Loricarideos, deve-se mencionar o estudo de larvicultura de *Rhinelepis aspera*, em que a concentração de 700 náuplios de artêmia / larva / dia foi a mais indicada para um maior

desempenho e sobrevivência (Santos et al., 2012). No presente estudo, a quantidade inicial de 400 náuplios de *Artemia* sp. / larva / dia, acrescido 400 náuplios de *Artemia* sp. / larva a cada seis dias, foi a mais indicada para um maior desenvolvimento das larvas de *Hypancistrus* sp. Interessante mencionar que essa quantidade de presas vivas, provavelmente, esteja próximo ao ideal, pois foi observado sobra de alimento nesse tratamento.

No presente trabalho a quantidade de 100 a 300 náuplios de *Artemia* sp. / larva / dia não foi suficiente para um melhor desempenho e sobrevivência das larvas de *Hypancistrus* sp., provavelmente por não suprir de maneira eficiente as quantidades de nutrientes e energia necessários para o desenvolvimento larval (Dabrowski e Portella, 2005; Portella e Dabrowski, 2008; Portella et al., 2012). É conhecido que os náuplios de *Artemia* sp. possuem um perfil de nutrientes e uma quantidade de energia que atende o desenvolvimento larval de espécies de água doce, diferentemente do que ocorre com as larvas de espécies marinhas; no entanto, é bom salientar há necessidade de estudos para determinar as exigências nutricionais para as larvas de espécies de água doce (Portella et al., 2012).

Em comparação com outros peixes da ordem dos siluriformes, como larvas de pacamã *L. alexadri*, a concentração de presas (náuplios de *Artemia* sp.) ideal foi maior do que no presente estudo, sendo necessário uma concentração final de 3200 náuplios/larva/dia (Santos et al., 2015). Porém, deve-se considerar os hábitos alimentares distinto entre as espécies, sendo o *L. alexadri* um peixe carnívoro, e provavelmente possuindo uma capacidade de ingestão maior que a do *Hypancistrus* sp., que possui hábito onívoro (Seidel, 2008).

Além da alimentação, a densidade de estocagem é um dos fatores que mais interferem na produção das espécies e está limitado a capacidade de suporte dos sistemas de produção e das relações inter e intraespecíficas das espécies de peixes (Luz et al., 2011; Abe et al., 2016). Os fatores mencionados interferem diretamente na qualidade da água, principalmente pela quantidade de alimento ofertado e a capacidade dos sistemas em diluir ou converter os compostos nitrogenados em formas menos tóxicas e, ao mesmo tempo, na sensibilidade dos animais a esses compostos nitrogenados, sendo que a intoxicação ocorre em níveis distintos nas espécies (Pereira & Mercante 2018). Além disso, vale a pena salientar a relação de competição pelo alimento e o gasto de energético do organismo para a aquisição do mesmo, situação que provavelmente não interferiu no presente estudo, pois a quantidade de alimento fornecido no experimento de densidade de estocagem foi a mais adequada obtida no estudo anterior sobre quantidade de presas.

Ao avaliar a densidade de estocagem do *Hypansistrus* sp. observou-se que o aumento da densidade de estocagem promoveu redução do desempenho. Este fato pode ter ocorrido principalmente devido a redução da qualidade de água, provocado pela maior quantidade de náuplios de *Artemia* sp.. ofertados e pela maior quantidade de peixes por litro, aumentando a quantidade de compostos nitrogenados e reduzindo a quantidade de oxigênio dissolvido (Santos et al., 2015; Abe et al., 2019). Os efeitos do aumento da densidade de estocagem sobre as variáveis de água também foram observados durante a larvicultura do peixe lápis (*Nannostomus beckfordi*), provavelmente devido a condições de criação em sistema semi-estático (Abe et al., 2019), semelhante à do presente trabalho. Desta forma, avaliar diferentes sistemas na larvicultura intensiva para esta espécie podem ser favoráveis, desde que mantenham a qualidade da água com o aumento da densidade de estocagem.

Por outro lado, apesar do aumento da amônia devido à alta densidade na larvicultura do *R. aspera* e *L. alexandri* (40 e 60 larvas/L), estes não apresentaram diferenças significativas para desempenho e sobrevivência (Luz e Santos, 2008; Santos et al., 2012). Uma outra possibilidade pode estar relacionado ao comportamento intraespecífico das espécies mencionadas, principalmente devido à alta fertilidade, podendo depositar mais de 1000 ovos/desova (Sato et al., 1998; Costa et al., 2015), enquanto o *Hypansistrus* sp. possui baixa fecundidade, em torno de 30 ovos/desova (Seidel, 2008), sendo assim, as larvas das espécies *R. aspera* e *L. alexandri* tem a capacidade de conviver melhor sob altas densidades devido ao seu padrão comportamental.

As densidades de estocagem estudadas para as larvas de *Hypansistrus* sp. afetaram o crescimento dos animais, sendo a mais recomendada 5 larvas/L; no entanto, a sobrevivência foi alta e semelhante entre os tratamentos. Considerando que nas maiores densidades ocorre um aumento da produção, a diferença de tamanho entre os animais dos tratamentos ao final do experimento foi relativamente pequena e a uniformidade do lote em tamanho foi semelhante entre as densidades, talvez seja interessante avaliar o uso da maior densidade de estocagem, 15 larvas/L, para a criação da espécie. Isso geraria uma maior produtividade da espécie em laboratório, local que normalmente é restrito, sendo necessário otimizar a capacidade de suporte dos sistemas para obter maiores lucros. No entanto, se considerarmos que essa pequena diferença em tamanho obtida ao final do experimento seja relevante para gerar valores mais altos pagos por exemplar, seria mais recomendado trabalhar com densidades menores na larvicultura da espécie. Nesse contexto, um estudo econômico futuro deve ser realizado para chegar a uma melhor relação de custo/benefício.

Os resultados do presente estudo é um esforço inicial para gerar um protocolo para produção do Acari pão L333 *Hypancistrus* sp. em laboratório, sendo necessário maiores investimentos para aumentar os conhecimentos sobre a biologia e as técnicas de produção da espécie. Com esses avanços, pode-se diminuir a pressão sobre os estoques naturais de *Hypancistrus* sp. e tornar mais sustentável a comercialização dos exemplares para a ornamentação.

### **Conclusão**

Este é o primeiro estudo sobre o manejo produtivo e alimentar na larvicultura do Acari pão L333 *Hypancistrus* sp. em laboratório. No contexto abordado no presente estudo, recomenda-se que na larvicultura da espécie seja utilizada a concentração inicial de 400 náuplios de *Artemia* sp. / larva / dia em sua alimentação e a densidade de estocagem de 5 larvas/litro.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Empresa Projeto Arapaima Brazil pela doação dos animais e a Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, programa de pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, com apoio financeiro a Ryuller Gama Abreu Reis , Rodrigo Yudi Fujimoto (305195 / 2016-6), Ronald Kennedy Luz (308547 / 2018-7). O autor também agradece Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia (Procad Amazônia, processo 88887.200588/2018-00).

## Referências

- Abe, H. A., Dias, J. A. R., Reis, R. G. A., Sousa, N. D. C., Ramos, F. M., & Fujimoto, R. Y. 2016. Stocking density and feed management on larval rearing of amazonian ornamental fish *Heros severus*. *B. Inst. Pesca*, 514-522.
- Abe, H. A., Dias, J. A. R., Sousa, N. D. C., Couto, M. V. S. D., Reis, R. G. A., Paixão, P. E. G., & Fujimoto, R. Y. 2019. Growth of Amazon ornamental fish *Nannostomus beckfordi* larvae (Steindachner, 1876) submitted to different stocking densities and feeding management in captivity conditions. *Aquaculture Research*, 50(8), 2276-2280.
- Arslan, M., Rinchard, J., Dabrowski, K., & Portella, M. C. 2008. Effects of different dietary lipid sources on the survival, growth, and fatty acid composition of South American catfish, *Pseudoplatystoma fasciatum*, surubim, juveniles. *Journal of the world aquaculture society*, 39(1), 51-61.
- Camargo, M., Carvalho Júnior, J., & Estupiñan, R. A. 2011. Peixes comerciais da ecorregião aquática Xingu-Tapajós. CETEM/MCT.
- Cardoso, A. L., Carvalho, H. L. S., Benathar, T. C. M., Serrao, S. M. G., Nagamachi, C. Y., Pieczarka, J. C., ... & Noronha, R. C. R. 2016. Integrated cytogenetic and mitochondrial DNA analyses indicate that two different phenotypes of *Hypancistrus* (L066 and L333) belong to the same species. *Zebrafish*, 13(3), 209-216.
- Casatti, L., Rocha, F. C., & Pereira, D. C. 2005. Habitat use by two species of *Hypostomus* (Pisces, Loricariidae) in southeastern Brazilian streams. *Biota Neotropica*, 5(2), 157-165.
- Couto, M. V. S. D., Sousa, N. D. C., Abe, H. A., Dias, J. A. R., Meneses, J. O., Paixão, P. E. G. & Fujimoto, R. Y. 2018. Effects of live feed containing *Panagrellus redivivus* and water depth on growth of *Betta splendens* larvae. *Aquaculture research*, 49(8), 2671-2675.
- Dabrowski, K., & Portella, M. C. 2005. *Feeding Plasticity and Nutritional Physiology in Tropical Fishes*. *The Physiology of Tropical Fishes*, 155–224. doi:10.1016/s1546-5098(05)21005-1
- De Araújo, J. G., dos Santos, M. A. S., Rebello, F. K., & Isaac, V. J. 2018. Cadeia comercial de peixes ornamentais do Rio Xingu, Pará, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 43(2), 297-307.

