

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO  
JEQUITINHONHA E MUCURI

**MARCOS VINÍCIUS CORASPE AMARAL**

MANEJO ALIMENTAR NA LARVICULTURA DE PIABANHA-DO-  
PARDO *Brycon* sp.

**DIAMANTINA - MG**  
**2011**

MARCOS VINÍCIUS CORASPE-AMARAL

**MANEJO ALIMENTAR NA LARVICULTURA DE PIABANHA-DO-PARDO**  
*Brycon sp.*

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do Título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Marcelo Mattos Pedreira

DIAMANTINA - MG  
2011

MARCOS VINÍCIUS CORASPE AMARAL

**MANEJO ALIMENTAR NA LARVICULTURA DE PIABANHA-DO-PARDO**  
*Brycon sp.*

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do Título de *Magister Scientiae*.

APROVADA em 15/07/2011.

---

Prof. Marcelo Mattos Pedreira - UFVJM  
orientador

---

Prof. Joerley Moreira - UFVJM

---

Prof. Afonso Pelli - UFTM

DIAMANTINA - MG  
2011

## **DEDICATÓRIA**

Dedico à minha mãe, Marilú Amaral Barboza, que sempre me apoiou e incentivou nos estudos, proporcionando-me a realização de mais um sonho.

Aos meus irmãos, Hector Manuel Coraspe Amaral e Mayra Coraspe Amaral, que também sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos.

Ao meu tio e padrinho Walter Amaral Barboza, primeira pessoa a colocar a piscicultura em minha vida e sempre se predispondo com total auxílio aos estudos.

Às minhas tias Geralda Amaral Chain e Kátia Amaral Barboza, pela fundamental participação em meu processo de educação durante o período vivido na cidade de Ipatinga-MG.

Ao primo e irmão Nelson Amaral Chain.

## **AGRADECIMENTO**

Primeiramente a Deus, pela saúde, que me permite a realização de mais um sonho.

Em seguida, a todos que participaram da minha formação pessoal e profissional, em especial à minha mãe Marilú.

À UFVJM, através do programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade e concessão da bolsa de estudos.

Ao professor e orientador Marcelo Mattos Pedreira, que mesmo me conhecendo somente no dia da seleção do mestrado, confiou nas minhas capacidades e me auxiliou nessa importante missão.

Aos colegas de Mestrado Deliane Cristina Costa e Anselmo Eduardo Dupim, pelos momentos prazerosos convividos e auxílio prestado com muito carinho e paciência.

À CEMIG e à FADETEC, que disponibilizaram local, equipamentos e os animais para a realização dos experimentos.

Aos professores do Departamento de Zootecnia, pela ajuda prestada em todos os momentos solicitados.

Às secretárias da UFVJM, Adriana e Elizângela, pela indispensável ajuda prestada.

Aos colegas de república, pelos momentos fantásticos vividos e pelo constante aprendizado.

## **BIOGRAFIA**

Marcos Vinícius Coraspe Amaral, filho de Marilú Amaral Barboza e Hector Manuel Coraspe León, nasceu em 18 de setembro de 1984 em Caracas, Venezuela. Possui dupla cidadania, considerando-se um brasileiro nato.

Em julho de 2009, concluiu o curso de graduação em Zootecnia, pela Universidade Federal do Espírito Santo.

Em agosto de 2009, ingressou no curso de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, na área de Nutrição e Produção de Monogástricos, pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, submetendo-se à defesa de Dissertação para a conclusão desse curso em julho de 2011.

## RESUMO

CORASPE-AMARAL, Marcos Vinícius. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, julho de 2011. 51p. **Manejo alimentar na larvicultura de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp.** Orientador: Marcelo Mattos Pedreira. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Por ser a alimentação um ponto crítico na larvicultura da piabanha-do-Pardo *Brycon* sp., foram conduzidos quatro experimentos em duas etapas na estação de piscicultura da usina hidrelétrica de Machado Mineiro, na cidade de Águas Vermelhas-MG, para adequação do manejo alimentar dessa espécie nativa. Na primeira etapa avaliaram-se seis dietas: *Artemia* sp., plâncton, ração, ração + *Artemia* sp., ração + plâncton, larvas de *Prochilodus* sp. (curimba), e quatro salinidades de água (0, 2, 4 e 6‰), ambos experimentos com distribuição inteiramente casualizada e duração de dez dias. As variáveis avaliadas: biomassa, sobrevivência, comprimento total, peso final e taxa de crescimento específico foram mensurados ao final dos experimentos. Já os parâmetros de qualidade de água, temperatura, oxigênio, pH e condutividade elétrica foram aferidos a cada três dias. O alimento larva de curimba resultou em maior sobrevivência (47,2%) e biomassa total (2,5g) do que os demais tipos, que foram similares entre si. Já os demais parâmetros - peso, comprimento e a taxa de crescimento específico não diferiram entre si, quando as larvas foram alimentadas com os diversos tipos de alimentos. As larvas submetidas às salinidades apresentaram melhores resultados, sendo que as cultivadas sob 2‰ diferiram ( $P < 0,05$ ) das cultivadas a 0‰, apresentando maiores sobrevivência (52,5 contra 6,6%) e biomassa total (0,49 contra 0,23g). Portanto, recomenda-se a utilização de larvas de *Prochilodus* sp. (curimba) como primeiro alimento vivo e a salinidade da água de 2‰, caso utilize-se *Artemia* sp. como alimento. Na segunda etapa, após a determinação do alimento e salinidade adequados, realizaram-se mais dois experimentos, que consistiram em determinar o momento ideal de se realizar a transição alimentar (a partir do 3º, 5º e 7º dia de vida, com três dias de coalimentação com larva de curimba), e avaliar níveis de inclusão de protease exógena (0, 0,02 e 0,2%) na dieta de larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp., ambos experimentos com distribuição inteiramente casualizada e duração de quinze e dezessete dias, respectivamente. Foram avaliadas as mesmas variáveis da primeira etapa experimental. Os diferentes períodos de transição alimentar e níveis de protease exógena não interferiram nos parâmetros de qualidade da água. Os animais que foram submetidos à transição alimentar no 7º dia de vida apresentaram melhores resultados para comprimento (23,1 mm), peso (110,9 mg) e TCE (25,5 %), sendo similares em biomassa e sobrevivência aos do 5º dia de transição. Portanto, a transição pode ser realizada no 5º dia de vida. Os níveis de inclusão de protease exógena na ração comercial não influenciaram no desempenho dos animais. Verificou-se que as variáveis analisadas são importantes para otimização da larvicultura, sendo de fundamental importância a utilização de alimento vivo na dieta de larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp., assim como a realização da coalimentação. Entretanto, mais estudos são necessários sobre a utilização de enzimas exógenas na dieta desses animais.

**Palavras-chave:** Alimentação, bacia hidrográfica do rio Pardo, espécie nativa.

## ABSTRACT

CORASPE-AMARAL, Marcos Vinícius. Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys, July 2011. 51p. **Feeding management in the larviculture of piabanha-do-Pardo *Brycon* sp.** Adviser: Marcelo Mattos Pedreira. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

Due to the feeding is a critical point in the larviculture of piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. There were conducted four experiments in two stages in the fish culture station of the Machado Mineiro hydroelectric, in the Red Water city-MG, for adequacy of feeding management of native species. In the first step we evaluated six diets: *Artemia* sp., plankton, ration, ration + *Artemia* sp., ration + plankton, *Prochilodus* sp. Larvae (curimba) and the four water salinities (0, 2, 4 and 6‰), both fully randomized experiments with distribution and duration of ten days. The evaluated variables: biomass, survival, total length, final weight and specific growth rate were measured at the end of the experiments. Since the parameters of water quality, temperature, oxygen, pH and electrical conductivity were measured every three days. The curimba larvae food resulted in higher survival (47.2%) and total biomass (2.5 g) than other types, which were similar. As for the other parameters, weight, length and specific growth rate did not differ for larvae fed with different types of food. Larvae subjected to salinity showed the best results, and those grown in 2‰, differed ( $p < 0.05$ ) of cultivated at 0‰, showing higher survival (52.5 compared with 6.6%) and total biomass (0.49 against 0.23 g). Therefore we recommend the used of larvae of *Prochilodus* sp. (curimba) as the first live food and water salinity 2‰, if it considered to use the *Artemia* sp. as food. In the second step, after determining the appropriate food and salinity, there was held over two experiments. These consisted of determining the ideal time to make the dietary transition (from 3, 5 and 7 days of life, three days of feed training with curimba larvae), and assess inclusion levels of exogenous protease (0, 0, 0.2 and 0.2%) in the diet of the piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. larvae, both fully randomized experiments with distribution of fifteen and seventeen days, respectively. There were assessed the same variables of the first experimental stage. The different transition periods and levels of dietary exogenous protease did not interfere with water quality parameters. The animals that were subjected to solid foods on the 7<sup>th</sup> day of life showed better results for length (23.1mm), weight (110.9mg) and TCE (25.5%), being similar in biomass and survival considering the 5<sup>th</sup> day of transition. Therefore, the transition can be performed on the 5<sup>th</sup> day of life. The inclusion levels of exogenous protease in the commercial diet had no effect in animal performance. It was found that the variables are important for optimizing the hatchery, showing fundamental importance the use of live food in the diet of larvae piabanha-do-Pardo *Brycon* sp., as well as the realization of co-feeding. However, more studies are needed on the use of exogenous enzymes in the diet of these animals.

**Keywords:** Food, Pardo river watershed, native species.

## Sumário

1	Introdução Geral.....	9
2	Revisão de Literatura .....	10
2.1	Tipos de Alimentos .....	10
2.2	Salinidade .....	11
2.3	Transição ou condicionamento alimentar .....	12
2.4	Protease exógena .....	13
3	Referências .....	14
4	Artigos.....	18
4.1	Tipos e combinações de alimentos e salinidade da água na larvicultura de piabanha-do-Pardo <i>Brycon</i> sp. ....	19
4.2	Transição alimentar e protease exógena na larvicultura de piabanha-do-Pardo <i>Brycon</i> sp. ...	36
5	Conclusões Gerais .....	50

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A aquicultura cada vez mais se torna uma atividade economicamente importante, diversificando-se em uma gama de atuações, como a produção de carne, de peixes para aquário e para o repovoamento, esta com fins de recuperar estoques populacionais deteriorados, permitindo a perpetuação da espécie e manutenção da sua exploração pesqueira. No entanto, para tais propósitos, torna-se necessária a realização de pesquisas que envolvam o manejo da produção de peixe nas suas distintas fases de desenvolvimento. Dentre os diferentes estágios de vida dos peixes nativos, diversos autores afirmam que a larvicultura é considerada o ponto crítico da cadeia produtiva. Segundo Portella (2004), a larvicultura é ainda considerada uma fase difícil, pois a maioria das espécies neotropicais de interesse para piscicultura apresenta pequena reserva vitelínica e aparelho digestório morfológicamente incompleto no início da alimentação exógena.

Os primeiros estágios de vida dos peixes são caracterizados por processos de diferenciação funcional e morfológico que incluem modificações nos órgãos dos sentidos, nos sistemas respiratórios e enzimáticos, bem como na fisiologia digestória, o que leva a mudanças no requerimento de nutrientes (SEGNER *et al.*, 1993). O conhecimento detalhado das mudanças ocorridas no desenvolvimento, ligadas ao processo de assimilação do alimento, ingestão, digestão e crescimento, é útil no cultivo de peixes, especialmente no estágio larval, que é a fase que os animais iniciam a alimentação exógena e estão em rápido desenvolvimento. O início da alimentação exógena comanda a formação definitiva do fenótipo dos órgãos do trato alimentar (DABROWSKI 1989 *apud* VEGA-ORELLANA 2003). A alimentação exógena em alguns peixes inicia-se quando ocorre a depleção completa das reservas de vitelo (GISBERT & WILLIOT, 1997), enquanto em outros tem início antes (ATENCIO-GARCIA *et al.*, 2003).

Existe uma relação direta entre as características anatômicas e fisiológicas dos peixes com a natureza dos alimentos, as características do habitat e o estado nutricional dos indivíduos. Portanto, o conhecimento do manejo alimentar de uma determinada espécie de potencial aquícola, como a piabanha-do-Pardo *Brycon* sp., é de fundamental importância quando se pretende cultivá-la em cativeiro, bem como conservar o ambiente onde ela se encontra (SILVA, 2007), evitando o desperdício e eutrofização, possibilitando um efetivo repovoamento. Este trabalho teve como objetivo avaliar o manejo alimentar na larvicultura da piabanha-do-Pardo *Brycon* sp.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Tipos de Alimentos

A alimentação e nutrição larval mostram que organismos vivos são ótimas fontes nutricionais, promovem o crescimento e produzem larvas de excelente qualidade, com altas taxas de sobrevivência (TAVARES, 1993). Entretanto, o alto custo de produção e/ou manutenção (KOLKOVSKI, 2001), a variação na sua composição nutricional, potencial vetor de doenças e problemas de disponibilidade de mercado (VEGA-ORELLANA, 2003), constituição como fonte de possíveis competidores e predadores (CESTAROLLI *et al.*, 1997) dificultam a utilização de alimentos vivos na larvicultura, forçando os produtores a reduzir ao máximo o tempo de fornecimento desse tipo de alimento.

