

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI

ALCIONE ENEIDA SANTOS

LARVICULTURA DE *Prochilodus argenteus* (CURIMATÃ) COM
DIFERENTES DIETAS COMERCIAIS E FREQUÊNCIAS ALIMENTARES

**DIAMANTINA - MG
2013**

ALCIONE ENEIDA SANTOS

**LARVICULTURA DE *Prochilodus argenteus* (CURIMATÃ) COM DIFERENTES
DIETAS COMERCIAIS E FREQUÊNCIAS ALIMENTARES**

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
2013

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Viviane Pedrosa de Melo
CRB6 2641

S2371 Santos, Alcione Eneida
2013 Larvicultura de *Prochilodus argenteus* (curimatã) com diferentes dietas comerciais e frequências alimentares / Alcione Eneida Santos. – Diamantina: UFVJM, 2013.
72p.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Mattos Pedreira

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Manejo alimentar 2. Desempenho 3. Morfologia 4. Peixe nativo I. Título

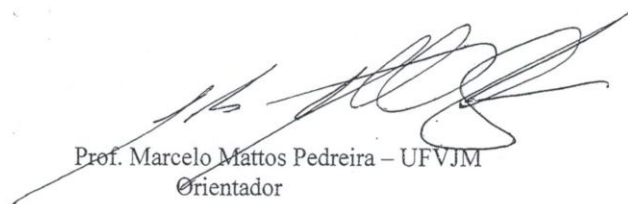
CDD 639.3

ALCIONE ENEIDA SANTOS

**LARVICULTURA DE *Prochilodus argenteus* (CURIMATÁ) COM DIFERENTES
DIETAS COMERCIAIS E FREQUÊNCIAS ALIMENTARES**

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 28/02/2013



Prof. Marcelo Mattos Pedreira – UFVJM
Orientador



Pesq. Edson Vieira Sampaio – CODEVASF



Pesq. Guilherme de Souza Moura – UFVJM



Prof. Robson Campos Silva – UFVJM

DIAMANTINA – MG
2013

DEDICATÓRIA

A Deus, por iluminar com seu infinito amor de Pai, mais uma etapa da minha vida.
Aos meus pais, Tadeu e Laerce, por permitirem que eu alcance sempre as minhas metas.

Ao meu irmão Ediberto, pelo apoio constante.

À minha amada Vovó Jesus, especial e única (In memória).

Aos bons amigos, que são como irmãos.

AGRADECIMENTO

A meus pais, Tadeu, Laerce, e meu irmão, Beto, pelo apoio fundamental durante essa etapa.

Ao professor Marcelo Mattos Pedreira, por toda a orientação, disposição, paciência e, principalmente, por todos os ensinamentos nesse período de mestrado.

Ao professor Robson, pelo apoio imprescindível, pela constante disponibilidade e bons conselhos.

Ao Guilherme, sempre disposto a ajudar.

Ao Edson, pelo apoio no período experimental e pela disponibilidade de participar da banca.

Aos grandes amigos que fiz nessa jornada na UFVJM, Josi, Delinha, Eglerson, Talita, Gustavo e a Camila, amiga desde a graduação: vocês são muito especiais, sou muito abençoada por tê-los em minha vida.

As minhas grandes amigas, Raquel e Cíntia, sempre presentes em todos os momentos.

A Thaís, sempre carinhosa e amiga, por toda dedicação histológica.

Aos amigos da aquicultura, Naiara, Marcos, Carlinhos e Anselmo, pelos bons momentos.

Ao professor Aldrin, um dos melhores mestres que já tive.

A Elizângela, Geraldo, Seu Pedro, Adriana, por toda ajuda.

Ao Samuel, Magdala, Léo, Luiz, pela ajuda e aprendizado com a histologia.

A todos os colegas do mestrado, especialmente a Maria Tereza (TT).

Ao grande pesquisador, Sato, pelas palavras de motivação.

A Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), pelo suporte para a condução deste trabalho e todos os seus funcionários, em especial ao Claudio.

A todos que me ajudaram no período experimental em Três Marias.

Ao grande amigo Afonso, uma das pessoas mais generosa que já conheci e a todos os amigos da CEMIG e UFTM.

Ao professor Godinho, que tive o privilégio de conhecer durante esse período.

A todos da minha família que verdadeiramente torcem por mim.

Enfim, por todos que acreditam e dedicam aos projetos de pesquisa.

A Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES), pela concessão de bolsa.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro ao projeto.

“Direi do SENHOR: Ele é o meu DEUS, o meu refúgio, a minha fortaleza, e nele confiarei.”