- Duarte, S., Araújo, F. G., & Bazzoli, N. 2011. Reproductive plasticity of *Hypostomus affinis* (Siluriformes: Loricariidae) as a mechanism to adapt to a reservoir with poor habitat complexity. *Zoologia*, 28(5).
- 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*) na fase de terminação. *Ciência Rural*, v. 28, nº. 1, p. 483–487, 1998.
- Gonçalves, J. P.L.; 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 da Pesca*, v. 40, nº. 4, p. 597– 604, 2014.
- Hamlin, H. J., & Kling, L. J. 2001. The culture and early weaning of larval haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) using a microparticulate diet. *Aquaculture*, 201(1), 61-72.
- Junior, L. P. G., Mendonça, P. P., Pereira, S. L., Matielo, M. D., & da Silva Amorim, I. R. 2018. Densidade de estocagem durante a larvicultura do kinguio. *Boletim do Instituto de Pesca*, 40(4), 597-604.
- 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(8), 809-815.
- Jomori, R. K., Luz, R. K., & Célia Portella, M. 2012. Effect of salinity on larval rearing of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, a freshwater species. *Journal of the World Aquaculture Society*, 43(3), 423-432.
- Jomori, R. K., Carneiro, D. J., Ducatti, C., & Portella, M. C. 2005. Carbon and nitrogen stable isotopes ( $^{13}\text{C}$  and  $^{15}\text{N}$ ) as natural indicators of live food and in the Pacu *Piaractus mesopotamicus* larval tissues. *Larvi*, 227-230.
- Kodama, G.; Annunciacao, W. F. ; Sanches, E. G. ; Gomes, C. H. A. M. ; Tsuzuki, M. Y. 2011. Viabilidade econômica do cultivo do peixe palhaço, *Amphiprion ocellaris*, em sistema de recirculação. *Boletim do Instituto de Pesca* v. 37, p. 61-72.
- Kolkovski, S., Arieli, a., & Tandler, A. 1997. Visual and chemical cues stimulate microdiet ingestion in sea bream larvae. *Aquaculture International* 5: 527–536.

- Le Cren, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, v. 20, ° 2, p. 201-219, 1951.
- Live aquaria, 2019. <https://www.liveaquaria.com/product/1042/?pcatid=1042> Acessado em 03/10/2019.
- Lopes, T. D. S., de Freitas, T. M., Jomori, R. K., Carneiro, D. J., & Portella, M. C. 2014. Skeletal anomalies of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, larvae from a wild-caught broodstock. *Journal of the World Aquaculture Society*, 45(1), 15-27.
- Luz, R. K., & Zaniboni Filho, E. 2002. Larvicultura do mandi-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) em diferentes densidades de estocagem nos primeiros dias de vida. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(2), 560-565.
- Luz, R. K., & Portella, M. C. 2005. Tolerance to the air exposition test of *Hoplias lacerdae* larvae and juvenile during its initial development. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(4), 567-573.
- Luz, R. K., & dos Santos, J. C. E. 2008. Densidade de estocagem e salinidade da água na larvicultura do pacamã. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(7), 903-909.
- Luz, R. K., Santos, J. C. E., Pedreira, M. M., & Teixeira, E. A. 2011. Effect of water flow rate and feed training on "pacamã" (Siluriforme: Pseudopimelodidae) juvenile production. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 63(4), 973-979.
- Luz, R. K., Santos, A. E. H., Melillo Filho, R., Turra, E. M., & de Alencar Teixeira, E. 2013. Larvicultura de tilápia em água doce e água salinizada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(8), 1150-1153.
- Nagata, M. M., Takahashi, L. S., Gimbo, R. Y., Kojima, J. T., & Biller, J. D. 2018. Influência da densidade de estocagem no desempenho produtivo do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). *Boletim do Instituto de Pesca*, 36(1), 9-16.
- Pereira, L., & Mercante, C. 2018. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão. *Boletim do Instituto de Pesca*, 31(1), 81-88.
- Portella, M. C., Jomori, R. K., Leitão, N. J., Menossi, O. C. C., Freitas, T. M., Kojima, J. T., ... & Carneiro, D. J. 2014. Larval development of indigenous South American freshwater fish

- species, with particular reference to pacu (*Piaractus mesopotamicus*): A review. *Aquaculture*, 432, 402-417.
- Portella, M.C.; Dabrowski, K. 2008. Diets, physiology, biochemistry and digestive tract development of freshwater fish larvae. In: CYRINO, J.E.C.; BUREAU, D.; KAPOOR, B.G. (Orgs.). Feeding and digestive functions of fishes. Enfield: *Science Publishers*. p.227-279.
- Ramos, F. M., Araújo, M. L. G., Prang, G., & Fujimoto, R. Y. 2015. Ornamental fish of economic and biological importance to the Xingu River. *Brazilian Journal of Biology*, 75(3), 95-98.
- Sahoo, S.K.; Giri, S.S.; Chandra, S.; Sahu A.K. 2010. Stocking density-dependent growth and survival of Asian sun catfish, *Horabagrus brachysoma* (Gunther 1861) larvae. *Journal of Applied Ichthyology*, 26: 609–611.
- Santos, J. C. E., & Luz, R. K. 2009. Effect of salinity and prey concentrations on *Pseudoplatystoma corruscans*, *Prochilodus costatus* and *Lophiosilurus alexandri* larviculture. *Aquaculture*, 287(3-4), 324-328.
- Santos, J. C. E., Pedreira, M. M., & Luz, R. K. 2012. The effects of stocking density, prey concentration and feeding on *Rhinelepis aspera* (Spix & Agassiz, 1829)(Pisces: Loricariidae) larviculture. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 34(2), 133-139.
- Santos, J. C. E., Pedreira, M. M., & Luz, R. K. 2016. Frequência alimentar na larvicultura de pacamã. *Revista Caatinga*, 29(2), 512–518.
- Santos, J. C. E., de Souza Correia, E., & Luz, R. K. 2015. Effect of daily artemia nauplii concentrations during juvenile production of *Lophiosilurus alexandri*.
- Sato, Y., Fenerich-Verani, N., Verani, J. R., Godinho, H. P., & Sampaio, E. V. 1998. Induced reproduction and reproductive characteristics of *Rhinelepis aspera* Agassiz, 1829 (Osteichthyes: Siluriformes, Loricariidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 41(3), 0-0.
- Seidel, I. Back to nature guide to. L-Catfishes. 1. Ed. Czech Republic: Fohman Aquaristik Ab Sweden, 2008. p. 115.
- Souza, R. F. C., Júnior, J. G. R., Fonseca, A. F., Luz, R. K., & Takata, R. 2015. Períodos de condicionamento alimentar de juvenis de pirarucu na transição da alimentação de ração úmida para seca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(7), 622-625.

Zuanon, J. A. S., Salaro, A. L., & Furuya, W. M. 2011. Produção e nutrição de peixes ornamentais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(1), 165-174.

Zuanon, J. A. 2007. Produção de peixes ornamentais nativos. Dourados Embrapa Agropecuária Oeste.1-9.

**5 - CAPÍTULO III MANEJO ALIMENTAR NA LARVICULTURA DO ACARI PÃO L333 *Hypancistrus* sp. (SILURIFORMES: LORICARIDAE) PEIXE ORNAMENTAL ENDÊMICO DO RIO XINGU**

Artigo formatado nas normas da revista

AQUACULTURE An International Journal

**Título do artigo:** Manejo alimentar na larvicultura de Acari pão L333 *Hypancistrus* sp. (siluriformes: loricaridae), peixe ornamental amazônico

**Normas de submissão no seguinte site:**

<https://www.journals.elsevier.com/aquaculture>

Artigo a ser submetido ao periódico *Aquaculture*

## Highlights

- Esse é o primeiro registro de um estudo científico sobre utilização de dieta formulada seca na larvicultura do Acari Pão *Hypancistrus* sp.;
- A dieta formulada seca pode ser utilizado com sucesso na larvicultura do *Hypancistrus* sp.;
- A utilização de náuplios de *Artemia* sp. e posterior substituição por dieta formulada seca melhora o desempenho de larvas de *Hypancistrus* sp.;
- O uso de náuplios de *Artemia* sp. por longos períodos afeta negativamente o desempenho de larvas de *Hypancistrus* sp.;
- É recomendado o uso de náuplios de *Artemia* sp. por cinco dias no início da alimentação exógena das larvas de *Hypancistrus* sp..