Dentre os organismos vivos utilizados na alimentação de larvas de peixes nativos, a *Artemia* sp. tem sido adotada como dieta de sucesso pelo bom valor nutricional e consequentemente vem proporcionando altos índices de desempenho nos cultivos (SOARES *et al.*, 2000). Segundo Hoshiba (2007), a *Artemia* sp. é um microcrustáceo que, em estado adulto, pode chegar a medir 17 a 18 mm. A fêmea possui, geralmente, um ovário com 10 a 30 ovócitos, podendo chegar a 70. Ela pode ser encontrada em grandes lagos de água salgada, denominadas salinas. Os cistos (ovos de resistência), quando secos, possuem uma forma aparentemente inerte e podem permanecer assim por longos períodos, em estado de criptobiose. Porém, em contato com a água do mar, os cistos se hidratam e tem início o desenvolvimento embrionário, tornando-se uma das mais importantes fontes de alimentação natural na aquicultura. Os náuplios (forma jovem da *Artemia* sp.), logo que eclodem, medem entre 400 e 500 micrômetros e têm uma cor levemente alaranjada a avermelhada. Luz e Zaniboni-Filho (2001) avaliaram diferentes dietas na primeira alimentação de larvas de *Pimelodus maculatus* e obtiveram melhor crescimento e sobrevivência com o uso de *Artemia* sp. Outra alternativa de alimento vivo seria a utilização de zooplâncton. Segundo Lavens e Sorgeloos (1996), o zooplâncton é composto por pequenos invertebrados. O ciclo anual de plâncton é constituído pela dinâmica populacional de várias espécies de fitoplâncton em resposta às variáveis ambientais como: temperatura, salinidade, fotoperíodo e intensidade luminosa, disponibilidade de nutrientes; portanto, populações de fitoplâncton e zooplâncton são intimamente ligadas em ciclo contínuo de aumento e declínio que persiste ao longo de milhões de anos de evolução. De acordo com os mesmos autores, há três vantagens evidentes no uso do zooplâncton selvagem como alimento vivo para o cultivo dos primeiros estágios

larvais de espécies de camarão ou peixe: 1 - como é fonte de alimento natural, pode-se esperar que sua composição atenda às necessidades nutricionais das larvas; 2 - a composição diversificada em termos de variedade de espécies, bem como estágios ontogenéticos, assegura que organismos (presas) de tamanho ideal estarão disponíveis a qualquer momento durante a larvicultura e 3 - dependendo da instalação de coleta do zooplâncton, geralmente nas proximidades dos laboratórios de incubação, pode haver um baixo custo envolvido em comparação aos custos de infraestrutura e produção de *Artemia* sp.

Senhorini *et al.* (2002), avaliando a alimentação com organismos zooplanctônicos do *Brycon cephalus* e *Brycon orbignyianus* em viveiros, concluíram que o zooplâncton cladócero foi o mais selecionado pelas duas espécies. Os autores também constataram que à medida que as larvas crescem, ocorre mudança no tipo de alimento capturado, sendo que algumas espécies de larvas de peixes passam da captura do zooplâncton menor para o zooplâncton maior e organismos como larvas e adultos de insetos. Entretanto, no cultivo em cativeiro dos gêneros *Salminus* e *Brycon*, a preferência dessas larvas é por larvas de outros peixes, como curimba, piauí, tambaqui, pacu, entre outros (SCHÜTZ *et al.*, 2008; MARINHO, 2007). Senhorini *et al.* (1998) manejaram a primeira alimentação de larvas de *B. cephalus* utilizando larvas de pacu e obtiveram altas taxas de sobrevivência na alevinagem. Resultado semelhante também foi encontrado por Atencio-Garcia *et al.* (2003), avaliando a primeira alimentação do *B. siebenthalae*; no entanto, os autores encontraram esses resultados utilizando larvas de pirapitinga como alimento vivo.

Barros e Martins (2011), avaliando os custos de produção em escala comercial das seguintes espécies de larvas forrageiras: pacu (*Piaractus mesopotamicus*), curimba (*Prochilodus lineatus*) e piauí (*Leporinus* sp.), concluíram que a espécie que apresentou melhor valor econômico para ser utilizada como fonte de alimento vivo para espécies carnívoras foi a curimba (*P. lineatus*).

## 2.2 Salinidade

Peixes que vivem na água doce sempre têm seus fluidos corpóreos mais concentrados do que o meio em que vivem (são hiperosmóticos em relação ao meio), de modo que enfrentam dois problemas básicos: entrada excessiva de água por osmose e perda de íons por difusão (BALDISSEROTTO, 2002). Segundo Wendelaar (1997), a concentração de sais no sangue de peixes adaptados à água doce é cem vezes mais alta que a encontrada na água.

Portanto, todo seu trabalho em termos de osmorregulação consiste em evitar a perda de íons e eliminar todo o excesso de água.

A manipulação dos peixes e larvas, como o confinamento, exposição aérea, transporte e manejos da piscicultura em geral, causam estresse nos animais, provocando o aumento dos batimentos cardíacos, expondo maior volume sanguíneo à água (BENDHACK, 2008), favorecendo o desequilíbrio osmótico no organismo dos animais. No início do desenvolvimento larval, parece claro que a função das brânquias está mais relacionada com osmorregulação do que com a respiração. Nessa fase, a pele é ainda mais que suficiente para suprir as necessidades respiratórias da larva, mesmo levando em conta a baixa eficiência da troca gasosa cutânea (BALDISSEROTTO, 2002).

Uma das estratégias que vêm sendo utilizadas com sucesso para diminuir o desequilíbrio osmótico dos peixes na aquicultura é o emprego do sal (Cloreto de Sódio), em distintas fases de desenvolvimento dos animais (BEUX & ZANIBONI-FILHO, 2007; LUZ *et al.*, 2008; BENDHACK, 2008). O emprego do sal também é comum na prevenção e tratamento de doenças (FONSECA *et al.*, 2008). O meio iso-osmótico proporciona menor custo osmorregulatório, disponibilizando mais energia para o animal combater os agentes patogênicos, além de manter a produção de muco (BENDHACK, 2008). No entanto, os peixes de água doce evoluíram para compensar esse desequilíbrio e para algumas espécies o sal pode ser um agente estressor, mesmo em baixos níveis (LUZ & SANTOS, 2008).

Além dos benefícios já citados, de acordo com Weingartner e Zaniboni-Filho (2004), a utilização de água salina durante a larvicultura de espécies de água doce também permite o uso de alimento vivo de alta qualidade oriundo dessas águas, como a *Artemia* sp. e o rotífero marinho *Brachionus plicatilis*, ambos amplamente utilizados na larvicultura de espécies de peixes marinhos. Em água doce, a *Artemia* sp. vive pouco tempo; a partir daí, morre e vai para o fundo do tanque, tornando-se, assim, menos disponível para a alimentação das larvas, além de deteriorar a qualidade da água.

### **2.3 Transição ou condicionamento alimentar**

Os principais obstáculos na larvicultura de espécies nativas como as do gênero *Brycon*, e outras espécies carnívoras, como o dourado, trairão, pintado e outras, são o canibalismo e a dificuldade em condicionar os animais a aceitar voluntariamente ração (MOURA *et al.*, 2000). Como solução para tal problema, Cyrino e Kubitza (2003) recomendam a realização da técnica de condicionamento alimentar ou transição alimentar,

que permite a modificação da dieta de larvas e alevinos, geralmente alimento vivo ou úmido por ração. Vega-Orellana *et al.* (2006), testando transição súbita, que consiste na substituição direta da alimentação natural por ração, e a transição gradual, na qual se substitui de forma gradativa a dieta natural pela ração, constataram que a transição alimentar gradual é mais eficiente, por proporcionar maiores índices de sobrevivência e crescimento aos animais.

Além dos argumentos acima citados, a realização da transição alimentar é de grande importância, pois determina o momento ideal do fornecimento da ração, possibilitando redução dos custos, através da retirada do alimento vivo ou natural da dieta o mais cedo possível e a não deterioração da qualidade da água de cultivo quando se fornece ração no período correto.

O tempo de transição, a proporção e o tipo de ingredientes utilizados nas dietas do condicionamento alimentar variam de acordo com a espécie em estudo (CAVERO *et al.*, 2003). Segundo Barcellos *et al.* (2000), é importante salientar que a modificação da dieta pode ser um fator estressante para o peixe; sendo assim, são muito importantes pesquisas envolvendo condicionamento alimentar para peixes.

## **2.4 Protease exógena**

Na primeira alimentação dos peixes, o sistema digestório não está totalmente funcional. Com a porção anterior do trato digestivo não diferenciado, a digestão dos alimentos ingeridos na fase larval ocorre no intestino a pH alcalino, no qual a enzima predominante é a tripsina (KOLKOVSKI, 2001). No entanto, em algumas espécies nem mesmo a tripsina é encontrada (SEGNER *et al.*, 1989). Para os peixes que não possuem enzimas digestivas em quantidades suficientes, alguns autores sugerem que as larvas dessas espécies utilizam enzimas a partir de sua presa (alimento vivo) para facilitar o processo de digestão, o que diminui de importância quando o sistema digestório apresenta-se totalmente desenvolvido (KOLKOVSKI, 2001).

Dentre os fatores que contribuem para o insucesso da utilização de ração na alimentação de larvas de peixes destacam-se o baixo estímulo visual, tamanho das partículas (TESSER *et al.*, 2006) e a baixa organização do trato digestório das larvas, o que resulta em reduzida atividade enzimática (DABROWSKI, 1984 *apud* TESSER *et al.*, 2006). Uma alternativa que vem sendo sugerida por alguns pesquisadores (SOARES *et al.*, 2008; NUNES *et al.*, 2006; KOLKOVSKI *et al.*, 1993; TESSER *et al.*, 2006) é a inclusão de enzimas exógenas na dieta dos animais. As enzimas exógenas são fornecidas aos animais com a

finalidade de melhorar o aproveitamento dos nutrientes alimentares por meio da transformação de componentes complexos em nutrientes mais facilmente absorvíveis e diminuindo a sua excreção no ambiente. No entanto, a escolha das enzimas que devem ser adicionadas em dietas para peixes deve levar em consideração a produção endógena de enzimas e a formulação da dieta (LUDKE *et al.*, 2002). O efeito das enzimas digestivas exógenas depende da idade, da espécie, do tipo de enzima utilizada, bem como do hábito alimentar do peixe (KOLKOVSKI, 2001).

### 3 REFERÊNCIAS

ATENCIO-GARCÍA, V.; ZANIBONI-FILHO, E.; PARDO-CARRASCO, S.; ARIAS-CASTELLANOS, A. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 61-72, 2003.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 212 p.

BARCELLOS, L. J. G.; SOUZA, S. M. G.; WOEHLE, V. M. Estresse em peixes: fisiologia da resposta ao estresse, causas e conseqüências (Revisão). **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 99-111, 2000.

BARROS, A. F.; MARTINS, M. I. E. G. Custo de produção de três espécies de peixes de larvas forrageiras. In. Centro de Aquicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal, SP. Disponível em:  
<[http://www.caunesp.unesp.br/eventos/VII%20Reuniao/CD/resumos/Analise\\_Economica/barros.pdf](http://www.caunesp.unesp.br/eventos/VII%20Reuniao/CD/resumos/Analise_Economica/barros.pdf)>. Acesso em: 14 de junho de 2011.

BENDHACK, F. **Respostas fisiológicas do matrinxã *Brycon amazonicus* após mudança de ambientes com diferentes concentrações de sais de cálcio e de sódio**. 2008. 97p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Jaboticabal, 2008.

BEUX, L. F.; ZANIBONI-FILHO, E. Survival and the Growth of Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) Post-larvae on Different Salinities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Paraná, v. 50, n. 5, p. 821-829, 2007.

CAVERO, B. A. S.; ITUASSÚ, D. R.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; BORDINHON, A. M.; FONSECA, F. A. L.; ONO, E. A. Uso de alimento vivo como dieta

inicial no treinamento alimentar de juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 1011-1015, 2003.

CESTAROLLI, M. A.; PORTELLA, M. C.; ROJAS, N. E. T. Efeito do nível de alimentação e do tipo de alimento na sobrevivência e no desempenho inicial de larvas de Curimatá *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 24, p. 119-129, 1997.

CYRINO, J. E. P.; KUBITZA, F. Diets for feed training peacock bass *cichla* sp. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 609-613, 2003.

FONSECA, A. P.; MOTOYAMA, I. S.; POUHEY, J. L. O. F.; ROBALDO, R. B. Efeito da salinidade na sobrevivência e crescimento de larvas de jundiá *Rhamdia cf. Quelen*. In: Universidade Federal de Pelotas, 2008. Disponível em: <[http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CA/CA\\_01900.pdf](http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CA/CA_01900.pdf)>. Acesso em 21 de abril de 2011.

GISBERT, E.; WILLIOT, P. Larval behaviour and effect of the timing of initial feeding on growth and survival of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) larvae under small scale hatchery production. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 156, p. 63-76, 1997.

HOSHIBA, M. A. **Enriquecimento da alimentação das larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) com aminoácidos. Influência no crescimento inicial e sobrevivência das larvas.** 2007. 103p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

KOLKOVSKI, S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles – implications and applications to formulated diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 200, p. 181-201, 2001.

LAVENS, P.; SORGELOOS, P. **Manual on the production and use of live food for aquacultures.** FAO Fisheries Technical Paper, Roma, n. 36, 295p, 1996.