Salmo 91

RESUMO

SANTOS, Alcione Eneida. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Fevereiro de 2013. 72p. **Larvicultura de *Prochilodus argenteus* (curimatã) com diferentes dietas comerciais e frequência alimentar.** Orientador: Marcelo Mattos Pedreira. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Avaliou-se o desempenho de larvas de curimatã-pacu submetidas a quatro rações comerciais, com diferentes níveis de proteína bruta (320, 360, 450 e 550 g kg⁻¹) e quatro frequências alimentares (2, 3, 4 e 5), em fatorial 4x4 e o desenvolvimento do sistema digestório no 3º, 18º e 28º dias pós-eclosão (DPE) por análises histológicas. Foram mensurados o comprimento total e padrão, altura do corpo, peso, ganho de peso, fator de condição de Fulton e sobrevivência. Os peixes alimentados com ração contendo 360 g de proteína bruta kg⁻¹ de proteína bruta apresentaram melhores comprimento total e padrão, altura do corpo, peso, ganho de peso e do fator de condição de Fulton, do que as alimentadas com a de 320 g kg⁻¹. Quando comparado aos tratamentos com 450 e 550 g kg⁻¹, os peixes submetidos ao tratamento com 320 e 360 g kg⁻¹ apresentaram maior sobrevivência, não sendo observadas diferenças em relação aos outros parâmetros avaliados. O aumento da frequência alimentar de duas para três vezes dia⁻¹ proporcionou maiores comprimentos total e padrão e altura do corpo, além de melhor fator de condição de Fulton. No 3º DPE, o sistema digestório apresentou-se como um tubo reto e indiferenciado com células secretoras positivas para o AB no esôfago, indicando atividade digestória. No 18º e 28º DPE, o esôfago é marcado por célula secretora ácida e básica (AB e PAS positivo). O estômago individualizado, distinguido nas regiões cárdica, fúndica e pilórica com secreção AB e PAS positivo. O intestino foi caracterizado como longo e enovelado, sendo dividido nos segmentos proximal, médio e distal, além da presença de cecos pilóricos com células secretoras AB e PAS positiva e negativa. Conclui-se que as larvas de curimatã-pacu devem ser alimentadas com ração contendo 360 g de proteína bruta kg⁻¹ distribuídas em três refeições e que no 3º DPE, apresentam atividades digestórias e ao longo do 18º e 28º DPE, o estômago e o intestino encontravam-se diferenciados com as suas distintas regiões marcadas por células secretoras.

Palavras-chave: desempenho, manejo alimentar, morfologia, peixe nativo, trato alimentar

ABSTRACT

SANTOS, Alcione Eneida. University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys, July 2011. 72p. **Larviculture *Prochilodus argenteus* (curimatã) with different commercial diets and food frequency**. Adviser: Marcelo Mattos Pedreira. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

Performance of larvae curimatã-pacu subjected to four commercial diets with different protein levels (320, 360, 450 and 550 g kg⁻¹) and four feeding frequencies (2, 3, 4 and 5), in 4x4 factorial was evaluated and digestive system development by histological analyses related to 3°, 18° and 28° days post-hatching (DPE). It was measured the total and standard length, body height, weight, weight gain, Fulton's condition factor and survival. Fish fed with diets containing 360 g of crude protein kg⁻¹ presented higher total and standard length, body height, weight, weight gain, and condition factor Fulton than those fed with 320 g kg⁻¹. When compared to treatments with 450 and 550 g kg⁻¹, but differences for the other parameters were not observed. Increasing the feed rate from two to three times daily provided higher total and standard length and height of the body, as well as better condition factor Fulton. In the 3° DPE, digestive system was presented as a straight tube and undifferentiated with secretory cells positive for AB were found in the esophagus, indicating digestive activities. That the stomach was individualizes the regions distinguished in cardiac, fundic and pyloric with the secreting AB and PAS positive. The intestine was characterized as long and balled, divided in proximal, middle and distal, and the presence of pyloric caeca with secretory cells AB and PAS positive and negative. It was conclude that larvae curimatã-pacu have should be fed with diet containing 360 g of crude protein kg⁻¹ distributed in three meals daily and have activities in third DPE, being shown that during 18° and 28° DPE, stomach and intestines were already fully differentiated and their distinct regions marked by secretory cells.

Keywords: alimentary tract, growth, morphology, native fish, performance

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	11
2.1. Curimatã.....	11
2.2. Bacia do Rio São Francisco.....	12
2.3. Desenvolvimento inicial dos peixes.....	13
2.4. Hábito alimentar.....	14
2.5. Manejo alimentar na larvicultura.....	15
2.6. Referências.....	17
3. ARTIGOS.....	25
3.1. LARVICULTURA DE CURIMATÃ-PACU COM DIFERENTES DIETAS COMERCIAIS E FREQUÊNCIAS ALIMENTARES.....	26
Resumo.....	26
Abstract.....	27
Introdução.....	28
Material e Métodos.....	29
Resultados e Discussão	30
Conclusão.....	43
Referências.....	44
3.2. ONTOGENIA DO SISTEMA DIGESTÓRIO DE LARVAS DE CURIMATÃ-PACU.....	52
Resumo.....	52
Abstract.....	53
Introdução.....	54
Material e Métodos.....	55
Resultados e Discussão	56
Conclusão.....	65
Referências.....	66

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil apresenta um grande potencial hídrico, que favorece a criação de organismos aquáticos. A piscicultura continental é uma das práticas que vem se destacando na produção aquícola nacional, de acordo com dados estatísticos do Ministério da Pesca e Aquicultura (2012), representou 82,3% da produção total nacional de peixes em 2010. Atualmente, o mercado consumidor, principalmente dos grandes centros urbanos, procura alimentos de qualidade, como a carne de peixe, que é excelente fonte de proteínas e de ácidos graxos poliinsaturados, como o ômega três.