**Resumo**

A larvicultura é uma fase importante no processo de desenvolvimento dos peixes, tendo por objetivo incrementar as taxas de sobrevivência e de crescimento a partir do oferecimento de condições ambientais e alimentares adequadas. Neste cenário o presente estudo teve como objetivo determinar o melhor manejo alimentar durante a larvicultura do Acari Pão *Hypancistrus* sp.. O estudo foi realizado com seis tratamentos (Tração, Tartêmia sp., T5, T10, T15 e T20 dias de náuplios de *Artemia* sp. e, após termino de cada período, houve co-alimentação de cinco dias e posterior substituição pela dieta formulada seca). Ao final de 30 dias de experimento todas as larvas sobreviventes foram medidas e pesadas e então obtidos os parâmetros de desempenho zootécnicos. O tratamento T5 promoveu maiores valores de peso, comprimento total, ganho em peso, ganho em comprimento, biomassa, ganho em biomassa, taxa de crescimento específico para peso e comprimento, uniformidade para peso e o fator de condição relativo. As exceções foram para a sobrevivência e uniformidade para comprimento total que apresentaram médias semelhantes entre os tratamentos. Os animais que foram alimentados apenas com náuplios de *Artemia* sp. e ração, sem a transição alimentar, apresentaram os menores resultados de desempenho. Desta forma, recomenda-se um período mínimo de fornecimento de náuplios de *Artemia* sp. de cinco dias para realizar a substituição do alimento vivo pela dieta formulada seca na larvicultura do Acari Pão L333 *Hypancistrus* sp.. Ainda, vale a pena mencionar os resultados positivos de sobrevivência com o uso exclusivo de dieta formulada, o que pode ser melhor explorado em estudos futuros.

**Palavras-chave:** Acari Pão, Larvicultura, alimento vivo, transição alimentar, dieta formulada.

**Abstract**

Larviculture is an important phase in the fish development process, with the objective of increasing survival and growth rates by offering adequate environmental and dietary conditions. In this scenario, the present study aimed to determine the best food management during the larviculture of Acari Pão *Hypancistrus* sp.. The study was carried out with six treatments (Traction, *Tartemia* sp., T5, T10, T15 and T20 days of *Artemia* nauplii and after the end of each period, there was co-feeding for five days and subsequent replacement by the dry formulated diet). At the end of 30 days of experience in all surviving larvae, they were measured and weighed and then the parameters of zootechnical performance were used. The T5 treatment promoted higher values of weight, total length, weight gain, length gain, biomass, biomass gain, specific growth rate for weight and length, uniformity for weight and the relative condition factor. The exceptions were for survival and uniformity for total length, which presented similar averages between treatments. Animals that were fed only with Nauplii *Artemia* sp. and ration, without the transition, presented the lowest performance results. Therefore, a minimum period of five-day with *Artemia* nauplii is recommended for the weaning in the larvae of Acari Pão L333 *Hypancistrus* sp.. Also, it is worth mentioning the positive survival results with the exclusive use of a formulated diet, which can be better explored in future studies.

**Keyword:** Acari Pão, Larviculture, live food, weaning, formulated diet.

## Introdução

O cultivo racional de espécies ornamentais nativas serve tanto para proteção dos estoques naturais, como geração de renda familiar, além de disponibilizar peixes de boa qualidade sanitária a um mercado crescente e em expansão, permitindo assim o desenvolvimento sustentável dentro dos preceitos de bem-estar animal (Anjos et al. 2009; Abe et al. 2016, 2019, Pereira e Henriques, 2019).

Os peixes ornamentais pertencentes à família dos Loricariidae conhecidos internacionalmente como “Plecós” ou “L número” possuem grande potencial para ornamentação e comercialização (Ramos et al., 2015, De Sousa et al., 2016, Pereira e Henriques, 2019), e se destacam por sua enorme variedade de tamanhos, formas, cores e hábitos (Lujan et al., 2012), incluindo mais de 900 espécies distribuídas nas Américas Central e do Sul (Fricke et al., 2018). Entre os Loricariidae mais populares está o Acari pão L333 (*Hypancistrus* sp.), uma espécie endêmica do Rio Xingu que pode alcançar até 15 cm de comprimento, apresenta coloração em estrias pretas e brancas ou amarelas por todo corpo e pode atingir valores de até US\$ 89,99/unidade no mercado internacional (Live aquaria, 2019).

Até o momento não há relatos de sua criação em cativeiro, sendo que, todos os exemplares comercializados são oriundos do extrativismo. Devido às características atrativas da espécie ao mercado é necessário o desenvolvimento de tecnologias que atendam a demanda alimentar e nutricional dos peixes, e o manejo nos sistemas de produção, como a alimentação, qualidade de água, reprodução e larvicultura em cativeiro, seguido de um plano de melhoramento genético (Chen et al. 1993; Zuanon et al. 2011).

A larvicultura é a fase mais crítica de desenvolvimento, pois os peixes são sensíveis a variações nos parâmetros de água e manejos nutricionais. Dentre estes manejos, a transição alimentar do alimento vivo para a dieta formulada seca é importante pois domestica os animais a se alimentarem da dieta formulada, diminuindo os custos de produção, uma vez que substitui o alimento vivo que onera o sistema de produção (Jomori et al. 2008, Diemer et al., 2012; Portella et al., 2012; 2014). Dessa forma, torna-se imprescindível a adoção de estratégias para substituir gradualmente o alimento vivo pelo alimento inerte (Portella e Dabrowski, 2008).

Em geral, a substituição precoce do alimento vivo com o intuito de redução de custos tem levado a redução do crescimento e na sobrevivência em diversas espécies, devido à má formação do sistema digestório, canibalismo e problemas de qualidade de água (Jomori *et al.* 2008; Lombardi e Gomes, 2008; Puello-cruz et al. 2010; Jelkic et al. 2012). Assim, estudos

sobre os efeitos da transição no comportamento e fisiologia digestiva dos peixes em estágio larval são importantes para aprimorar a produção das espécies de interesse econômico.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o manejo alimentar na larvicultura do Acari pão L333 (*Hypancistrus* sp.), mais especificamente a transição do alimento vivo para a dieta formulada.

## **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na empresa Arapaima, sendo que os animais utilizados nos estudos foram doados pela empresa. Todos os procedimentos envolvendo a manipulação dos animais foram aprovados pela CEUA-Fiperj (002/2019). As larvas foram provenientes de reprodução em cativeiro de matrizes de *Hypancistrus* sp. (L333).

Para realização do experimento foram utilizadas larvas de seis desovas que ocorreram simultaneamente, para que os animais tivessem a mesma idade. Esse procedimento foi necessário, pois a espécie apresenta baixa quantidade de ovos/desova (Seidel, 2008). As larvas foram separadas em incubadoras com capacidade de 2 litros e, com 8 dias após eclosão e ao final do período lecitotrófico, foram distribuídas aleatoriamente nas unidades experimentais para o início dos experimentos.

## **Condições experimentais**

O experimento foi conduzido em unidades experimentais com capacidade de um litro e em sistema semi-estático, com trocas parciais de 30% de água realizada pelo sifonamento do fundo, duas horas após a última alimentação. A iluminação do ambiente foi feita de forma artificial, utilizando lâmpadas fluorescentes, com fotoperíodo de 12 horas, e a aeração foi constante suplementada por aeradores elétricos. Diariamente foram eclodidos cistos de *Artemia* sp. em água contendo 30 g de sal/L, aeração e iluminação constantes, temperatura superior a 28°C e, após 24 h, os náuplios foram concentrados em um volume de 100 mL de água na mesma concentração de sal para quantificação e alimentação.

Os parâmetros de qualidade da água pH, condutividade elétrica ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), oxigênio dissolvido (mg/L) e temperatura (°C) foram monitorados diariamente utilizando a sonda multiparâmetro Hanna® HI 9829. A amônia total (mg/L) foi monitorada a cada três dias pela sonda multiparâmetro Hanna® HI 83099.