LUDKE, M. C. M. M.; LOPEZ, J.; LUDKE, J. V. Fitase em dietas para suínos em crescimento: Impacto ambiental. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 97-102, 2002.

LUZ, R. K; MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, R. M.; PEDRO, N.; DELGADO, M. J. Growth, food intake regulation and metabolic adaptations in goldfish (*Carassius auratus*) exposed to different salinities. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 276, p.171-178, 2008.

LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E. Avaliação da tolerância de larvas do pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Pisces: Siluriformes) a diferentes salinidades. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 345-350, 2008.

LUZ, R. K.; ZANIBONI-FILHO, E. Utilização de diferentes dietas na primeira alimentação do mandi amarelo (*Pimelodus maculatus*, Lacépède). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 483-489, 2001.

MARINHO, S. A. M. **Sobrevivência e crescimento de larvas de surubim *Pseudoplatystoma corruscans* (spix & agassiz, 1829) sob diferentes condições alimentares.** 2007. 80p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

MOURA, M. A. M.; KUBITZA, F.; CYRINO, J. E. P. Feed training of peacock bass (*cichla* sp.). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 4, p. 645-654, 2000.

NUNES, E. S. S.; CAVERO, B. A. S. PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 139-143, 2006.

PORTELLA, M. C. Técnicas de criação intensiva de larvas de peixes neotropicais: situação atual e perspectivas. In: *Anais... SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA*: ed. José Eurico Possebon Cyrino e Elizabeth Criscuolo Urbinat – Vitória, 2004, p. 35. (Resumos).

SCHÜTZ, J. H.; WEINGARTNER, M.; ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A. P. O. Crescimento e sobrevivência de larvas de suruvi *steindachneridion scriptum* nos primeiros dias de vida: influência de diferentes alimentos e fotoperíodos. **Boletim Instituto Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 443 - 451, 2008.

SEGNER, H.; ROSCH, R.; SCHMIDT, H.; VON-POEPPINGHAUSEN, K. J. Digestive enzymes in larval *Coregonus lauaretus* L. **Journal of Fish Biology**, London, v. 35, p. 249-263, 1989.

SEGNER, H.; RÖSCH, R.; VERRETH, J.; WITT, U. Larval nutrition physiology: Studies with *Clarias gariepinus*, *Coregonus Lavaretus* and *Scophthalmus maximus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 24, n. 2, p. 121-134, 1993.

SENHORINI, J. A.; GASPAR, L. A.; FRANSOZO, A. Crescimento, sobrevivência e preferência alimentar de larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*) e de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) em viveiros. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 15, p. 9-21, 2002.

SENHORINI, J. A.; MANTELATTO, F. L. M.; CASANOVA, S. M. C. Growth and survival of larvae of the amazon species "Matrinxã", *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae), in larviculture tanks of Brazil. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 11, n. 1, p.13-28, 1998.

SILVA, S. A. A. **Dieta natural de *Brycon* sp. n. "Cristalino" – matrinxã no Parque Estadual Cristalino, região norte de Mato Grosso**. 2007. 75p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; GONÇALVES, G. S.; et al. Plâncton, *Artemia* sp, dieta artificial e suas combinações no desenvolvimento e sobrevivência do quinguio (*Carassius auratus*) durante a larvicultura. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 2, p. 383-388, 2000.

TAVARES, L. H. S. Análise da seletividade alimentar em larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tambacu (híbrido, pacu - *Piaractus mesopotamicus* – e tambaqui - *Colossoma macropomum*) sobre os organismos aquáticos. **Acta limnologica brasiliensia**, São Carlos, v. 6, p. 114-1132, 1993.

TESSER, M. B.; FLORES-QUINTANA, C. I.; CARNEIRO, D. J.; JUNIOR, J. M. P.; PORTELLA, M. C. Suplementação de enzimas exógenas em dieta microparticulada para larvicultura do pacu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2211-2218, 2006.

VEGA-ORELLANA, O. M. **Larvicultura do dourado (*Salminus brasiliensis*): desenvolvimento ontogenético de proteinases digestórias e transição alimentar**. 2003. 69p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis, 2003.

VEGA-ORELLANA, O. M.; FRACALOSSO, D. M.; SUGAI, J. K. Dourado (*Salminus brasiliensis*) larviculture: Weaning and ontogenetic development of digestive proteinases. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 252, p. 484–493, 2006.

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

WENDELAAR, S. E. B. The stress response in fish. **Physiological Reviews**, Baltimore, v. 77, n. 3, p. 591-625, 1997.

#### **4 Artigos**

**Tipos e combinações de alimentos e salinidade da água na larvicultura de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp.**

**Transição alimentar e protease exógena na larvicultura de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp.**

#### 4.1 Tipos e combinações de alimentos e salinidade da água na larvicultura de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp.

**Resumo:** Larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. foram submetidas a dois experimentos. No primeiro avaliaram-se seis dietas: *Artemia* sp., plâncton, ração, ração + *Artemia* sp., ração + plâncton, larvas de *Prochilodus* sp. (curimba); no segundo, quatro salinidades de água (0, 2, 4 e 6‰), ambos experimentos em delineamento inteiramente casualizado, com duração de dez dias. A biomassa, sobrevivência, comprimento total, peso e taxa de crescimento específico foram mensurados ao final dos experimentos; já os parâmetros de qualidade de água, temperatura, oxigênio, pH e condutividade elétrica foram aferidos a cada três dias. O alimento larva de curimba resultou em maior sobrevivência (47,2%) e biomassa (2,5g) do que os demais tipos, que foram similares entre si. Já os demais parâmetros - peso, comprimento e a taxa de crescimento específico não diferiram entre si, para as larvas alimentadas com os diversos tipos de alimento. As larvas submetidas às salinidades apresentaram melhores resultados, sendo que as cultivadas sob 2‰ diferiram ( $p < 0,05$ ) das cultivadas a 0‰, apresentando maiores sobrevivência (52,5 contra 6,6%) e biomassa (0,49 contra 0,23g). Conclui-se que a utilização de larvas de curimba como dieta é o mais adequado e recomenda-se salinizar a água com 2‰, caso seja fornecida *Artemia* sp. como alimento.

**Palavras-chave:** Bacia do rio Pardo, espécie nativa, manejo alimentar, potencial de cultivo.

#### Type and combinations of food and water salinity on the larviculture of piabanha-do-Pardo *Brycon* sp.

**Abstract:** The piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. Larvae were submitted to two experiments. At first we evaluated six diets: *Artemia* sp., plankton, ration, ration + *Artemia* sp., ration + plankton, larvae of *Prochilodus* sp. (curimba) and in the second, four water salinities (0, 2, 4 and 6‰), both in a completely randomized experiment, which lasted ten days. Biomass, survival, length, weight and specific growth rate were measured at the end of the experiments, and the parameters of water quality, temperature, oxygen, pH and electrical conductivity were measured every three days. Food curimba larvae resulted in higher survival (47.2%) and biomass (2.5 g) than other types, which were similar. As for the other parameters, weight, length and specific growth rate did not differ for larvae fed with different types of food. Larvae subjected to salinity showed better results, and those grown in 2 ‰ differed ( $p < 0.05$ ) of that cultivated at 0‰, due to the higher survival (52.5 compared with 6.6%) and biomass (0.49 against 0.23 g). We conclude that the use of curimba larvae diet is the most suitable and it is recommended to salinizing the water with 2 ‰, if provided *Artemia* sp. as food.

**Keywords:** Pardo river basin, native species, food maneuver, aquaculture.

## INTRODUÇÃO

A pesca e aquicultura brasileira adquiriram na última década emergente atenção por parte dos governantes, passando a ter maior representatividade para a população. Estudos sobre reprodução, manejo e alimentação das espécies nativas passam a ser fundamentais para a manutenção da ictiofauna brasileira, que vem sofrendo grande pressão em decorrência da pesca predatória e degradação ambiental. Além disso, esses estudos são de grande valia para que a aquicultura nacional venha a tornar-se uma atividade economicamente viável.

Em razão das características do gênero *Brycon*, muitas das espécies encontram-se sob algum grau de ameaça de extinção, em virtude da construção de barragens hidroelétricas que impedem a sua migração reprodutiva pelo desmatamento ciliar, que reduz a disponibilidade do seu alimento natural, somado à deterioração da qualidade da água pela poluição, além de outros fatores.

A biodiversidade da região onde se insere o rio Pardo é pouco conhecida. Entre os Estados de Minas Gerais e Bahia, a cadeia de montanhas é rica em ambientes aquáticos, cabeceiras de várias bacias hidrográficas e endemismos de espécies animais. O difícil acesso a algumas regiões, somado ao interesse reduzido em explorar ambientes de cabeceira, contribuem para a ausência de conhecimento sobre a ictiofauna dessa cadeia com características tão peculiares. A falta de conhecimento é tamanha que ainda não se tem a certeza da espécie em questão, sendo a piabanha-do-Pardo conhecida como *Brycon* sp. (ALVES et al., 2008).

A piabanha do Rio Pardo *Brycon* sp. é apontada como uma espécie potencial para a piscicultura, pois possui carne saborosa, excelente resposta à reprodução induzida, boa aceitação da alimentação artificial e ótimo condicionamento à criação em cativeiro. Além do mais, desenvolver tecnologia para a produção de larvas de peixes nativos tem sido uma necessidade, principalmente porque trabalhos desenvolvidos com larvas têm mostrado que esse estágio de vida do peixe é um entrave para a piscicultura em larga escala, caso do pintado (BEHR, 1997), *Brycon cephalus* (GOMES et al., 2000) e piracanjuba (PEDREIRA & SIPAÚBA-TAVARES, 2002).

No caso da piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. e, assim como outras espécies do gênero *Brycon* que apresentam conduta canibal elevada, é de fundamental importância a utilização de alimento vivo na dieta das larvas para que se tenha êxito na produção. Kubitza (2003) enfatizou a importância do alimento natural na fase de larvicultura, que apresenta grande valor nutricional e com o qual os peixes em ambientes naturais conseguem balancear suas

dietas, escolhendo itens que melhor supram suas exigências. Porém, quando o cultivo é realizado em cativeiro, há necessidade de selecionar um alimento que satisfaça essas exigências. As larvas da maioria das espécies de peixes não aceitam dietas artificiais, e as que o fazem não apresentam índices de desenvolvimento satisfatórios, por possuírem sistema digestório pouco desenvolvido. O fornecimento de alimento com alto valor biológico, característica da maioria dos organismos planctônicos, é de grande importância para assegurar êxito durante a fase inicial (FURUYA *et al.*, 1999). Larvas de peixes forrageiros de fácil reprodução e grande produtividade, como as espécies de curimba *Prochilodus* sp., têm sido utilizadas como alimento durante a larvicultura de muitas espécies de peixes de água doce e consideradas como um excelente alimento para os estágios iniciais dos peixes (SCHTÜZ & NUÑER, 2007). No entanto, o alto custo e a dificuldade em encontrar produtos adequados para a realização da reprodução induzida em peixes vêm forçando os larvicultores a procurar alimentos vivos alternativos para a produção, entre os quais se destaca o microcrustáceo *Artemia* sp., em razão da facilidade de produção e excelente valor nutricional (VERISCHELE *et al.*, 1990). Entretanto, por ser um organismo de origem marinha, a sua sobrevivência é bastante reduzida quando mantido em água doce. Uma alternativa para melhor aproveitamento dos náuplios pelas larvas de peixes de água doce é a realização da larvicultura em águas ligeiramente salinizadas, que também pode ser útil na prevenção e controle de doenças (SANTOS *et al.*, 2010).

Objetivou-se com este estudo avaliar tipos e combinações de alimentos e salinidade da água na larvicultura de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Dois experimentos foram realizados no setor de piscicultura da Usina Hidrelétrica Machado Mineiro, da CEMIG, no município de Águas Vermelhas (- 15°44' S e - 41°27' W), norte de Minas Gerais. Para a realização de ambos os experimentos, foram utilizadas larvas provenientes de reprodução induzida de reprodutores, capturadas na Bacia do Rio Pardo. Após o processo de fertilização, foi realizado um acompanhamento da evolução dos ovos e larvas, para determinar o momento em que as larvas apresentassem movimentos natatórios horizontais e abertura da boca. Nesse momento as larvas apresentavam reduzida quantidade de saco vitelínico, sendo uma amostra de 15 animais fixada em formol 10% para posterior biometria.

### **Experimento 1 – Tipos e combinações de alimentos**

Foi realizado durante o período de 3 a 13 de dezembro de 2009. Foram utilizadas larvas com peso e comprimento total médio de  $2,4 \pm 0,02$  mg e  $7,82 \pm 0,46$  mm, respectivamente. Os animais foram contados individualmente e transferidos aleatoriamente para 18 aquários com 4 L de água cada, na densidade de estocagem de 15 larvas/L, totalizando 60 indivíduos/aquário, providos de aeração constante e fotoperíodo natural.

Larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. foram submetidas às seguintes alimentações: náuplios de *Artemia* sp., plâncton, ração, ração + *Artemia* sp., ração + plâncton, larvas de *Prochilodus* sp. (curimba).

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, composto de três repetições por tratamento.

Os alimentos foram fornecidos à vontade, três vezes ao dia, às 8 h, 12 h e 16 h, procurando-se sempre observar se havia excesso de alimento.

O plâncton foi coletado diariamente em tanque externo com uma rede coletora com malha de 65  $\mu$ m. Para a obtenção dos náuplios de *Artemia* sp. utilizaram-se 12,5 g de cistos, que passaram por processo de hidratação, lavagem com hipoclorito e, posteriormente, postas para eclodir em incubadoras com capacidade para 5 L, dotadas de aeração constante, abastecidas com água com salinidade de 30‰. Após 24 horas, realizou-se concentração em peneira e lavagem dos náuplios; em seguida eles foram contados para a estimativa da densidade e posteriormente fornecidos às larvas. Foi utilizada ração comercial em pó para pós-larvas de peixes, contendo: PB – mínimo 55%; Lipídio – mínimo 4%; FB – máximo 6%; umidade – máximo 10%; Matéria mineral – máximo 18%; Cálcio – máximo 5% e Fósforo – mínimo 1,5%.

### **Experimento 2 – Salinidade da água**

Foi conduzido durante o período de 13 a 23 de janeiro de 2010. Foram utilizadas larvas com peso e comprimento total médio de  $2,2 \pm 0,03$  mg e  $7,77 \pm 0,48$  mm, respectivamente. Os animais foram contados individualmente e transferidos aleatoriamente para 12 aquários com 4 L de água cada, na densidade de estocagem de 15 larvas/L, totalizando 60 indivíduos/aquário providos de aeração constante e fotoperíodo natural.

As larvas foram cultivadas nas seguintes salinidades: 0, 2, 4 e 6‰.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, composto de três repetições por tratamento.

Náuplios de *Artemia* sp. foram fornecidos à vontade, três vezes ao dia, às 8 h, 12 h e 16 h, procurando-se sempre observar se havia excesso de alimento. Para a obtenção dos náuplios de *Artemia* sp. foram realizados os mesmos procedimentos do experimento 1.

### **Protocolo de rotina (manejo) comum a ambos os experimentos**

Em ambos os experimentos realizou-se diariamente sifonagem da água dos aquários para retirar sobras de alimentos e fezes, sendo substituído cerca de 30% do volume de água de cada unidade experimental.

Os parâmetros físico-químicos da água, temperatura (C°), oxigênio dissolvido (mg/L), pH e condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) foram monitorados a cada três dias antes da limpeza.

Ao final dos experimentos, as larvas foram pesadas e contadas para determinação da biomassa e taxa de sobrevivência, respectivamente, sendo posteriormente insensibilizadas e fixadas em formol 10%, para determinação do peso (mg) em balança analítica (precisão de 0,1 mg) e comprimento total (mm), medido com o auxílio de um paquímetro (precisão de 0,02 mm), a partir de quinze exemplares de cada unidade experimental. Com os resultados médios de peso inicial ( $P_{t_i}$ ) e peso final ( $P_{t_f}$ ) de cada repetição, foi calculada a taxa de crescimento específico pela expressão:  $TCE = 100 (\ln P_{t_f} - \ln P_{t_i}) / \Delta t$ , considerando  $\Delta t$  a duração em dias entre as amostragens.

### **Análise dos dados**

Os dados de qualidade de água, sobrevivência, peso, biomassa, comprimento total e taxa de crescimento específico foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo os valores das médias comparados por teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **Tipos e combinações de alimentos**

As larvas de piabanha-do-Pardo iniciaram a alimentação exógena somente após a reserva vitelínica apresentar-se praticamente esgotada, fato ocorrido entre 24 a 48 horas após a eclosão. Esse resultado está de acordo com o encontrado por Gisbert e Williot (1997), no entanto, difere do encontrado por Atencio-Garcia *et al.* (2003), que observaram que o *Brycon siebenthalae* iniciou a alimentação exógena quando ainda havia abundante reserva vitelínica. As melhores biomassas e sobrevivências (Tabela 1) foram obtidas quando as piabanhas foram alimentadas com larvas de curimba. Os dados estão de acordo com os encontrados na primeira

alimentação do yamu *B. siebenthalae* (ATENCIO-GARCIA *et al.*, 2003) e de dourado *Salminus brasiliensis* (SCHÜTZ & NUÑER, 2007), que constataram que o emprego de larvas forrageiras proporciona melhor desempenho dos animais.

Tabela 1 – Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) de peso final (Peso), comprimento total (CT), sobrevivência (S), biomassa e taxa de crescimento específico (TCE) de larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. submetidas a diferentes dietas.

Dietas	Peso (mg)	CT (mm)	S (%)	Biomassa (g)	TCE
Náuplios de <i>Artemia</i> sp.	87,8 $\pm$ 1,89 <sup>a</sup>	20,9 $\pm$ 1,18 <sup>a</sup>	8,3 $\pm$ 7,63 <sup>b</sup>	0,1 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	36,0 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>
Plâncton	87,8 $\pm$ 2,51 <sup>a</sup>	19,4 $\pm$ 0,88 <sup>a</sup>	4,4 $\pm$ 1,92 <sup>b</sup>	0,1 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	35,9 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>
Ração	-	-	-	-	-
Ração + <i>Artemia</i> sp.	88,2 $\pm$ 1,45 <sup>a</sup>	21,0 $\pm$ 1,21 <sup>a</sup>	1,6 $\pm$ 0,0 <sup>b</sup>	0,08 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	36,0 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>
Ração + Plâncton	85,7 $\pm$ 12,56 <sup>a</sup>	20,0 $\pm$ 1,11 <sup>a</sup>	2,2 $\pm$ 0,95 <sup>b</sup>	0,1 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	35,6 $\pm$ 1,48 <sup>a</sup>
Larvas de curimba	89,1 $\pm$ 6,37 <sup>a</sup>	21,6 $\pm$ 1,02 <sup>a</sup>	47,2 $\pm$ 7,51 <sup>a</sup>	2,5 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>	36,1 $\pm$ 0,71 <sup>a</sup>
CV(%)	7,39	5,28	38,24	43,95	2,10

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<5%).

- Mortalidade de todos os indivíduos.

CV = Coeficiente de variação.

Para melhorar o crescimento (peso e comprimento) e a sobrevivência, amenizando o canibalismo na larvicultura de *Brycon*, larvas de outras espécies vêm sendo utilizadas como alimento, caso das de tambaqui *Colossoma macropomum* (MENDONÇA, 1994; PIOVEZAN, 1994), de pacu *Piaractus mesopotamicus* (MENDONÇA, 1994) e de curimba *Prochilodus marginatus* (CECCARELLI & SENHORINI, 1996; CECCARELLI & VOLPATO, 1996). Isso pode ser explicado pelo melhor custo/benefício ao se capturar presas de grande porte, o que acontece com a larva de piabanha em decorrência de sua grande abertura da boca e a excelente percepção visual. Portanto, presas maiores proporcionam desempenho mais eficiente dos animais. Entretanto, Saccol-Pereira e Nuñez (2003), testando diferentes dietas (*Artemia* sp., ração comercial e larva de curimatá) na larvicultura de piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, concluíram que as dietas não influenciaram no desempenho dos animais.

O emprego de ração como único alimento levou à mortalidade todos os animais no quinto dia experimental. Resultado semelhante foi obtido para larvas de matrinxã, *Brycon cephalus* por Lopes *et al.* (1994) e para larvas de pintado, *Steindachneridion* sp., por Feiden *et*

al. (2005). Trabalhando com larvicultura de quinguio, *Carassius auratus*, Soares *et al.* (2000) também relataram mortalidade total para os animais alimentados somente com dieta artificial. Os mesmos autores afirmaram que poucas espécies de peixes apresentam larvas que aceitam ou se desenvolvem satisfatoriamente com alimento inerte ou artificial, provavelmente porque nessa fase de vida os animais não possuem sistema digestório e enzimático bem desenvolvido. Além de o alimento inerte não ser tão bem percebido e despertar o interesse por efetiva captura pela larva, como alimento vivo (TESSER & PORTELLA, 2006).

Para uma boa parte das larvas de Characiformes, ordem na qual os *Brycon* se encontram, o alimento vivo é necessário nos primeiros dias de vida, e a ração como única fonte de alimento é inadequada, pois algumas espécies não têm a capacidade de digerir-la minimamente, resultando em baixa sobrevivência e baixo desempenho, caso das larvas de matrinxã *Brycon cephalus* (CECCARELLI & SENHORINI, 1996; LOPES *et al.*, 1994), pacu *P. mesopotamicus* (SIPAÚBA-TAVARES & BRAGA, 1999), tambaqui *C. macropomum* (SIPAÚBA-TAVARES & ROCHA, 1994) e também de alguns Siluriformes, como o surubim-do-iguaçu *S. melanodermatum* (FEIDEN *et al.*, 2006) e pacamã *Lophiosilurus alexandri* (PEDREIRA *et al.*, 2008).

O resultado encontrado neste estudo é importante pelo fato de as larvas não terem aceitado ração nos primeiros dias de vida, o que nos permite evitar o desperdício de ração e a não degradação da qualidade da água na qual se encontram as larvas. Por esse motivo, em algumas larviculturas tem-se ofertando ração, não no primeiro dia, mas ao longo desse cultivo.

Outro fato constatado nos tratamentos em que foi utilizada ração foi a alteração na qualidade da água, aumentando a sua acidez (Tabela 2). Esses resultados corroboram os encontrados por Pedreira *et al.* (2008) que, avaliando o fornecimento de ração na larvicultura de pacamã *Lophiosilurus alexandri*, concluíram que a ração diminuiu o pH da água, deteriorando sua qualidade. Os autores verificaram que o acréscimo da ração, apesar de não ter alterado o rendimento de modo geral, promoveu uma maior variabilidade da sobrevivência e biomassa, de maneira que em alguns aquários a sobrevivência era alta e em outros, baixa, apresentando altas mortalidades, enquanto que as larvas alimentadas somente com alimento vivo mantinham valores elevados e homogêneos de sobrevivência e biomassa; em suma, o alimento vivo é mais adequado ao cultivo. Então, faz-se necessária a monitoração da qualidade da água que, quando apresenta bruscas variações, é responsável por altos índices de mortalidade ou quedas de rendimento nas larvas de peixes (AULD & SCHUBEL, 1978).

Tabela 2 – Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos da água obtidos durante o experimento com larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. submetidas a diferentes dietas.

Dietas	Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	pH
Náuplios de <i>Artemia</i> sp.	458,3 $\pm$ 25,73 <sup>a</sup>	7,2 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>
Plâncton	39,8 $\pm$ 0,43 <sup>c</sup>	7,0 $\pm$ 0,07 <sup>c</sup>
Ração	35,6 $\pm$ 1,18 <sup>c</sup>	6,8 $\pm$ 0,01 <sup>d</sup>
Ração + <i>Artemia</i> sp.	205,5 $\pm$ 5,82 <sup>b</sup>	7,0 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>
Ração + Plâncton	44,1 $\pm$ 0,64 <sup>c</sup>	6,9 $\pm$ 0,01 <sup>d</sup>
Larvas de curimba	39,7 $\pm$ 0,64 <sup>c</sup>	7,4 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>
CV(%)	7,87	0,63

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 5\%$ ).  
CV = Coeficiente de variação.

Já a temperatura e oxigênio dissolvido apresentaram valores médios de  $23,5 \pm 0,4^\circ\text{C}$  e  $7,2 \pm 0,3$  mg/L em todos os tratamentos, valores esses dentro da faixa de conforto para a espécie, assim como para outras espécies do mesmo gênero (REYNALTE-TATAJE *et al.*, 2004).

Não houve diferença estatística entre o peso médio final, comprimento médio total e taxa de crescimento específico entre os tratamentos. Pode-se supor que os indivíduos que foram alimentados com náuplios de *Artemia* sp., plâncton, ou ambos os alimentos consorciados com ração, teriam agido como predadores de seus congêneres e, conseqüentemente, atingiram um bom crescimento final. Em contrapartida, esses tratamentos apresentaram baixa sobrevivência. Semelhantemente Pedreira *et al.* (2008), concluíram que o acréscimo de ração na dieta não melhorou o desempenho de larvas de pacamã *Lophiosilurus alexandri*, evidenciando a baixa ou a falta de capacidade das larvas em assimilar a ração ofertada. Lopes *et al.* (1994) verificaram que o acréscimo de ração ao plâncton prejudicou o crescimento de larvas de matrinxã *Brycon cephalus*. No entanto, alguns autores constataram que o acréscimo de ração ao plâncton ou *Artemia* sp. proporcionou melhores condições de criações na larvicultura de distintas espécies de peixes, como no caso do quinguio *Carassius auratus* (SOARES *et al.*, 2000), surubim-do-iguaçu *Steindachneridion melanodermatum* (FEIDEN *et al.*, 2006) e mandi-pintado *Pimelodus britskii* (DIEMER *et al.*, 2010).

O sucesso na obtenção inicial de larvas não garante a criação do gênero *Brycon* em cativeiro, pois a partir de 32 a 35 horas após a eclosão tornam-se canibais, resultando em até 99% de perda, caso esses animais sejam manejados de maneira incorreta (ROMAGOSA *et*

*al.*, 2001). O canibalismo é uma estratégia de alimentação que ocorre mais provavelmente em períodos de recursos alimentares limitados, sendo comum em larvas do gênero *Brycon* (KUBITZA, 2003).