Para avaliar o melhor período para a transição alimentar foram utilizadas 180 larvas no final do período lecitotrófico e com comprimento total de  $14,3 \pm 0,08$  mm e peso de  $405,0 \pm$

11.1 mg, distribuídas em 18 unidades experimentais na densidade de 10 larvas/L. O experimento teve duração de 30 dias e foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com seis tempos de transição alimentar, sendo os tratamentos: Tart: alimentação com náuplios de *Artemia* sp. em concentrações crescentes; Tdf: alimentação utilizando apenas dieta formulada seca; T5: alimentação por cinco dias com náuplios de *Artemia* sp., com posterior substituição por dieta formulada comercial; T10: alimentação por 10 dias com náuplios de *Artemia* sp., com posterior substituição por dieta formulada comercial; T15: alimentação por 15 dias com náuplios de *Artemia* sp., com posterior substituição por dieta formulada comercial.; e, T20: alimentação por 20 dias com náuplios de *Artemia* sp., com posterior substituição por dieta formulada seca. Cada tratamento foi constituído por três repetições. A alimentação foi fracionada em quatro refeições diárias (800, 1100, 1400 e 1700 h).

A quantidade de náuplios de *Artemia* sp. utilizada neste experimento foi o melhor resultado obtido por Reis et al. (em preparação), sendo fornecido inicialmente 400 náuplios /larva / dia, e esse mesmo montante foi acrescido a cada seis dias até o final do experimento no tratamento em que foi fornecido apenas náuplios de *Artemia* sp.. Esse mesmo padrão de fornecimento de náuplios também foi utilizado para os tratamentos de transição; no entanto, seguindo as limitações dos referidos tempos de fornecimento desse alimento vivo em cada tratamento. O período da substituição do alimento vivo por dieta formulada ocorreu com co-alimentação por cinco dias, em que a quantidade de náuplios de *Artemia* sp. foi fornecida em concentrações decrescentes até o quinto dia após o início da transição, sendo posteriormente ofertado apenas a dieta formulada comercial a vontade. Na co-alimentação, o alimento vivo foi fornecido primeiro, seguido da dieta formulada, que continha as seguintes características nutricionais por Kg: Proteína Bruta (min.) 400g, Extrato Etéreo (min.) 60g, Matéria Fibrosa (máx.) 30g, Umidade (máx) 100g, Cálcio (min.) 10g, Cálcio (máx.) 35g, Fósforo (min.) 10g, Matéria Mineral (máx.) 150g, Cobalto 2mg, Cobre 35mg, Iodo 5mg Manganês 20mg, Zinco 100mg, Enxofre 100mg, Selênio 0,25mg, Sódio 0,07mg, Vitaminas: A 10.000U1, D3 7.500U1, E 248 UI, C 100 mg, K3 14mg, B1 50 mg, B2 40mg, B6 50 mg, Ácido Pantotênico 75mg, Ácido Fólico 1 Omg, Biotina 1mg, Ácido Nicotínico 100mg, Colina 23mg, Inositol 200mg.

### **Parâmetros de desempenho e sobrevivência**

Ao final do experimento todas as larvas sobreviventes foram conduzidas a um processo biométrico para determinação do comprimento total final (CT) e peso (P). E com esses dados foram calculados o ganho em peso (GP = peso final – peso inicial), ganho em comprimento

total (GC = comprimento total final – comprimento total inicial) (Gonçalves-Junior et al., 2014), uniformidade do lote para comprimento total (Uct) e para peso (Up), sendo  $U = N / N1 \times 100$ ; (Furuya et al., 1998), as taxas de crescimento específico em peso (TCEp) e em comprimento, (TCEct) sendo  $TCEp = [(ln \text{ Peso final} - ln \text{ Peso inicial}) / \text{número de dias}] * 100$  e  $TCEct = [(ln \text{ Comprimento final} - ln \text{ Comprimento inicial}) / \text{número de dias}] * 100$ , fator de condição relativo Kr ( $kr = \text{Peso observado} / \text{peso esperado}$ ) onde peso esperado é obtido a partir da regressão entre o peso e o comprimento (Le cren, 1951), biomassa, (B) =  $\sum$  do peso de cada unidade experimental, ganho em biomassa (GB) = biomassa final (g) - biomassa inicial (g) e sobrevivência =  $(N^\circ \text{ de individuo final} / N^\circ \text{ de individuo inicial}) * 100$ .

### **Análise estatística**

Após a obtenção dos dados, estes foram submetidos ao teste de premissas de homocedasticidade Bartlett e normalidade de Shapiro-Wilk. Os dados em porcentagem foram transformados em arco seno raiz quadrada antes dos testes estatísticos. Posteriormente, os dados foram submetidos a ANOVA e quando significativo, os dados foram submetidos ao teste de Tukey. Os dados foram analisados pelo software R versão 3.5.2.

### **Resultados**

Não foram observadas diferenças significativas nos parâmetros de qualidade de água. As variáveis físicas e químicas da água das unidades experimentais ficaram em: oxigênio dissolvido  $6,45 \pm 0,57 \text{ mg L}^{-1}$ , temperatura  $28,46 \pm 0,80 \text{ }^\circ\text{C}$ , condutividade elétrica  $423,37 \pm 15,47 \text{ } \mu\text{s cm}^{-1}$ , pH  $6,4 \pm 0,41$  e amônia total  $0,5 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$ .

Não foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) nos valores de uniformidade do lote para comprimento total e sobrevivência. Por outro lado, houve redução ( $p < 0,05$ ) do peso, comprimento total, ganho em peso e comprimento, taxa de crescimento específico para peso e comprimento, uniformidade do lote para peso e fator de condição com o aumento do tempo de transição alimentar (Tabela 1).

Os melhores resultados foram encontrados quando a transição alimentar foi realizada após cinco dias do início da alimentação exógena ( $p > 0,05$ ). Sendo que o uso direto da dieta formulada ou do alimento vivo proporcionaram, no conjunto de dados, menores médias para o desempenho (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros de desempenho e sobrevivência (média  $\pm$  desvio padrão) de larvas de *Hypancistrus* sp. em diferentes períodos de transição alimentar.

Transição alimentar							
Variáveis	Tart	Tdf	T5	T10	T15	T20	p-valor
<b>CT (mm)</b>	26.98 $\pm$ 0.33 b	27.63 $\pm$ 0.22 b	28.95 $\pm$ 0.53 a	29.17 $\pm$ 0.50 a	29.04 $\pm$ 0.35 a	29.64 $\pm$ 0.71 a	0.00026
<b>PT (mg)</b>	219.0 $\pm$ 10.0 b	253.6 $\pm$ 14.7 b	293.2 $\pm$ 17.8 a	271.7 $\pm$ 13.2 ab	270.3 $\pm$ 13.0 ab	253.3 $\pm$ 17.5 b	0.00101
<b>GP (mg)</b>	179.0 $\pm$ 10.0 b	213.6 $\pm$ 13.7 b	253.2 $\pm$ 17.8 a	231.0 $\pm$ 12.2 ab	0.23 $\pm$ 13.0 ab	212.3 $\pm$ 17.0 b	0.00101
<b>GC (mm)</b>	12.32 $\pm$ 0.33 b	12.97 $\pm$ 0.22 b	14.28 $\pm$ 0.53 a	14.51 $\pm$ 0.50 a	14.38 $\pm$ 0.35 a	14.97 $\pm$ 0.71 a	0.00026
<b>B (mg)</b>	219.0 $\pm$ 10.0 b	245.6 $\pm$ 26.3 ab	273.0 $\pm$ 30.0 a	271.6 $\pm$ 11.2 a	2.71.3 $\pm$ 14.1 a	252.3 $\pm$ 17.4 ab	0.00727
<b>GB (mg)</b>	179.0 $\pm$ 10.0 b	205.6 $\pm$ 28.3 ab	230.0 $\pm$ 0.00 a	2.31.6 $\pm$ 13.2 a	233.0 $\pm$ 8.0 a	212.3 $\pm$ 17.4 ab	0.00832
<b>TCE (%)</b>	0.88 $\pm$ 0.01 b	0.91 $\pm$ 0.01 b	0.98 $\pm$ 0.02 a	0.99 $\pm$ 0.02 a	0.98 $\pm$ 0.01 a	1.01 $\pm$ 0.03 a	0.00021
<b>TDE (%)</b>	2.46 $\pm$ 0.00 c	2.67 $\pm$ 0.08 cb	2.88 $\pm$ 0.08 a	2.67 $\pm$ 0.06 ab	2.77 $\pm$ 0.06 ab	2.66 $\pm$ 0.01 ac	0.00074
<b>Up (%)</b>	96.66 $\pm$ 4.71 a	59.25 $\pm$ 15.42 b	74.44 $\pm$ 14.26 ab	80.02 $\pm$ 16.28 ab	80 $\pm$ 16.33 ab	73.33 $\pm$ 9.42 ab	0.02810
<b>UC (%)<sup>ns</sup></b>	100 $\pm$ 0.00	100 $\pm$ 0.00	100 $\pm$ 0.00	100 $\pm$ 0.00	100 $\pm$ 0.00	96.66 $\pm$ 5.77	0.45910
<b>S (%)<sup>ns</sup></b>	100 $\pm$ 0.00	96.66 $\pm$ 5.77	93.33 $\pm$ 5.77	100 $\pm$ 0.00	100 $\pm$ 0.00	100 $\pm$ 0.00	0.31460
<b>UK</b>	0.99 $\pm$ 0.005 b	0.98 $\pm$ 0.009 b	1.02 $\pm$ 0.005 a	1.00 $\pm$ 0.005 ab	1.00 $\pm$ 0.005 ab	0.98 $\pm$ 0.009 b	0.00157

Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste Tukey, a 5% de significância.