A utilização de náuplios de *Artêmia* sp. e plâncton como primeira fonte alimentar para larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. mostrou-se pouco eficiente, o que possivelmente favoreceu o canibalismo e a baixa sobrevivência em ambos os tratamentos. Isto pode ser explicado, pois as comunidades zooplancônicas apresentam variabilidade em sua composição, que podem conter organismos predadores, competidores e heterogeneidade no tamanho dos micro-organismos (CESTAROLLI *et al.*, 1997). Já os náuplios de *Artemia* sp., apesar de gerarem resultados similares ao plâncton como alimento vivo, pode ser uma boa opção para as larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp., pois apresenta tamanho homogêneo, é rica em aminoácidos essenciais, ácidos graxos, vitaminas, minerais; exerce importante papel pigmentante (FARIA *et al.*, 2006) e também é de fácil produção a nível laboratorial. Larvas de espécies nativas de peixes, que apresentam canibalismo, têm preferência alimentar por larvas de peixes forrageiros, como curimba *Prochilodus* sp., quando comparada com a ingestão de *Artemia* sp.. No entanto, a utilização de náuplios de *Artemia* sp. faz-se necessária em razão do seu menor custo de produção e praticidade quando comparada à de larvas de curimba *Prochilodus* sp. (LUZ *et al.*, 2000). O uso de larvas forrageiras produz melhor efeito sobre o crescimento para larvas de espécies nativas; entretanto, pode-se utilizar *Artemia* sp. como alternativa satisfatória para a alimentação desses animais na fase larval (SCHÜTZ *et al.*, 2008; LUZ & ZANIBONI-FILHO, 2001), ao contrário do observado no presente estudo.

### **Salinidade da água**

De acordo com a Tabela 3, a sobrevivência e biomassa dos animais foram influenciadas positivamente por todos os níveis de salinidades utilizados, tendo a salinidade de 2‰ uma ligeira vantagem sobre o cultivo em 0‰, provavelmente pela maior distribuição do alimento na coluna d'água e maior tempo de sobrevivência dos náuplios de *Artemia* sp., que promoveu um maior tempo de alimentação das larvas de piabanha, que são atraídas pelas presas em movimento, principalmente nos primeiros dias de vida, quando a capacidade visual é reduzida.

Tabela 3 – Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) de peso, comprimento total (CT), sobrevivência (S), biomassa e taxa de crescimento específico (TCE) de larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. submetidas às salinidades.

Salinidade da água (‰)	Peso (mg)	CT (mm)	S (%)	Biomassa (g)	TCE (%)
0,0	69,7 $\pm$ 34,04 <sup>a</sup>	18,2 $\pm$ 2,79 <sup>a</sup>	6,6 $\pm$ 3,33 <sup>b</sup>	0,23 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	32,8 $\pm$ 4,93 <sup>a</sup>
2,0	16,1 $\pm$ 1,79 <sup>b</sup>	13,0 $\pm$ 0,29 <sup>b</sup>	52,5 $\pm$ 5,83 <sup>a</sup>	0,49 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	19,0 $\pm$ 1,12 <sup>b</sup>
4,0	14,9 $\pm$ 1,63 <sup>b</sup>	12,7 $\pm$ 0,33 <sup>b</sup>	45,0 $\pm$ 16,07 <sup>a</sup>	0,39 $\pm$ 0,12 <sup>ab</sup>	18,2 $\pm$ 1,10 <sup>b</sup>
6,0	12,9 $\pm$ 2,41 <sup>b</sup>	12,5 $\pm$ 0,77 <sup>b</sup>	46,6 $\pm$ 14,81 <sup>a</sup>	0,35 $\pm$ 0,08 <sup>ab</sup>	16,7 $\pm$ 1,95 <sup>b</sup>
CV(%)	60,14	10,30	30,32	20,58	12,74

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<5%).

Esses dados corroboram os encontrados por Luz & Santos (2008) que, avaliando a tolerância de larvas de pacamã *Lophiosilurus alexandri* a diferentes salinidades da água durante o desenvolvimento inicial, recomendam utilizar salinidade da água em no máximo 4 ‰. No entanto, para larvas com 8 e 12 dias de eclosão, os autores verificam que pode-se utilizar salinidade até 6‰. Entretanto, de acordo com Santos *et al.* (2010), a salinidade da água pode ser prejudicial para o desenvolvimento de larvas de pacamã *Lophiosilurus alexandri* durante a alimentação endógena, pois elas direcionam energia para outros processos metabólicos e/ou fisiológicos, prejudicando seu desenvolvimento. Sendo assim, é válido afirmar que a resposta dos animais a diferentes gradientes de salinidades pode variar de acordo com a espécie (LUZ *et al.*, 2004) e também com a idade. Altinok e Grizzle (2001), avaliando o efeito da salinidade da água sobre o desempenho de seis espécies na fase jovem, constataram que a salinização da água é prejudicial para “channel catfish” *Ictalurus punctatus* e “goldfish” *Carassius auratus*. No entanto, para larvas de trairão *Hoplias lacerdae* (LUZ & PORTELLA, 2002) e matrinxã *Brycon cephalus* (LUZ *et al.*, 2004), não verificaram diferença no crescimento e ganho de peso dos animais cultivados em água doce quando comparados aos cultivados em água salinizada.

O melhor equilíbrio osmótico entre os animais e o meio também pode ter favorecido os tratamentos com água salina. Peixes de água doce são hiperosmóticos em relação ao meio. Desse modo, perdem íons com facilidade; no entanto, em ambiente salino, a perda de íons é dificultada e, ao mesmo tempo, o sal evita a proliferação de patógenos, o que diminui o estresse e a probabilidade de mortalidade dos animais (BALDISSEROTTO, 2002). Fonseca *et al.* (2008), avaliando a eficiência do sal na sobrevivência, no crescimento e como alternativa de profilaxia a parasitoses durante a larvicultura do jundiá *Rhamdia cf. quelen*, constataram

uma baixa taxa de sobrevivência no cultivo realizado em água doce em virtude da infestação pelo protozoário ciliado *Ichthyophthirius multifiliis*, fato não ocorrido nos demais tratamentos em que se utilizou água salina. Outros trabalhos têm confirmado os benefícios da utilização do sal na piscicultura (KUBITZA, 2007; MARCHIORO & BALDISSEROTTO, 1999). No entanto, os níveis de utilização devem variar de acordo com a espécie e fase de vida dos animais.

Os desempenhos médios de peso, comprimento total e taxa de crescimento específico foram superiores quando os animais foram cultivados em 0‰; no entanto, quando esses dados são analisados em conjunto com a sobrevivência e biomassa, supõe-se que os indivíduos predaram seus congêneres e, conseqüentemente, atingiram bom crescimento final, pois os náuplios de *Artemia* sp. sobreviveram por pouco tempo, quando comparado aos outros tratamentos, ficando, assim, indisponíveis para as pós-larvas de piabanha-do-Pardo, o que favoreceu o aumento do canibalismo. Esses dados corroboram os encontrados por Beux e Zaniboni-Filho (2007).

A temperatura, o pH e a concentração de oxigênio dissolvido da água foram similares entre os tratamentos, os quais apresentaram valores médios de:  $25,5 \pm 1,04$  °C,  $7,4 \pm 0,17$  e  $7,11 \pm 0,2$  mg/L, respectivamente, estando esses valores dentro dos limites recomendados para piscicultura (SIPAÚBA-TAVARES, 1994). Já a condutividade elétrica da água (Tabela 4) cresceu paralelamente com a salinidade da água, em função da maior liberação de íons propiciada pelo sal, como observado por Camargo *et al.* (2006), Weingartner e Zaniboni-Filho (2004), Pedreira e Sipaúba-Tavares (2002); no entanto, não influenciou o desempenho dos animais.

Tabela 4 – Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos da água obtidos durante o experimento com larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. submetidas a diferentes salinidades.

Salinidade da água (‰)	Condutividade ( $\mu$ S/cm)
0,0	$45,0 \pm 0,002^d$
2,0	$460,0 \pm 0,140^c$
4,0	$814,0 \pm 0,160^b$
6,0	$1181,0 \pm 0,640^a$
CV(%)	5,45

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 5\%$ ).

## CONCLUSÕES

O alimento mais adequado na larvicultura de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. é larva de curimba *Prochilodus* sp..

Quando larvas de piabanha-do-Pardo forem alimentadas com náuplios de *Artemia* sp., recomenda-se o uso da água com 2‰ de salinidade, por proporcionar uma maior sobrevivência e biomassa.

## REFERÊNCIAS

ALTINOK, I.; GRIZZLE J. M. Effects of brackish water on growth, feed conversion and energy absorption efficiency by juveniles euryhaline and freshwater stenohaline fishes. **Journal of Fish Biology**, London, v. 59, p. 1142-1152, 2001.

ALVES, C. B. M.; LEAL, C. G.; BRITO, M. F. G.; SANTOS, A. C. A. Biodiversidade e conservação de peixes do Complexo do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, 2008.

ATENCIO-GARCÍA, V.; ZANIBONI-FILHO, E.; PARDO-CARRASCO, S.; ARIAS-CASTELLANOS, A. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 61-72, 2003.

AULD, A. H.; SCHUBEL, J. H. Effects of suspended sediment on fish eggs and larvae: a laboratory assessment. **Estuarine and coastal marine science**, London, v. 6, p. 153-164, 1978.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 212 p.

BASILE-MARTINS, M. A. Criação de organismos para alimentação de larvas de peixes. In: *Anais... SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA*, São Carlos: Associação Brasileira de Aquicultura. 1984. p.97-100.

BEHR, E. R. Efeito de diferentes dietas sobre a sobrevivência e crescimento das larvas de *Pseudoplatystoma corruscans* (AGASSIZ, 1829) (Pisces: Pimelodidae). Maringá, 1997. 57p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, 1997.

BEUX, L. F.; ZANIBONI-FILHO, E. Survival and the Growth of Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) Post-larvae on Different Salinities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 5, p. 821-829, 2007.

CAMARGO, S. G. O.; POUHEY, J. L. O. F.; VAZ, B. S. Efeito da salinidade nos parâmetros hematológicos do jundiá (*Rhamdia quelen* – quoy & gaimard, 1824). **Revista Brasileira Agrocência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 453-460, 2006.

CECCARELLI, P. S.; SENHORINI, J. A. Brycon viabilização da produção de alevinos. **Panorama da aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 35, p. 10-11, 1996.

CECCARELLI, P. S.; VOLPATO, G. L. Canibalismo em larvas de matrixã, *Brycon cephalus*: efeito da densidade e de consorciação com pacu e curimatá. In: *Anais... SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA (SIMBRAQ)*, 1996. (Resumos).

CESTAROLLI, M. A.; PORTELLA, M. C.; ROJAS, N. E. T. Efeito do nível de alimentação e do tipo de alimento na sobrevivência e no desempenho inicial de larvas de Curimatá *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 24, p. 119-129, 1997.

De LIMA, F. C. T. Revisão taxonômica do gênero *Brycon* Müller e Troschel, 1844, dos rios da América do Sul cisandina (Pisces, Ostariophysi, Characiformes, Characidae). 2001. 312p. Dissertação (Mestrado – Ciências Biológicas) Universidade de São Paulo, 2001.

DIEMER, O.; NEU, D. H.; SARY, C.; et al. Manejo alimentar na larvicultura do mandipintado (*Pimelodus britskii*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 3, p. 903-908, 2010.

FARIA, P. M. C.; CREPALDI, D. V.; TEIXEIRA, E. A.; RIBEIRO, L. P.; SOUZA, A. B.; CARVALHO, D. C.; MELO, D. C.; SALIBA, E. O. S. Criação, manejo e reprodução do peixe *Betta splendens* (Regan 1910). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 30, n. 3/4, p. 134-149, 2006.

FEIDEN, A.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Desenvolvimento de larvas de surubim-do-iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*) submetidas a diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2203-2210, 2006.

FEIDEN, A.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A. Desenvolvimento do Surubim do Iguaçu (*Steindachneridion* sp., Garavello (1991)) (Siluroidei:Pimelodiae) em ambiente escuro durante a fase inicial, alimentado com diferentes dietas. **Semina. Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 109-116, 2005.

FERMIN, A. C.; BOLIVAR, M. E. C. Larval rearing of the Philippine freshwater catfish, *Clarias macrocephalus* (Gunther) fed live zooplankton and artificial diet: a preliminary study. **Bamidgeh**, Nir-David, v. 43, n. 3, p. 87-94, 1991.

FONSECA, A. P.; MOTOYAMA, I. S.; POUHEY, J. L. O. F.; ROBALDO, R. B. Efeito da salinidade na sobrevivência e crescimento de larvas de jundiá *Rhamdia cf. Quelen*. In: Universidade Federal de Pelotas, 2008. Disponível em: <[http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CA/CA\\_01900.pdf](http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CA/CA_01900.pdf)>. Acesso em 21 de abril de 2011.

FURUYA, V. R. B.; HAYASHI, C.; FURUYA, W. M.; SOARES, C. M.; GALDIOLI, E. M. Influência de plâncton, dieta artificial e sua combinação sobre o crescimento e sobrevivência de larvas de curimatá (*Prochilodus lineatus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 21, n. 3, p. 699-703, 1999.

GISBERT, E.; WILLIOT, P. Larval behaviour and effect of the timing of initial feeding on growth and survival of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) larvae under small scale hatchery production. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 156, p. 63-76, 1997.