## Discussão

O uso de náuplios de *Artemia* sp. na larvicultura é um dos itens mais onerosos durante o cultivo, podendo ser uma barreira econômica significativa para uma produção comercial (Hamlin e Kling, 2001, Luz e Zaniboni-Filho, 2002). Assim, estudos acerca dos manejos alimentares dos peixes em estágio larval são importantes para aprimorar a criação das espécies, produzindo de forma sustentável juvenis de qualidade e em quantidade (Portella et al., 2014, Jomori et al., 2013, Abe et al., 2019). A transição alimentar é uma importante maneira para domesticar os animais ao consumo da dieta formulada seca, substituindo gradativamente o alimento vivo, tornando se imprescindível para a viabilidade da produção (Jomori et al., 2008, Portella e Dabrowski, 2008, Diemer et al., 2012).

Neste estudo, verificou-se a influência do tempo de transição alimentar do alimento vivo para a dieta formulada no desempenho zootécnico de larvas de acari pão L333 (*Hypancistrus* sp.). Santos et al. (2012) realizaram estudo com larvas do cascudo preto (*Rhinelepis aspera*) e nos tratamentos em que os animais receberam alimento vivo e posterior troca por dieta formulada seca foi possível notar melhores resultados de peso e crescimento total.

O uso de náuplios de *Artemia* sp. é indispensável durante as fases iniciais de larvas altriciais (Portella et al., 2012), que pode influenciar diretamente na ingestão, por meio de estímulos químicos, na liberação de aminoácidos livres que ativam os receptores das larvas, estimulando o apetite e guiando para as presas (Tesser e Portella 2006). Segundo Kurokawa et al. (1996), o uso dos náuplios de *Artemia* sp. durante os primeiros dias de alimentação auxiliou na digestão e absorção de rações microencapsuladas durante a transição alimentar, mediante a influência direta da composição bioquímica dos náuplios.

A melhora no desempenho e sobrevivência de larvas de surubim-do-Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*) foi evidenciada por Feiden et al. (2006) com o uso dos náuplios de *Artemia* sp. combinado à dieta formulada seca. Esse resultado é semelhante ao encontrado no presente estudo, onde os melhores índices zootécnicos foram observados com o fornecimento exclusivo de náuplios de *Artemia* sp. por cinco dias, acrescido de um período de co-alimentação de mais cinco dias e posterior uso de dieta formulada seca.

É possível identificar que a ausência do alimento vivo ou sua substituição abrupta podem resultar na redução do desempenho durante a larvicultura dos peixes (Lombardi e Gomes 2008; Portella et al., 2012; Fosse et al. 2013), como foi observado no presente estudo com *Hypancistrus* sp., em que ocorreu uma queda no desempenho quando apenas a dieta

formulada seca foi ofertada, no entanto, o uso apenas dos náuplios de *Artemia* por longos períodos também não resultou em melhores índices de crescimento. Segundo Kubitzka & Lovshin (1999) na larvicultura de peixes carnívoros recomendou-se trabalhar o alimento vivo junto com um alimento inerte de alta palatabilidade, que possuem uma maior densidade de nutrientes e energia quando comparado aos náuplios de *Artemia* sp. e, como consequência, atingindo as exigências das larvas mais rapidamente.

Apesar da relação entre umidade e densidade nutricional dos alimentos na larvicultura, o uso dos náuplios de *Artemia* sp. é recomendado por pelo menos cinco dias no início da alimentação exógena para as larvas de *Hypancistrus* sp. Esse período de fornecimento do alimento vivo levou a um melhor desempenho das larvas provavelmente por permitir um maior desenvolvimento das estruturas orgânicas e capacidade digestiva do sistema digestório para assimilar com eficiência os nutrientes das dietas formuladas (Portella e Dabrowski, 2008). É fato que os náuplios de *Artemia* sp. possuem nutrientes mais fáceis de serem assimilados pelas larvas (Rønnestad e Conceição, 2012), principalmente nessa fase inicial de desenvolvimento, em que as suas estruturas orgânicas não estão completamente desenvolvidas e o seu uso é altamente recomendado. No entanto, após esse período inicial as larvas estão preparadas para receber e assimilar com uma maior eficiência a dieta formulada seca e, nesse contexto, a introdução no tempo correto desse tipo de alimento pode proporcionar um melhor crescimento para as larvas (Piedras e Pouey, 2004; Pereira, et al. 2016).

Quanto a sobrevivência das larvas de *Rhinelepis aspera*, Santos et al. (2012) encontraram resultados similares aos do presente estudo, em que não foram observados mortalidade quando utilizado apenas dieta formulada seca. Entretanto, a ausência de período do alimento vivo e transição alimentar pode ter influenciado diretamente na redução do desempenho zootécnico.

Considerando que a diferença de tamanho entre os animais dos tratamentos ao final do experimento foi relativamente pequena, a uniformidade do lote em tamanho e a sobrevivência foram semelhantes entre os manejos testados, principalmente considerando o uso de dieta formulada seca desde a primeira alimentação, talvez seja interessante avaliar um menor período de transição alimentar, com 1, 2 ou 3 dias para a criação da espécie. Isso diminuiria os custos dos itens mais impactantes na larvicultura intensiva, no caso a alimentação e a mão de obra (Jomori et al., 2005). No entanto, se considerarmos que essa pequena diferença em tamanho obtida ao final do experimento seja relevante para gerar valores mais altos pagos por exemplar, seria mais recomendado trabalhar com 5 dias de transição, caso contrário pode ser utilizado

diretamente o alimento inerte, diminuindo ainda mais os custos de produção. Nesse contexto, um estudo econômico futuro deve ser realizado para chegar a uma melhor relação de custo/benefício.

Os resultados do presente estudo é um esforço inicial para gerar um protocolo para produção do Acari pão L333 *Hypancistrus* sp. em laboratório, sendo necessário buscar mais estratégias alimentares para otimizar o manejo da espécie na larvicultura intensiva. Com esses avanços nas criação podemos diminuir a pressão sobre os estoques selvagens, tornando mais sustentável a criação e incentivando outros pesquisadores a trabalhar com a reprodução e larvicultura de novas espécies.

### **Conclusão**

Recomenda-se o uso de pelo menos cinco dias de náuplios de *Artemia* sp. como alimento inicial para larvas do Acari pão L333 *Hypancistrus* sp. e posterior substituição por dieta formulada seca, em manejo de coalimentação, para um melhor desempenho dos animais. O uso da dieta formulada como alimento inicial é uma alternativa viável para as larvas da espécie.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Empresa Projeto Arapaima Brazil pela doação dos animais e a Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, programa de pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, com apoio financeiro a Ryuller Gama Abreu Reis, Rodrigo Yudi Fujimoto (305195 / 2016-6), Ronald Kennedy Luz (308547 / 2018-7). O autor também agradece Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia (*Procad Amazônia*, processo 88887.200588/2018-00).