GOMES, L. C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J. A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxã, *Brycon cephalus* Characidae, in ponds. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 183, n. 1-2, p. 73-81, 2000.

KUBITZA, F. A. Larvicultura de peixes nativos. **Panorama da aquíicultura**, Rio de Janeiro, n. 77, p. 47-56, 2003.

KUBITZA, F. A versatilidade do sal na piscicultura. **Panorama da aquíicultura**, Rio de Janeiro, n. 103, p. 14-23, 2007.

LOPES, R. N. M.; SENHORINI, J. A.; SOARES, M. C. F. Crescimento e sobrevivência de larvas de matrinxã *Brycon cephalus* Gunther, 1869, (Pisces, Characidae) sob diferentes dietas alimentares. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 7, p. 41-48, 1994.

LUZ, R. K.; FERREIRA, A. A., REYNALTE-TATAJE, D. A., MAFFEZZOLLI, G., ZANIBONI-FILHO, E. 2000. Larvicultura de dourado (*Salminus maxillosus*, Valenciennes, 1849), nos primeiros dias de vida. In: *Anais... SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUÍCULTURA*, 5. 2000, Florianópolis, Brasil. Não paginado. CD-ROOM.

LUZ, R. K.; JOMORI, R. K.; FABREGAT, T. E. H. P.; AYRES, T. J. S.; PORTELLA, M. C. Larvicultura do matrinxã *Brycon cephalus*: efeitos da água salinizada e do manejo alimentar. In: *Anais... CONGRESSO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE ACUICULTURA*, 3., 2004, Zaragoza, 2004. p. 405–410,

LUZ, R. K.; PORTELLA, M. C. Larvicultura de Trairão (*Hoplias lacerdae*) em Água Doce e Água Salinizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 829-834, 2002.

LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E. Avaliação da tolerância de larvas do pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Pisces: Siluriformes) a diferentes salinidades. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 345-350, 2008.

LUZ, R. K.; ZANIBONI-FILHO, E. Utilização de diferentes dietas na primeira alimentação do mandi amarelo (*Pimelodus maculatus*, Lacépède). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 483-489, 2001.

MARCHIORO, M. I.; BALDISSEROTTO, B. Sobrevivência de alevinos de jundiá (*rhamdia quelen* quoy & gaimard, 1824) à variação de salinidade da água. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 315-318, 1999.

MENDONÇA, J. O. J. Criação de espécies do gênero *Brycon*. In: *Anais... SEMINÁRIO SOBRE CRIAÇÃO DE ESPÉCIES DO GÊNERO Brycon*, 1., 1994. Pirassununga: CEPTA-Ibama, 1994. p. 31-48.

PEDREIRA, M. M.; SANTOS, J. C. E.; SAMPAIO, E. V.; FERREIRA, N. F.; SILVA, J. L. Efeito do tamanho da presa e do acréscimo de ração na larvicultura do pacamã. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1144-1150, 2008.

PEDREIRA, M. M.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Effect of prey selection and ration addition on the rearing of piracanjuba larvae, *Brycon orbignyanus*. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, São Luis, v. 14-15, p. 99-109, 2002.

PIOVEZAN, U. Efeito da dieta na sobrevivência de larvas de piracanjuba *Brycon orbignyanus*. In: *Anais... SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA*, 8., ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 3., 1994, Piracicaba. 1994. p. 21-24.

REYNALTE-TATAJE, D.; ZANIBONI-FILHO, E.; ESQUIVEL, J. R. Embryonic and larvae development of piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849 (Pisces, Characidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 67-71, 2004.

ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M. Y.; FENERICH-VERANI, N. Stages of embryonic development of the “matrinxã”, *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae). **Boletim Instituto Pesca**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 27-32, 2001.

SACCOL-PEREIRA, A.; NUÑER, A. P. O. Utilização de diferentes densidades, dietas e formatos de tanque na larvicultura da piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849 (Characiformes, Characidae). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 55-61, 2003.

SANTOS, J. C. E.; TORAL, F. L. B.; LUZ, R. K. Efeitos da salinidade e temperatura da água no peso de larvas de pacamã durante a fase de alimentação endógena. In: *Anais... AQUACIÊNCIA*, Recife, 2010.

SCHÜTZ, J. H.; NUÑER, A. P. O. Growth and survival of dourado *Salminus brasiliensis* (Pisces, Characidae) post-larvae cultivated with different types of food and photoperiods. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 3, p. 435-444, 2007.

SCHÜTZ, J. H.; WEINGARTNER, M.; ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A. P. O. Crescimento e sobrevivência de larvas de suruvi *Steindachneridion scriptum* nos primeiros dias de vida: Influência de diferentes alimentos e fotoperíodos. **Boletim Instituto Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 3, p.443-451, 2008.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70p.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H., BRAGA, F. M. S. Study on feeding habits of *Piaractus mesopotamicus* (pacu) larvae in fish ponds. **The ICLARM Quartely**, Naga, v. 22, n. 1, p. 24-30, 1999.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H., ROCHA, O. Sobrevivência de larvas de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Pacu) e *Colossoma macropomum* (Curvier, 1818) (Tambaqui), cultivadas em laboratório. **Biotemas**, Florianópolis, v. 7, p. 46-56, 1994.

SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; GONÇALVES, G. S.; et al. Plâncton, *Artemia* sp, dieta artificial e suas combinações no desenvolvimento e sobrevivência do quinguio (*Carassius auratus*) durante a larvicultura. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 22, n. 2, p. 383-388, 2000.

TESSER, M. B.; PORTELLA, M. C. Ingestão de ração e comportamento de larvas de pacu em resposta a estímulos químicos e visuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1887-1892, 2006.

VERISCHELE, D.; LEGER, P.; LAVENS, P.; SORGELOOS, P. The use of *Artemia*. In: Barnabé, G. (ed.). **Aquaculture**. New York: Chichester: Ellis Horwood Limited, 1990. v. 1, cap. 7, p. 246-263.

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

## 4.2 Transição alimentar e protease exógena na larvicultura de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp.

**Resumo:** Por ser a alimentação um dos pontos críticos na larvicultura da piabanha-do-Pardo *Brycon* sp., foram realizados dois experimentos, que consistiram em determinar o momento ideal de se realizar a transição alimentar (a partir do 3º, 5º e 7º dia de vida, com três dias de coalimentação com larva de curimba), e avaliar níveis de inclusão de protease exógena (0, 0,02 e 0,2%) na dieta de larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp., ambos experimentos em delineamento inteiramente casualizado e duração de 15 e 17 dias, respectivamente. A biomassa, sobrevivência, comprimento total, peso médio e taxa de crescimento específico foram mensurados ao final dos experimentos. Já os parâmetros de qualidade de água foram aferidos a cada três dias. Os diferentes períodos de transição alimentar e níveis de protease exógena não interferiram nos parâmetros de qualidade da água. Os animais que foram submetidos à transição alimentar no 7º dia de vida apresentaram melhores resultados para comprimento (23,1 mm), peso (110,9 mg) e TCE (25,5 %), sendo similares em biomassa e sobrevivência aos do 5º dia de transição. Portanto, a transição pode ser realizada no 5º dia de vida. Os níveis de inclusão de protease exógena na ração comercial não influenciaram no desempenho dos animais.

**Palavras-chave:** Espécie de peixe nativo, Bacia do Rio Pardo, coalimentação.

## Feed transition and exogenous protease in larviculture of the piabanha-do-Pardo *Brycon* sp.

**Abstract:** Due to the feed is one the critical points in the larviculture of piabanha-do-Pardo *Brycon* sp., two experiments were conducted. These consisted of determining the ideal time to make the dietary transition (from 3<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> days of life, three days of co-feeding with curimba larvae), and assess inclusion levels of exogenous protease (0, 0.02 and 0.2%) in the diet of the piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. larvae, both experiments in completely randomized design and length of 15 and 17 days respectively. The biomass, survival, total length, weight and specific growth rate were measured at the end of the experiments. And the water quality parameters were measured every three days. The different transition periods and levels of dietary exogenous protease did not interfere with water quality parameters. The animals were subjected to solid foods on the 7<sup>th</sup> day of life showed better results for length (23.1 mm), weight (110.9 mg) and TCE (25.5%), being similar in biomass and survival at the 5<sup>th</sup> day of transition. Therefore, the transition can be made on the 5<sup>th</sup> day of life. The inclusion levels of exogenous protease in the commercial diet had no effect on performance.

**Keywords:** Native fish species, Pardo river basin, co-feeding.

## INTRODUÇÃO

Tendo como objetivo a preservação ambiental, programas de reprodução induzida e repovoamento dos rios brasileiros com espécies nativas se mostram cada vez mais importantes e frequentes. Para tanto, pesquisas sobre larvicultura são cada vez mais necessárias para soluções eficientes dos inúmeros problemas existentes nessa fase de criação. Dentre os fatores responsáveis por insucessos na larvicultura, destaca-se como principal a alimentação, pois os organismos estão na fase de diferenciação estrutural e funcional do sistema digestório, o qual, na maioria das espécies, passa da alimentação endógena (vitelo) para a alimentação exógena (CESTAROLLI *et al.*, 1997), que pode ser vivo ou inerte.

A utilização exclusiva de ração na larvicultura de espécies neotropicais, como as do gênero *Brycon*, não apresenta bons resultados (LOPES *et al.*, 1994), provavelmente pelo baixo estímulo visual e reduzida capacidade digestória das larvas (ZAVALA-CAMIN, 1996), o que torna o fornecimento de alimento vivo (zooplâncton, *Artemia* sp. ou larvas forrageiras) fundamental nessa fase de criação. No entanto, a utilização de alimentos vivos aumenta o custo de produção, demanda tempo, equipamentos e mão-de-obra; portanto, o tempo de fornecimento do alimento vivo deve ser reduzido ao máximo. Uma estratégia bastante utilizada para se ter bom desempenho zootécnico é a realização da transição alimentar gradual ou coalimentação, que consiste em fornecer inicialmente alimento vivo ou carne (filé de peixe, coração de gado, etc) e gradativamente substituí-lo pela dieta artificial (ADAMANTE *et al.*, 2007). Sendo assim, o quanto antes o alimento vivo for substituído pela ração, menor será o custo de produção.

As rações preparadas para a fase inicial dos peixes são caracterizadas por seu alto nível de proteína requerido pelos animais nessa fase de vida (VEGA-ORELLANA, 2003), tendo, portanto, um considerável potencial poluidor na água utilizada para o cultivo. Por essa razão, pelo seu alto custo e ao limitado sistema digestório dos animais nessa fase de vida, a utilização de aditivos alimentares, tais como aminoácidos livres (NAZ & TÜRKMEN, 2009), hormônios (KOLKOVSKI *et al.*, 2000) e enzimas digestivas (TESSER *et al.*, 2006) vem sendo cada vez mais testada com o intuito de promover maior sobrevivência, crescimento dos animais e menor poluição dos mananciais. Existem três razões básicas para o uso de enzimas na alimentação animal: 1 - eliminar fatores antinutricionais presentes em muitos ingredientes alimentares, 2 – fornecer enzimas que os animais não são capazes de sintetizar na velocidade e quantidade necessária, 3 – complementar as enzimas produzidas pelo próprio animal, principalmente em animais jovens que possuem sistema digestório imaturo, nos quais a

produção de enzimas endógenas pode ser inadequada (BEDFORD & PARTRIDGE, 2001). A principal enzima estudada na alimentação de peixes é a fitase, tendo sido seus benefícios comprovados por diversos pesquisadores (FURUYA *et al.*, 2001; FURUYA *et al.*, 2010; BOCK *et al.*, 2007). Entretanto, poucos estudos se referem ao uso de protease exógena na dieta de larvas de peixes ainda são escassos.

Antes da escolha do manejo alimentar a ser realizado, alguns fatores devem ser levados em consideração, tais como comportamento alimentar da espécie, desenvolvimento do sistema digestório, tempo de transição alimentar e as propriedades da dieta fornecida (ROCHA *et al.*, 2008), para que se obtenha sucesso na criação de uma determinada espécie.

Objetivou-se com este estudo determinar o momento ideal de se realizar a transição alimentar, do alimento vivo ao inerte, e avaliar a inclusão de protease exógena (RONOZYME ProAct) na dieta de larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Dois experimentos foram realizados no setor de piscicultura da Usina Hidrelétrica Machado Mineiro da CEMIG, no município de Águas Vermelhas (- 15°44' S e - 41°27'W), norte de Minas Gérias. Para a realização de ambos os experimentos, foram utilizadas larvas provenientes de reprodução induzida de matrizes e reprodutores, capturadas na bacia do Rio Pardo. Após o processo de fertilização, foi realizado um acompanhamento da evolução das larvas, para determinar o momento em que elas apresentassem movimentos natatórios horizontais e abertura da boca, 24 h após eclosão, quando apresentavam reduzida quantidade de reserva vitelínica.

### **Experimento 1 – Transição alimentar gradual**

Foi realizado durante o período de 14 a 29 de janeiro de 2010. Foram utilizadas larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. com peso e comprimento total médio de  $2,3 \pm 0,04$  mg e  $7,79 \pm 0,51$  mm, respectivamente. Os animais foram contados individualmente e transferidos aleatoriamente para 12 aquários com 4 L de água cada, na densidade de estocagem de 15 larvas/L, totalizando 60 indivíduos/aquário, providos de aeração constante e fotoperíodo natural.