## Referência

- Abe, H. A., Dias, J. A. R., Sousa, N. D. C., Couto, M. V. S. D., Reis, R. G. A., Paixão, P. E. G., & Fujimoto, R. Y. 2019. Growth of Amazon ornamental fish *Nannostomus beckfordi* larvae (Steindachner, 1876) submitted to different stocking densities and feeding management in captivity conditions. *Aquaculture Research*, 50(8), 2276-2280.
- Abe, H.A.; Dias J.A.R.; Reis, R.G.A.; Sousa, N. da C.; Ramos, F.M.; Fujimoto, R.Y. 2016. Manejo alimentar e densidade de estocagem na larvicultura do peixe ornamental amazônico *Heros severus*. *Boletim do Instituto Pesca*, 42(3):514–22.
- Anjos, H.D.B.; Amorim, R.M. DE S.; Siqueira, J.A.; DOS ANJOS, C.R. 2009. Exportação de Peixes Ornamentais do Estado do Amazonas, Bacia Amazônica, Brasil. *Boletim do Instituto Pesca*, 35(2):259–74.
- Boyd, C.E. & Tucker, C.S. Pont aquaculture water quality management. Boston: *Kluwer Academil*, 1998.
- Chen, T.T.; Lin, C.M.; LU, J.K. 1993. Transgenic fish: a new technology for fish production. In: YALPANI, M. (Ed.). Science for the food industry of the 21st century, biotechnology, supercritical fluids, membranes and other advanced technologies for low calorie, healthy food alternatives. *Mount Prospec*: ATL Press, 145-159p.
- De Sousa, A. L. P., Maciel, L. A. M., & Rodrigues, L. R. R. 2018. Estudo da comercialização de peixes ornamentais da família Loricariidae (Siluriformes) em Santarém/PA. *PUBVET*, 12, 133.
- Diemer, O.; Neu, D.H.; Sary, C.; Finkler, J.K.; Boscolo, W.R.; Feiden, A. 2012. Artemia sp. na alimentação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). *Ciência Animal Brasileira*, 13(2):175-179.
- Dos Santos, J. C. E., Pedreira, M. M., & Luz, R. K. 2012. The effects of stocking density, prey concentration and feeding on *Rhinelepis aspera* (Spix & Agassiz, 1829)(Pisces: Loricariidae) larviculture. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 34(2), 133-139.
- Feiden, A., Hayashi, C., & Boscolo, W. R. 2006. Desenvolvimento de larvas de surubim-do-iguau (*Steindachneridion melanodermatum*) submetidas a diferentes dietas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(6), 2203-2210.
- Fosse, P.J.; Mattos, D.C.; Cardoso, L.D. Motta, J.H.S.; Jasper, A.P.S.; Radael, M.C.; Andrade, D.R.; Vidal-Júnior, M.V. 2013. Estratégia de co-alimentação na sobrevivência e no crescimento

de larvas de *Betta splendens* durante a transição alimentar. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65:1801-1807.

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*) na fase de terminação. *Ciência Rural*, v. 28, n.º. 1, p. 483–487, 1998.

Fricke, R., Eschmeyer, W. N., & Fong, J. D. (2018). Catalog of fishes: Species by family/subfamily – Updated Internet version. Retrieved from [researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp](http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp).

Gonçalves, J. P.L.; 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 da Pesca*, v. 40, n.º. 4, p. 597– 604, 2014.

Hamlin, H. J., & Kling, L. J. 2001. The culture and early weaning of larval haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) using a microparticulate diet. *Aquaculture*, 201(1), 61-72.

Jelkić, D.; Opačak, A.; Stević, I.; Ozimec, S.; Jug-Dujakovic, J.; Safner, R. 2012. Rearing carp larvae (*Cyprinus carpio*) in closed recirculatory system (ras). *Journal of Fisheries*, 70(1):9-17.

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(8), 809-815.

Jomori, R.K.; Ducatti, C.; Carneiro, D.J.; Portella, M.C. 2008. Stable carbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) and nitrogen ( $\delta^{15}\text{N}$ ) isotopes as natural indicators of live and dry food in *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) larval tissue. *Aquaculture Research*, 39(4):370- 381.

KUBITZA, F.; LOVSHIN, L.L. Formulated diets, feeding strategies, and cannibalism control during intensive culture of juvenile carnivorous fishes. *Reviews in Fisheries Science*, Amsterdam, v. 7, n. 1, p. 1-22, 1999.

Kurokawa, T.; Shiraishi, M.; Suzuki, T. 1996. Quantification of exogenous protease derived from zooplankton in the intestine of Japanese sardine (*Sardinops melanotictus*) larvae. *Aquaculture*, 161:491-499.

- Le Cren, E.D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (perca fluvial tilis). *Journal of Animal Ecology*, v. 20, ° 2, p. 201-219, 1951.
- Live aquaria, 2019. <https://www.liveaquaria.com/product/1042/?pcatid=1042> Acessado em 03/10/2019.
- Lombardi, D.C.; Gomes, L.C. 2008. Substituição de alimento vivo por alimento inerte na larvicultura intensiva do tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*). *Acta Scientiarum. Animal Science*, 30(4):467-472.
- Lujan, N. K., Winemiller, K. O., & Armbruster, J. W. (2012). Trophic diversity in the evolution and community assembly of loricariid catfishes. *BioMed Central Evolutionary Biology*, 12(1), 124. doi:10.1186/1471-2148-12-124.
- Luz, R.K.; Zaniboni-Filho, E. 2001. Utilização de diferentes dietas na primeira alimentação do mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*, Lacépède). *Acta Scientiarum*, 23:483-489.
- Pereira, S. L., Gonçalves Junior, L. P., Azevedo, R. V. D., Matiello, M. D., selvatici, P. D. C., Amorim, I. R., & Mendonça, P. P. (2016). Diferentes estratégias alimentares na larvicultura do acará-bandeira (*Peterolophyllum scalare*, Cichlidae). *Acta Amazonica*, 46(1), 91-98.
- Pereira, D. A. S., & Henriques, M. B. (2019). Economic feasibility for producing Imperial Zebra pleco (*Hypancistrus zebra*) in recirculating aquaculture systems: An alternative for a critically endangered ornamental fish. *Aquaculture Economics & Management*, 23(4), 428-448.
- Piedras, S. R. N., & Pouey, J. L. O. F. (2004). Alimentação de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) com dietas naturais e artificiais. *Ciência Rural*, 34(4), 1203-1206.
- Portella, M.C.; Dabrowski, K. (2008) Diets, physiology, biochemistry and digestive tract development of freshwater fish larvae. In: Feeding and digestive functions of fishes. Enfield: *Science Publishers*. p.227-279.
- Portella, M. C., Jomori, R. K., Leitão, N. J., Menossi, O. C. C., Freitas, T. M., Kojima, J. T., & Carneiro, D. J. (2014). Larval development of indigenous South American freshwater fish species, with particular reference to pacu (*Piaractus mesopotamicus*): A review. *Aquaculture*, 432, 402-417.
- Portella, M. C., Tasser, M. B., Jomori, R. K., & Carneiro, D. J. (2002). Substituição do alimento vivo na larvicultura. *Memorias de Simpósio Brasileiro de Aqüicultura*.

- Puello-Cruz, A.; Velasco-Blanco, G.; Martínez-Rodríguez, I.E.; Felix-Ramos, E.; Voltolina, D. 2010. Growth and survival of siamese fighting fish, *Betta Splendens*, larvae at low salinity and with different diets. *Journal of the World Aquaculture Society*, 41(5):823-828.
- Prieto, M.J.; Logato, P.V.R.; Moraes, G.F.; Okamura, D.; Araújo, F.G. 2006. Types of preys on growth and survival of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) post-larvae. *Ciência e Agrotecnologia*, 30:1002-1007.
- Proença, C.E.M.; Bittencourt, P.R.L. Manual de piscicultura tropical. Brasília: IBAMA/Imprensa Nacional, 1994. 196p.
- Ramos, F. M., Araújo, M. L. G., Prang, G., & Fujimoto, R. Y. (2015). Ornamental fish of economic and biological importance to the Xingu River. *Brazilian Journal of Biology*, 75(3), 95-98.
- Rocha, A.F.; Carvalho, C.V.A.; Sampaio, L.A. 2008. Produção de juvenis do linguado *Paralichthys orbignyanus*: efeito da duração do período de coalimentação durante o desmame. *Ciência Rural*, 38:2334-2338.
- Rønnestad, I., & Conceição, L. E. C. (2012). Artemia protein is processed very fast in *Solea senegalensis* larvae: a dynamic simulation model. *Aquaculture*, 350, 154-161.
- Tesser, M.B.; Portella, M.C. 2006. Ingestão de ração e comportamento de larvas de pacu em resposta a estímulos químicos e visuais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35:1887-1892.
- Zuanon, J.A.S.; Salaro, A.L.; Furuya, W.M. 2011. Produção e nutrição de peixes ornamentais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(1): 165-174.

## 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a expansão do mercado de peixes ornamentais, a necessidade de peixes criados em cativeiro é uma alternativa para suprir a demanda por peixes com qualidade e para proteção dos estoques naturais. Assim, manejos que agreguem conhecimento de produção das espécies nativas é útil para diminuir as perdas econômicas na piscicultura ornamental. Neste contexto, durante a larvicultura do Acari pão L333 *Hypancistrus* sp. recomenda-se que a densidade de estocagem de 5 larvas/litro quando se deseja alcançar melhor desempenho, entretanto podendo ainda ser criado até 15 larvas/litro havendo diminuição do peso e crescimento. Devem ser alimentadas utilizando a concentração inicial de 400 náuplios de *Artemia* sp. / larva / dia. Para o uso da dieta formulada seca aconselha-se o uso de pelo menos cinco dias de náuplios de artêmia como alimento inicial para larvas do Acari pão L333 *Hypancistrus* sp. e posterior substituição por dieta formulada seca, em manejo de coalimentação, para um melhor desempenho dos animais. O uso da dieta formulada seca como alimento inicial é uma alternativa viável para as larvas da espécie, ocorre diminuição do peso e crescimento, mas sem influência na sobrevivência.

## 7 – REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ABE, H. A., DIAS, J. A. R., CORDEIRO, C. A. M., RAMOS, F. M., & FUJIMOTO, R. Y. (2018). *Pyrrhulina brevis* (Steindachner, 1876) como uma nova opção para a piscicultura ornamental nacional: larvicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, 41(1), 113-122.
- ABE, H.A.; DIAS J.A.R.; REIS, R.G.A.; SOUSA, N. DA C.; RAMOS, F.M.; FUJIMOTO, R.Y. 2016. Manejo alimentar e densidade de estocagem na larvicultura do peixe ornamental amazônico *Heros severus*. **Boletim do Instituto Pesca**, 42(3):514–22.
- ANATOLE, H.; BESSA, J.; PY-DANNIEL, L. **Expedição para a identificação e avaliação de espécies não descritas de Loricariideos explorados com finalidade ornamental no rio Xingu. Relatório COOPE, IBAMA, Brasília, 29 p, 2008.**
- ANJOS, H. D. B.; ANJOS, C. R. Biologia reprodutiva e desenvolvimento embrionário e larval do cardinal tetra, *Paracheirodon axelrodi* Schultz, 1956 (Characiformes: Characidae), em laboratório. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 32, n. 2, p. 151-160, 2006.
- ARMBRUSTER, J. W., & PAGE, L. M. Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae). **Neotropical Ichthyology**, 4(4), 401-410, 2006.
- ARMBRUSTER, J. W. Phylogenetic relationships of the suckermouth armored catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 141, p. 1–80, 2004.
- BARTHEM, RONALDO BORGES & FABRÉ, NIDIA NOEMI. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira**, v. 1, p. 17-62, 2004.
- BASILE-MARTINS, M. A. Comportamiento e alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacéde 1803 (Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae). **Comportamento e alimentação de Pimelodus maculatus Lacépède, 1803 (Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae)**, 1978.
- BURGERSS, W. E. **An Atlas of Freshwater and Marine Catfish. A Preliminary Survey of the Silurifionnes**, 1989.
- BLAXTER, J.H.S. **Pattern and variety in development Fish Physiology**. 11(A):1–58. 1998.
- CALADO, RICARDO. Marine ornamental species from European waters: a valuable overlooked resource or a future threat for the conservation of marine ecosystems? **Scientia Marina**, v. 70, n. 3, p. 389-398, 2006.
- CHAO, N. L.; PETRY, P.; PRANG, G.; SONNESCHIEN, L.; TLUSTY, M. 2001. **Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro Basin, Amazonia, Brazil - Project Piaba**, 2001.
- CHAMON, CARINE CAVALCANTE. **Revisão taxonômica e relações filogenéticas do gênero *Leporacanthicus* Isbrücker & Nijssen, 1989 (Siluriformes, Loricariidae)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2007.

CAMARGO, M., GIMENES JÚNIOR, H., SOUSA, L.M.D. & PY-DANIEL, L.R. (2013) **Loricariids of The Middle Rio Xingu - Loricariiden des mittleren Rio Xingu, Hannover, DE: Panta Rhe**, 2013.

CAMARGO, M.; CARVALHO-JÚNIOR, J.; ESTUPINÃN, R. A. **Peixes comerciais da ecorregião aquática Xingu-Tapajós. In: Ecorregiões aquáticas Xingu-Tapajós**. Cetem (Ed). p. 175-192, 2012.

CAMARGO-ZORRO, M. **A comunidade ictica e suas interrelações tróficas como indicadores de integridade biológica na área de influência do projeto hidrelétrico Belo Monte, rio Xingu, Pará**. 2004. 167 f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, 2004.

CARVALHO-JÚNIOR, J. R.; CARVALHO, N. A. S. S.; NUNES, J. L. G.; CAMÕES, A.; BEZERRA, M. F. C.; SANTANA, A. R.; NAKAYAMA, L. Sobre a pesca de peixes ornamentais por comunidades do rio Xingu, Pará – Brasil: relato de caso. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 521-530, 2009.

CARDOSO, R.S., I. M. A. Aspectos do agronegócio da produção de peixes ornamentais no Brasil e no mundo. **PUBVET** 14: 563-569, 2009.

CHEN, T.T.; LIN, C.M.; LU, J.K. Transgenic fish: a new technology for fish production. In: YALPANI, M. (Ed.). *Science for the food industry of the 21st century, biotechnology, supercritical fluids, membranes and other advanced technologies for low calorie, healthy food alternatives*. **Mount Prospec**: ATL Press, 145-159p, 1993.

DAWES, J. **International aquatic industry perspectives on ornamental fish conservation. Conservation and Management of Ornamental Fish Resources of the Rio Negro Basin, Amazonia, Brazil—Project Piaba**. Editora da Universidade do Amazonas, Manaus, Brazil, 109-124, 2001.

DIEMER, O., NEU, D. H., SARY, C., FINKLER, J. K., BOSCOLO, W. R., & FEIDEN, A. *Artemia* sp. na alimentação de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Animal Brasileira**, 13(2), 175-179, 2012.

ELETROBRÁS. **Diagnóstico das áreas diretamente afetadas e de influência direta – Meio Biótico: ictiofauna e pesca. Estudo de Impacto Ambiental – Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte**. Brasília, vol. 19, 434 p, 2009.

GIARRIZZO, T., DE SENA OLIVEIRA, R.R., COSTA ANDRADE, M., PEDROSA GONÇALVES, A., BARBOSA, T.A.P., MARTINS, A.R., MARQUES, D.K., BRITO DOS SANTOS, J.L., DE PAULA DA SILVA FROIS, R., OLIVEIRA DE ALBUQUERQUE, T.P., FOGAÇA DE ASSIS MONTAG, L., CAMARGO, M. & MELO DE SOUSA, L. Length–weight and length–length relationships for 135 fish species from the Xingu River (Amazon Basin, Brazil). **Journal of Applied Ichthyology**, 31, 415-424, 2015.

GOMES, L.C.; ARAUJO- LIMA, C.A.R.M.; ROUBACH, R. Alevino – um termo equivocado na piscicultura brasileira com consequências no setor produtivo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, 20 (2): 353-359, 2003.

- GONÇALVES, A. P. **Ecologia e etnoecologia de *Hypancistrus zebra* (Siluriformes: Loricariidae) no rio Xingu, Amazônia Brasileira**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em ecologia aquática e pesca, UFPA, 137 p, 2011.
- GONÇALVES JUNIOR, P.L.; 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 da Pesca**, 40(4): 597– 604.
- GHILARDI JR, R. & CAMARGO, M. **Breve visão do Xingu**. CAMARGO, M, 2009.
- HAMLIN, H. J., & KLING, L. J. 2001. The culture and early weaning of larval haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) using a microparticulate diet. **Aquaculture**, 201(1), 61-72.
- IBAMA. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília: Relatório Técnico sobre o Diagnóstico geral das práticas de controle ligadas a exploração, captura, comercialização, exportação e uso de peixes para fins ornamentais e de aquariofilia**. Diretoria de uso sustentável da biodiversidade e florestas. 217 p, 2008.
- ISAAC, V. J. **Diagnóstico ambiental da UHB-Belo Monte médio e baixo rio Xingu – Ictiofauna e Pesca**. Belém, Eletrobrás, 433 p, 2008.
- ISAAC, V. J.; ALMEIDA, M. C.; CRUZ, R. E. A.; NUNES, L. G. Artisanal fisheries of the Xingu River basin in Brazilian Amazon. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3, p. 125-137, 2015.
- KIM, D. Y. Fostering direction of the Ornamental Fish Industry in Korea through a competitive analysis of International Ornamental Fish Industry. **The Journal of Fisheries Business Administration**, 46(1), 15-28, 2015.
- KORZELECKA-ORKISZ, A.; SZALAST, Z.; PAWLOS, D.; SMARUJ, Z.; TAŃSKI, A.; SZULC, J.; FORMICKI, K. Early ontogenesis of the angelfish, *Pterophyllum scalare* Schultze, 1823 (Cichlidae). **Neotropical Ichthyology**, 10(3):567-576, 2012.
- KOLKOVSKI, S., ARIELI, A., & TANDLER, A. 1997. Visual and chemical cues stimulate microdiet ingestion in sea bream larvae. **Aquaculture International** 5: 527–536.
- LEES, A. C., PERES, C. A., FEARNSIDE, P. M., SCHNEIDER, M., & ZUANON, J. A. S. (2016). Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. **Biodiversity and Conservation**, 25(3), 451–466. doi:10.1007/s10531-016-1072-3
- Live aquaria, 2019. <https://www.liveaquaria.com/product/1042/?pcatid=1042> Acessado em 03/10/2019.
- LUZ, R. K. 2007. Resistência ao estresse e crescimento de larvas de peixes neotropicais alimentadas com diferentes dietas. **Revista Agropecuária Brasileira**, 42(1), 65-72.
- LUJAN, NATHAN K.; WINEMILLER, KIRK O.; ARMBRUSTER, JONATHAN W. Trophic diversity in the evolution and community assembly of loricariid catfishes. **BMC evolutionary biology**, v. 12, n. 1, p. 124, 2012.