As larvas foram submetidas às seguintes transições alimentares de larva de curimba *Prochilodus* sp. para ração: a partir do 3º dia de vida, a partir do 5º dia de vida e a partir do 7º dia de vida.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, composto de quatro repetições para cada tratamento.

Larvas recém-eclodidas de curimba *Prochilodus* sp. foram utilizadas como alimento vivo e fornecidas por até dois dias após o início da transição alimentar, sendo ofertadas na proporção de 12 larvas de curimba/piabanha/dia, três vezes ao dia, às 8 h, 12 h e 16 h. A ração utilizada (comercial em pó para pós-larvas de peixes, contendo: PB – mínimo 55%; lipídio – mínimo 4%; fibra bruta – máximo 6%; umidade – máximo 10%; matéria mineral – máximo 18%; cálcio – máximo 5% e fósforo – mínimo 1,5%), foi oferecida na proporção de 25% da biomassa, no mesmo horário do alimento vivo, procurando sempre observar se havia excesso de alimento.

## **Experimento 2 – Protease exógena na dieta**

Foi conduzido durante o período de 16 de fevereiro a 5 de março de 2010. Foram utilizadas larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. com peso e comprimento total médio de  $2,4 \pm 0,02$  mg e  $7,81 \pm 0,46$  mm, respectivamente. Os animais foram contados individualmente e transferidos aleatoriamente para 15 aquários com 4 L de água cada, na densidade de estocagem de 15 larvas/L, totalizando 60 indivíduos/aquário, providos de aeração constante e fotoperíodo natural.

As larvas foram alimentadas com os seguintes níveis de inclusão de protease exógena na ração em pó: 0%, 0,02% e 0,2%. A enzima foi pesada e adicionada na ração comercial, sendo posteriormente misturada por aproximadamente 15 minutos em cada tratamento.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, composto de cinco repetições para cada tratamento.

Como alimento vivo foram oferecidas larvas recém-eclodidas de curimba *Prochilodus* sp. até o oitavo dia de vida, iniciando-se a transição alimentar no 6º dia de vida dos animais, sendo elas ofertadas na proporção de 12 larvas/piabanha/dia, três vezes ao dia, às 8 h, 12 h e 16 h, e a ração de 25% da biomassa, sendo a mesma do experimento anterior.

## **Protocolo de rotina (manejo) comum a ambos os experimentos**

Realizou-se diariamente sifonagem da água dos aquários para retirar sobras de alimentos e fezes, sendo substituído cerca de 30% do volume de água de cada unidade experimental.

Os parâmetros físico-químicos da água, temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade foram monitorados a cada três dias antes da limpeza.

Ao final dos experimentos, as larvas foram pesadas e contadas para determinação da biomassa e taxa de sobrevivência, respectivamente, sendo posteriormente insensibilizadas e fixadas em formol 10%, para determinação do peso (mg) em balança analítica (precisão de 0,1 mg) e comprimento total (mm), medido com o auxílio de um paquímetro (precisão de 0,02 mm), a partir de quinze exemplares de cada unidade experimental. Com os resultados médios de peso inicial ( $Pt_i$ ) e peso final ( $Pt_f$ ) de cada repetição, foi calculada a taxa de crescimento específico pela expressão:  $TCE = 100 (\ln Pt_f - \ln Pt_i) / \Delta t$ , considerando  $\Delta t$  a duração em dias entre as amostragens.

#### Análise dos dados

Os dados de qualidade de água, sobrevivência, peso, biomassa, comprimento total e taxa de crescimento específico foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo os valores das médias comparados por teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Transição Alimentar

Os parâmetros de qualidade de água não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, mantendo-se dentro da faixa ideal para a criação da espécie em questão (Tabela 1). Esses parâmetros são similares aos observados na larvicultura de outras espécies do gênero *Brycon* (REYNALTE-TATAJE *et al.*, 2004).

Tabela 1 - Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos da água obtidos durante o experimento com larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. submetidas a diferentes transições alimentares.

Transições	Condutividade ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	pH	O <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	T (°C)
Transição no 2º dia	62,9 $\pm$ 0,86 <sup>a</sup>	7,0 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	7,1 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	24,8 $\pm$ 0,39 <sup>a</sup>
Transição no 4º dia	63,8 $\pm$ 0,79 <sup>a</sup>	6,9 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	6,8 $\pm$ 0,36 <sup>a</sup>	24,9 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>
Transição no 6º dia	65,3 $\pm$ 2,65 <sup>a</sup>	6,9 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	6,8 $\pm$ 0,43 <sup>a</sup>	25,2 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>
CV(%)	2,61	0,30	4,78	1,21

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<5%).  
O<sub>2</sub> = Oxigênio dissolvido e T = Temperatura.

Foram observadas diferenças significativas entre as épocas de transições alimentares utilizadas no experimento. Os maiores valores de peso médio final, comprimento médio total,

biomassa, sobrevivência e taxa de crescimento específico (Tabela 2) foram obtidos quando a transição alimentar foi realizada a partir do 7º dia de vida (6º dia de cultivo), sendo o segundo melhor desempenho observado quando a transição alimentar foi realizada a partir do 5º dia de vida e a transição a partir do 3º dia o de menor desempenho. O maior tempo de permanência do alimento vivo na dieta favoreceu o crescimento dos animais e provavelmente beneficiou o desenvolvimento do aparelho digestório das larvas, o que possibilitou o melhor aproveitamento da ração.

Tabela 2 - Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) de peso final (Peso), comprimento total (CT), sobrevivência (S), biomassa (Bio) e taxa de crescimento específico (TCE) de larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. submetidas a diferentes transições alimentares.

Transições	Peso (mg)	CT (mm)	Bio (g)	S (%)	TCE
Transição no 3º dia	54,3 $\pm$ 4,21 <sup>c</sup>	18,7 $\pm$ 0,48 <sup>c</sup>	1,6 $\pm$ 0,66 <sup>b</sup>	36,6 $\pm$ 15,1 <sup>b</sup>	20,7 $\pm$ 0,53 <sup>c</sup>
Transição no 5º dia	67,3 $\pm$ 1,82 <sup>b</sup>	20,5 $\pm$ 0,41 <sup>b</sup>	3,1 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>	53,3 $\pm$ 2,7 <sup>ab</sup>	22,2 $\pm$ 0,17 <sup>b</sup>
Transição no 7º dia	110,9 $\pm$ 6,8 <sup>a</sup>	23,1 $\pm$ 0,52 <sup>a</sup>	3,9 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>	55,4 $\pm$ 3,43 <sup>a</sup>	25,5 $\pm$ 0,41 <sup>a</sup>
CV (%)	6,12	2,27	15,24	18,78	1,77

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<5%).

Os dados são corroborados pelos encontrados por Vega-Orellana *et al.* (2006), avaliando a transição alimentar para larvas de dourado *Salminus brasiliensis* e também utilizando larvas de curimba *Prochilodus* sp. como alimento vivo. Os autores concluíram que os melhores desempenhos são obtidos quando a transição é feita no sétimo dia de vida dos animais; no entanto, os mesmos autores afirmaram que a transição pode ser realizada no quinto dia de vida, desde que a transição seja feita de forma gradual.

Os resultados do presente estudo mostram claramente a necessidade da realização da transição alimentar, assim como ficou evidenciado em outras espécies de peixes nativos de água doce - trairão (LUZ *et al.*, 2002), dourado (VEGA-ORELLANA *et al.*, 2006) e pirarucu (CAVERO *et al.*, 2003), e em peixes de água salgada (ROCHA *et al.*, 2008; KOLKOVSKI *et al.*, 1997b). A alimentação com organismos vivos como náuplios de *Artemia* sp., zooplâncton e larvas forrageiras pode aumentar a atividade digestiva e, conseqüentemente, melhorar a capacidade das larvas em digerir dieta artificial (KOLKOVSKI *et al.*, 1997a). Mesmo no trabalho de Adamante *et al.* (2007) que, utilizando náuplios de *Artemia* sp. na transição alimentar de bocudo *Steindachneridion scripta*, relataram que não houve diferença significativa entre os distintos períodos de transição alimentar, os melhores resultados de

comprimento e peso foram encontrados quando a transição foi realizada no sétimo dia de vida.

Larvas da maioria das espécies de peixes apresentam atividade enzimática relativamente baixa quando comparadas aos peixes adultos, conseqüentemente, baixa capacidade de hidrólise e absorção de nutrientes, fazendo com que o fornecimento de alimento vivo seja fundamental nesse estágio de vida, pois auxilia no processo de digestão de três formas: 1 – doando enzimas digestivas do próprio corpo; 2 – liberando enzimas que realizam autólise do próprio organismo; 3 – ativando zimogênios do predador e 4 – doando neuropeptídios que favorecem os processos digestivos. Esses benefícios são frequentemente omitidos quando são utilizadas exclusivamente dietas formuladas, pois esse tipo de alimento contém em torno de 60 a 90% de matéria seca, em comparação com apenas 10% do alimento vivo. Isso pode levar a uma digestibilidade insuficiente, uma vez que é muito mais difícil quebrar partículas secas e duras do que organismos vivos (KOLKOVSKI, 2001). Outros autores também constataram a baixa eficiência da utilização exclusiva de ração na alimentação de larvas de espécies nativas (CECCARELLI & SENHORINI, 1996; LOPES *et al.*, 1994; FEIDEN *et al.*, 2006; SIPAÚBA-TAVARES & ROCHA, 1994).

Apesar de não quantificado, o canibalismo foi observado em todos os tratamentos, o que permite afirmar que esse comportamento é uma característica natural da espécie estudada, assim como de outras do gênero *Brycon* (PEDREIRA *et al.*, 2006; CECCARELLI & SENHORINI, 1996; SENHORINI *et al.*, 2002). O tratamento no qual o alimento vivo foi retirado primeiro (transição a partir do 3º dia) apresentou menor taxa de sobrevivência em razão do canibalismo acentuado, pois, como o consumo de ração só foi observado no 4º dia de vida, provavelmente o curto tempo de treinamento alimentar a que as larvas foram submetidas prejudicou o desenvolvimento dos animais. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Diemer *et al.* (2009) na larvicultura do jundiá. No entanto, a sobrevivência e a biomassa foram estatisticamente semelhantes quando a transição foi realizada no 5º e no 7º dias de vida das larvas, permitindo afirmar que na larvicultura de piabanha-do-Pardo a transição alimentar pode ser realizada no 5º dia de vida dos animais, pois, segundo Ruyet (1993), a produção de alimento vivo pode representar cerca de 80% do custo total de produção da larvicultura. A produção de larvas forrageiras como alimento vivo também influencia diretamente nos custos de produção, em decorrência da necessidade de mão-de-obra, tempo, materiais utilizados para realização da reprodução (hormônio, incubadoras, entre outros) e energia. Sendo assim, o quanto antes o alimento vivo for retirado da dieta dos animais, melhor será.

### Protease exógena na dieta

Os parâmetros de qualidade de água não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, mantendo-se dentro dos padrões considerados adequados para a espécie (Tabela 3), como sugerido para espécies tropicais (BOYD, 1990; REYNALTE-TATAJE *et al.*, 2004).

Tabela 3 - Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros físico-químicos da água obtidos durante o experimento com larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. submetidas a níveis de inclusão de protease exógena na dieta.

Níveis de Protease	Condutividade ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	pH	O <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	T (°C)
0,00 %	75,0 $\pm$ 1,09 <sup>a</sup>	7,0 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	7,1 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	25,5 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>
0,02 %	75,9 $\pm$ 2,20 <sup>a</sup>	7,0 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	6,9 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>	25,4 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>
0,2 %	76,7 $\pm$ 0,80 <sup>a</sup>	7,0 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	6,9 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	25,4 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>
CV(%)	1,96	0,62	3,51	1,03

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<5%).

O<sub>2</sub> = Oxigênio dissolvido, T = Temperatura.

Entre diferentes níveis de enzimas utilizados, as análises do peso médio final, comprimento médio total, biomassa, sobrevivência e taxa de crescimento específico não apresentaram diferenças significativas (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) do comprimento total (CT), sobrevivência (S), biomassa (Bio) e taxa de crescimento específico (TCE) de larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. submetidas a níveis de inclusão de protease exógena na dieta.

Níveis de Protease	Peso (mg)	CT (mm)	Bio (g)	S (%)	TCE
0,00 %	112,5 $\pm$ 4,49 <sup>a</sup>	23,0 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>	3,0 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>	50,1 $\pm$ 6,89 <sup>a</sup>	21,3 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>
0,02 %	108,7 $\pm$ 4,37 <sup>a</sup>	22,3 $\pm$ 0,68 <sup>a</sup>	2,8 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	46,1 $\pm$ 2,07 <sup>a</sup>	21,1 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>
0,2 %	117,0 $\pm$ 5,86 <sup>a</sup>	23,4 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>	3,2 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	50,0 $\pm$ 3,30 <sup>a</sup>	21,5 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>
CV (%)	4,39	2,58	10,95	9,38	1,13

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<5%).