- MAZZONI, R. & E. P. CARAMASCHI. Spawning season, ovarian development and fecundity of *Hypostomus affinis* (Osteichthyes, Loricariidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 57, n. 3, p. 455-462, 1997.
- MENDONÇA, M & CAMARGO, M. etnoecologia da produção de peixes ornamentais num sector do médio Rio Solimões, flona tefé e reservas Mamirauá e Amanã Estado do Amazonas. *Scientific Magazine UAKARI*, 2(1), 53-62, 2008.
- MERCY, T. V. A. Status of development of captive breeding technology for the indigenous ornamental fishes of the Western Ghats of India. In: Souvenir Publication of Ornamentals Kerala, 5–6 February 2006, Cochin, India, p. 71–75, 2006.
- MOREAU, M. A. & COOMES, O. T. Aquarium fish exploitation in western Amazonia: conservation issues in Peru. *Environmental Conservation*. v. 34, n. 1, p. 12-22, 2007.
- NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A.A.; BAUMGARTNER; BIALETZKI A.; SANCHES, P.V.; MAKRAKIS, PAVANELLI, C.S. **Ovo e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá, EUEM, 378p 2001.
- ÖNAL, U., & LANGDON, C. Characterization of two microparticle types for delivery of food to altricial fish larvae. **Characterization of two microparticle types for delivery of food to altricial fish larvae.**, 6(3), 159-170, 2000.
- PACHECO, J. T. C. **Efeito da temperatura da água e da sedação com eugenol na sobrevivência do plati (*Xiphophorus maculatus* Günther)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 399 p, 2009.
- PEDREIRA, M. M., DOS SANTOS, J. C. E., SAMPAIO, E. V., FERREIRA, F. N., & SILVA, J. D. L. Efeito do tamanho da presa e do acréscimo de ração na larvicultura de pacamã. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37: 1144–1150, 2008.
- PELICICE, F. M., & AGOSTINHO, A. A. Perspectives on ornamental fisheries in the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Fisheries research*, 72(1), 109-119, 2005.
- Portal Apex-Brasil | Brasil se destaca na exportação de peixes ornamentais. 2014. <http://www.apexbrasil.com.br/Noticia/Brasil-se-destaca-na-exportacao-depeixes-ornamentais>. Acesso em: 2 de setembro de 2016, 10:23:42.
- PORTELLA, MARIA CELIA & DABROWSKI, K. Diets, physiology, biochemistry and digestive tract development of freshwater fish larvae. Feeding and digestive functions of fishes. Enfield: **Science Publishers**, p. 227-279, 2008.
- PRANG, G. An industry analysis of the freshwater ornamental fishery with particular reference to the supply of Brazilian freshwater ornamentals to the market. *Uakari*, v. 3, n. 1, p. 7-51, 2007.
- PROPHET, E. B. et al. (1995). **Métodos Histotécnicos**, Washington, D.C.: Instituto de Patologia de Las Fuerzas Armadas de Los Estados.
- PY-DANIEL, L. H. R. & ZUANON, J. Description of a new species of *Parancistrus* (Siluriformes: Loricariidae) from the rio Xingu, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 3, n. 4, p. 571-577, 2005.

- PY-DANIEL, L. H. R. & COX-FERNANDES, C. Dimorfismo sexual em Siluriformes e Gymnotiformes (Ostariophysi) da Amazônia. **Acta Amazonica**. v. 35, n. 1, p. 97-110, 2005.
- RADAEL, M.C.; VIDAL JUNIOR, M.V.; MURGAS, D.L.; MATTOS, D.C.; CARDOSO, L.D.; MOTTA, J.H.M.; ABREU, M.L.C.; FELIZARDO, V.O.; ANDRADE, D.R. Desarrollo embrionario del pez Ángel (*Pterophyllum scalare*). **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. 21:185-191. 2013.
- RAMOS, F. M., RECUERO, L. B., SILVA, T. V. N., FUJIMOTO, R. Y., LEE, J. T., & TORRES, M. F. Shelter selection in the Amazonian zebra pleco, *Hypancistrus zebra* Isbrucker & Nijssen, 1991 (Siluriformes: Loricariidae): requirements in rearing conditions. **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Artigo em periódico indexado (ALICE)**. 2013.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. (Eds.). **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS. 742 p, 2003.
- RIBEIRO, F.A.S & FERNANDES, J. B. K. Sistemas de produção de peixes ornamentais. **Panorama da Aquicultura**, 109: 35- 39, 2008.
- RIBEIRO, F. D. A. S., LIMA, M. T., & FERNANDES, C. Panorama do mercado de organismos aquáticos ornamentais. **Boletim Sociedade Brasileira de Limnologia**, 38(2), 15, 2010.
- RIBEIRO CAPOBIANCO, J.; VERISSIMO, A.; SAWYER, D.; MOREIRA, A.; DOS SANTOS, I.; PAULO PINTO, L. **Biodiversidade na Amazonia brasileira: avaliacao e acoes prioritarias para conservacao, uso sustentavel e reparticao de beneficios**, 2001.
- ROMAN, ANA PAULA OLIVEIRA. **Biologia reprodutiva e dinâmica populacional de *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 (Siluriformes, Loricariidae), no rio Xingu, Amazônia brasileira**. 2011.
- SEIDEL, I. New information on the Zebra Pleco, *Hypancistrus zebra*. **Tropical Fish Hobbyist**, v. 44, n. 5, 1996.
- SECEX-Brasil | Brasil exportação de peixes ornamentais 2018. <http://aliceweb.mdic.gov.br//consulta-ncm/consultar>. Acesso em: 04 de maio de 2018, 13:44:01.
- SENHORINI, J. A. Growth and survival of larvae of the amazon species "Matrinxã", *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae), in larviculture tanks of Brazil. **Boletim Técnico**. CEPTA, São Paulo, v. 11, n. 1, p.13-28. 1998.
- SOUSA, F. B. **ASPECTOS DA REPRODUÇÃO INDUZIDA DO ACARI PÃO *Hypancistrus* sp. "L333" (SILURIFORMES: LORICARIIDAE) EM CATIVEIRO**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pósgraduação em Aquicultura e Recursos Pesqueiros, UFRA, 137 p, 2015.
- SYVITSKI, J. P.; VÖRÖSMARTY, C. J.; KETTNER, A. J.; GREEN, P. Impact of humans on the flux of terrestrial sediment to the global coastal ocean. **science**, v. 308, n. 5720, p. 376-380, 2005.

- TAKATA, R. (2007). Produção de juvenis de *Artemia franciscana* e análise da utilização de dietas vivas e inertes na larvicultura intensiva do pintado *Pseudoplatystoma coruscans*.
- TESSER, M. B. & PORTELLA, M. C. 2006. Diet ingestion rate and pacu larvae behavior in response to chemical and visual stimuli. **Revista Brasileira De Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science** 35: 1887–1892.
- TLUSTY, M. The benefits and risks of aquaculture production for the aquarium trade. **Aquaculture** 205: 203–219, 2002.
- TRAFFIC. Aspectos socioeconômicos y de manejo sostenible del comercio internacional de peces ornamentales de agua dulce en el Norte de Sudamérica – retos y perspectivas. **Memorias Taller Internacional**. TRAFFIC, WWF & INCODER. Bogotá. 40 p. 2006.
- WOYNAROVICH E, HORVÁTH L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão**. Brasília: FAO/CODEVASF/CNPq, 1983.
- WEITZMAN, M.; WEITZMAN, S. H. Family lebiasinidae. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, p. 241-250, 2003.
- ZUANON, J.A.S.; SALARO, A.L.; FURUYA, W.M. Produção e nutrição de peixes ornamentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40(1): 165-174, 2011.
- ZUANON, J.A.S., SALARO, A.L., MORAES, S.S.S., ALVES, L.M.O., BALBINO, E.M., ARAÚJO, E.S., SARAIVA, A., QUADROS, M.; FONTANARI, R.L. Dietary protein and energy requirements of juvenile freshwater angelfish. **Revista Brasileira Zootecnia**, 38(6): 989-993, 2009.
- ZUANON, J. A. **Produção de peixes ornamentais nativos**. Dourados Embrapa Agropecuária Oeste.1-9, 2007.