Esses resultados corroboram os encontrados por Nunes *et al.* (2006) que, avaliando o efeito de enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui, dentre elas uma protease, concluíram que a inclusão de protease não influenciou o desempenho zootécnico dos animais em nenhum dos níveis de inclusão testados (0,0, 0,05, 0,1 e 0,2%). No entanto, diferem dos encontrados por Tesser *et al.* (2006) que, estudando a suplementação de enzimas

exógenas (pancreatina suína) em microdietas na larvicultura de pacu, verificaram melhora no crescimento e sobrevivência dos animais. Outra espécie nativa que respondeu positivamente à adição de enzimas exógenas na dieta foi o pirarucu na sua fase juvenil. Os aditivos testados proporcionaram melhora na digestibilidade dos nutrientes e no crescimento dos animais (CAVERO *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2007). Kolkovski *et al.* (1993) concluíram que a suplementação de 0,05% de pancreatina suína na microdieta de larvas de *Sparus aurata* proporcionou um acréscimo de 200% no crescimento dos animais e reforçou a assimilação em 30% da microdieta em comparação com as larvas alimentadas com microdieta sem aditivo. O uso de complexo enzimático também vem sendo testado na dieta de juvenis de tilápia do Nilo e proporcionando resultados favoráveis na digestibilidade dos nutrientes (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Signor *et al.* (2010), avaliando o desempenho de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com rações com complexo enzimático, concluíram que o desempenho dos animais não foi influenciado pelos aditivos alimentares; no entanto, a utilização de 0,066% de complexo enzimático (amilase, protease, celulase, lipase, pectinase, xilanase, glucanase e fitase) melhorou a conversão e eficiência alimentar dos animais. No caso da piabanha-do-Pardo, a inclusão de protease não influenciou de forma significativa o desenvolvimento, pois essa espécie parece possuir uma autossuficiência em digerir a fração protéica presente na ração, desde que realizada uma transição alimentar adequada.

Apesar de não ser observada diferença estatística para peso final, comprimento total, biomassa e taxa de crescimento específico entre os tratamentos, nota-se que a inclusão de 0,2% de protease promoveu uma pequena melhora nas variáveis citadas, provavelmente porque o aditivo utilizado agiu complementando a ação das enzimas endógenas, disponibilizando maior quantidade de tripeptídeos, dipeptídeos e aminoácidos livres, favorecendo a absorção desses nutrientes e, conseqüentemente, o desempenho dos animais, como sugerido para peixes (OLIVEIRA *et al.*, 2007), aves (BARBOSA *et al.*, 2008), suínos (NERY *et al.*, 2000) e ruminantes (FAGUNDES *et al.*, 2008).

De acordo com García-Carreño *et al.* (2002), a piracanjuba *B. orbignyanus* possui um mecanismo de adaptação enzimática, variando a quantidade e a composição das proteases digestivas de acordo com a qualidade dos alimentos e do regime alimentar. A secreção de enzimas endógenas ocorre independentemente da suplementação enzimática; portanto, a protease exógena age como complemento na digestão da dieta (SOARES *et al.*, 2008). Isso poderia explicar em parte a similaridade dos resultados encontrados para larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp.

Apesar de não quantificado, o canibalismo ocorreu igualmente em todos os tratamentos, não interferindo na sobrevivência entre os tratamentos. O canibalismo é uma característica comum na larvicultura de espécies do gênero *Brycon*, como observado no *B. cephalus* (LOPES *et al.*, 1994), *B. orbignyanus* (SACCOL-PEREIRA & NUÑER, 2003), *B. orthotaenia* (PEDREIRA *et al.*, 2008), confirmando-se também na larvicultura da piabanha-do-Pardo *Brycon* sp.

## CONCLUSÃO

Larvas de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. aceitam dieta artificial a partir do 4º dia de vida, 3º dia de cultivo; portanto, é aconselhável que a transição alimentar seja realizada no mínimo a partir do 5º dia de vida, mantendo o alimento vivo por mais dois dias para depois fornecer exclusivamente dieta artificial.

A inclusão de protease exógena em ração comercial não influenciou o desempenho zootécnico dos animais, porém, pela tendência dos resultados, estudos complementares de adequação de manejo e níveis de inclusão de protease devem ser realizados.

## REFERÊNCIAS

ADAMANTE, W. B.; WEINGARTNER, M.; NUÑER, A. P. O. Feed transition in larval rearing of bocudo, *Steindachneridion scripta* (Pisces, Pimelodidae), using *Artemia* spp. nauplii and artificial diet. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 5, p. 1294-1300, 2007.

BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K.; DOURADO, L. R. B. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.43, n.6, p.755-762, 2008.

BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm animal nutrition**. Cabi: New York. 2001. 406p.

BOCK, C. L.; PEZZATO, L. E.; CANTELMO, O. A.; BARROS, M. M. Fitase em rações para tilápia-do-nilo na fase de crescimento. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1455-1461, 2007 (supl.).

BOYD, C. **Water quality in ponds for aquaculture**. Birmingham Publishing: Alabama. 1990. 482p.

CAVERO, B. A. S.; ITUASSÚ, D. R.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; BORDINHON, A. M.; FONSECA, F. A. L.; ONO, E. A. Uso de alimento vivo como dieta inicial no treinamento alimentar de juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 1011-1015, 2003.

CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; et al. Efeito da inclusão de enzimas exógenas sobre o desempenho de juvenis de pirarucu (*Arapaima gigas*). 2011. Disponível em: <[http://hms.alltech.com/Brasil/artigos/Pics/cavero\\_fish.pdf](http://hms.alltech.com/Brasil/artigos/Pics/cavero_fish.pdf)>. Acesso em 20 de junho de 2011.

CECCARELLI, P. S.; SENHORINI, J. A. Brycon viabilização da produção de alevinos. **Panorama da aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 35, p. 10-11, 1996.

CESTAROLLI, M. A.; PORTELLA, M. C.; ROJAS, N. E. T. Efeito do nível de alimentação e do tipo de alimento na sobrevivência e no desempenho inicial de larvas de Curimbatá *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 24, p. 119-129, 1997.

DIEMER, O.; SARY, C.; NEU, D. H.; TABORDA, J.; BOSCOLO, W. B.; FEIDEN, A. Manejo Alimentar na Larvicultura do Jundiá (*Rhamdia voulezi*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Paraná, v. 4, n. 2, p. 2892-2894, 2009.

FAGUNDES, N. S.; CAIRES, C. M.; FAGUNDES, N. S.; BENEDETTI, E. Enzimas na Alimentação de Ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v. 5, n. 1, p. 498-503, 2008.

FEIDEN, A.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Desenvolvimento de larvas de surubim-do-iguau (*Steindachneridion melanodermatum*) submetidas a diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2203-2210, 2006.

FURUYA, W. M.; GONÇALVES, G. S.; FURUYA, V. R. B.; HAYASHI, C. Fitase na alimentação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p. 924-929, 2001.

FURUYA, W. M.; PEZATTO, L. E.; BARROS, M. M.; et al. **Tabelas Brasileiras para nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 98p.

GARCÍA-CARREÑO, F. L.; ALBUQUERQUE-CAVALCANTI, C.; TORO, M. A. N.; ZANIBONI-FILHO, E. Digestive proteinases of *Brycon orbignyanus* (Characidae, Teleostei):

characteristics and effects of protein quality. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B**, Vancouver, v. 132, p. 343–352, 2002.

KOLKOVSKI, S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles – implications and applications to formulated diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 200, p. 181-201, 2001.

KOLKOVSKI, S.; ARIELI, A.; TANDLER, A. Visual and chemical cues stimulate microdiet ingestion in gilthead seabream, *Sparus aurata*, larvae. **Aquaculture International**, London, v. 5, n. 6, p. 527-536, 1997a

KOLKOVSKI, S.; KOVEN, W. M.; TANDLER, A. The mode of action of *Artemia* in enhancing utilization of microdiet by gilthead seabream *Sparus aurata* larvae. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 155, p. 193-205, 1997b.

KOLKOVSKI, S.; TANDLER, A.; KISSIL, G.; GERTLER, A. The effect of dietary exogenous digestive enzymes on ingestion assimilation, growth and survival of gilthead seabream *Sparus aurata*, Sparidae, Linnaeus larvae. **Fish physiology and bio-chemistry**, Amsterdam, v. 12, p. 203–209, 1993.

KOLKOVSKI, S.; YACKEY, C.; CZESNY, S.; DABROWSKI, K. The effect of microdiet supplementation of dietary enzymes and a hormone on growth and enzyme activity in yellow perch juveniles. **North American Journal of Aquaculture**, Bethesda, v. 62, n. 2, p. 130-134, 2000.

LOPES, R. N. M.; SENHORINI, J. A.; SOARES, M. C. F. Crescimento e sobrevivência de larvas de matrinxã *Brycon cephalus* Gunther, 1869, (Pisces, Characidae) sob diferentes dietas alimentares. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 7, p. 41-48, 1994.

LUZ, R. K.; SALARO, A. L.; SOUTO, E. F.; OKANO, W. Y.; LIMA, R. R. Condicionamento Alimentar de Alevinos de Trairão (*Hoplias cf. lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1881-1885, 2002.

MACHADO, J. H.; CARRATORE, C. R. D.; GAROSSINO, A. P. R. et al. Treinamento alimentar para aceitação de rações artificiais em alevinos de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). In: *Anais... AQUICULTURA BRASIL*, 1998, Recife. v. 2, p.101-107, 1998.

NAZ, M.; TÜRKMEN, M. The changes in digestive enzymes and hormones of gilthead seabream larvae (*Sparus aurata*, L 1758) fed on *Artemia nauplii* enriched with free methionine. **Aquaculture International**, London, v. 17, n. 3, p. 243–256, 2009.

NERY, V. L. H.; LIMA, J. A. F.; MELO, R. C. A.; FIALHO, E. T. Adição de Enzimas Exógenas para Leitões dos 10 aos 30 kg de Peso. **Revista brasileira de zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 794-802, 2000.

NUNES, E. S. S.; CAVERO, B. A. S. PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 139-143, 2006.

OLIVEIRA, G. R.; LOGATO, P. V. R.; FREITAS, R. T. F.; RODRIGUES, P. B.; FIALHO, E. T.; DIODATTI, F. C. Digestibilidade de nutrientes em ração com complexo enzimático para tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1945-1952, 2007 (supl.).

PEDREIRA, M. M.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; SILVA, R. C. Influência do formato do aquário na sobrevivência e no desenvolvimento de larvas de matrinxã *Brycon cephalus* (Osteichthyes, Characidae). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.2, p.329-333, 2006.

PEDREIRA, M. M.; LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E.; et al. Larvicultura de matrinxã em tanques de diferentes cores. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1365-1369, 2008.

REYNALTE-TATAJE, D.; ZANIBONI-FILHO, E.; ESQUIVEL, J. R. Embryonic and larvae development of piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849 (Pisces, Characidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 67-71, 2004.

REYNALTE-TATAJE, D.; LUZ, R. K.; MEURER, S.; ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A. P. O. Influência do fotoperíodo no crescimento e sobrevivência de pós-larvas de piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849) (Osteichthyes, Characidae). **Acta Scientiarum Biological Science**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 439-443, 2002.

ROCHA, A. F.; CARVALHO, C. V. A.; SAMPAIO, L. A. Produção de juvenis do linguado *Paralichthys orbignyanus*: efeito da duração do período de co-alimentação durante o desmame. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2334-2338, 2008.

RUYET, J. P. L. Marine fish larvae feeding: formulated diets or live prey? **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 24, p. 211-224, 1993.

SACCOL-PEREIRA, A.; NUÑER, A. P. O. Utilização de diferentes densidades, dietas e formatos de tanque na larvicultura da piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849 (Characiformes, Characidae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 55-61, 2003.

SENHORINI, J. A.; GASPAR, L. A.; FRANSOZO, A. Crescimento, sobrevivência e preferência alimentar de larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*) e de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) em viveiros. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v. 15, p. 9-21, 2002.

SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; GONÇALVES, G. S.; FREITAS, J. M. A. Desempenho de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com rações contendo complexo enzimático. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 977-983, 2010.

SILVA, J. A. M.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A. S. OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 1, p. 157-164, 2007.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H., ROCHA, O. Sobrevivência de larvas de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Pacu) e *Colossoma macropomum* (Curvier, 1818) (Tambaqui), cultivadas em laboratório. **Biotemas**, Florianópolis, v. 7, p. 46-56, 1994.

SOARES, E. C.; FILHO, M. P.; ROUBACH, R.; SILVA, R. C. S. Protease exógena em dietas para juvenis de tucunaré-paca (*Cichla sp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 971-976, 2008.

TESSER, M. B.; FLORES-QUINTANA, C. I.; CARNEIRO, D. J.; JUNIOR, J. M. P.; PORTELLA, M. C. Suplementação de enzimas exógenas em dieta microparticulada para larvicultura do pacu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2211-2218, 2006.

VEGA-ORELLANA, O. M.; FRACALOSI, D. M.; SUGAI, J. K. Dourado (*Salminus brasiliensis*) larviculture: Weaning and ontogenetic development of digestive proteinases. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 252, p. 484-493, 2006.

ZAVALA-CAMIN, L. B. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: Ed. UEM, 1996. 129p.

## **5 CONCLUSÕES GERAIS**

É de fundamental importância a utilização de alimento vivo na dieta de larvas de piabanha-do-Pardo, assim como a realização da transição alimentar gradual ou coalimentação.

Mais estudos são necessários sobre a utilização de enzimas exógenas na dieta desses animais.