O cultivo de espécies nativas em sistema intensivo vem apresentando um avanço no Brasil nos últimos anos, destacando o grupo de peixes redondos, tambaqui, pacu, pirapitinga e os seus diferentes híbridos, que somaram 102.880 toneladas em 2010 (Ministério da Pesca e Aquicultura, 2012), porém, a intensificação de pesquisas tende a viabilizar a produção, a fim de beneficiar tanto grandes como pequenos produtores e promover o restabelecimento do ecossistema com a preservação de espécies com tendência a extinção, por intermédio de incremento dos programas de repovoamento, como vem sendo observado (Barros et al., 2011; Cavalli et al., 2011; Gomes et al., 2011; Povh et al., 2008; Barrero et al., 2008; Castellani & Barrela, 2005).

Segundo Sato et al. (1996), dentre as diversas espécies de peixes endêmicas da bacia do Rio São Francisco presentes na piscicultura brasileira, o *Prochilodus argenteus*, popularmente conhecido como curimatã, é a mais abundante na região de Três Marias-MG, representando quase 50% da produção de pescado, podendo chegar até 15 kg de peso corporal. Tem como características, comportamento migratório, desova total, fecundação externa, ausência de cuidado parental, tem hábito alimentar iliófago e boa aceitação de ração, porém, como a maioria das espécies, depende do alimento natural na fase larval (Sipaúba-Tavares & Rocha, 2003; Furuya, 2001).

Um dos principais entraves do cultivo de espécies nativas é o período de larvicultura, que compromete a produção de juvenis de peixes de alta qualidade e em larga escala, fatores essenciais para o crescimento sustentável da indústria da aquicultura (Conceição et al., 2009). Larvas de algumas espécies de peixes não possuem o sistema digestório completamente desenvolvido e funcional nos primeiros dias de vida, sendo a alimentação um dos fatores críticos neste período (Urbinati & Gonçalves, 2005) e devido ao rápido crescimento são altas as exigências nutricionais. O fornecimento de alimento natural (zooplâncton) e alimento vivo

(náuplios de *Artemia* sp.), contribuem com nutrientes essenciais para o crescimento e sobrevivência larval (Soares et al., 2000) e podem favorecer a aceitação da dieta inerte.

Diante da grande diversidade de espécies de peixes, da diferenciação morfofisiológica existente e considerando os diferentes hábitos alimentares, pesquisas com alimentação, principalmente durante o desenvolvimento dos peixes, é primordial (Jomori et al., 2003; Tesser, 2002; Luz & Zaniboni Filho, 2001; Seixas-Filho et al., 2000). O manejo alimentar adequado está vinculado a uma produção sustentável dentro do contexto ecológico e econômico que permite uma redução de descarga de nutrientes no meio e produção de peixes de menor custo de produção.

Objetivou-se avaliar a larvicultura de *Prochilodus argenteus*, curimatã-pacu, com diferentes dietas comerciais e frequências de alimentação e o desenvolvimento do sistema digestório.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CURIMATÃ

O gênero *Prochilodus* spp. é distribuído nas Bacias Amazônica, Araguaia-Tocantins, Prata e São Francisco sendo de grande importância na atividade pesqueira da América do Sul (Castro & Vari, 2004; Costa, 2006).

Morfologicamente, o curimatã (Figura 1), apresenta um focinho peculiar, boca subterminal em forma de ventosa com lábios carnosos onde estão implantados numerosos dentes diminutos dispostos em fileiras. O corpo é fusiforme e comprido com coloração prateado-acinzentada, ventre e faces brancas e escamas ásperas. A altura do corpo e o comprimento variam com a espécie, podendo alcançar de 30 a 80 cm de comprimento total (De Paula, 2006).

De hábito alimentar detritívoro ou iliófago, o curimatã, alimentam-se de matéria orgânica e microrganismos presentes no fundo de lagos e margens de rios. Especializações do sistema digestório, como estômago glandular e mecânico, permitem o aproveitamento desses alimentos. São peixes reofílicos que migram contra a correnteza dos rios para maturação das gônadas, necessitando de ambientes lóticos para a desova. O período reprodutivo tem picos nos meses de novembro a fevereiro. Tem como característica reprodutiva, alta fecundidade, fecundação externa, desova total e ausência de cuidado parental (De Paula, 2006).

Essa espécie tem apresentado problemas devido à poluição dos rios e pelas construções de represas hidrelétricas que afeta a sua reprodução e, conseqüentemente, a redução dos estoques pesqueiros naturais (Barbosa, 1987).

Figura 1. Curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*)



2.2. BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

A bacia hidrográfica do rio São Francisco é a terceira em extensão do Brasil e a única contida inteiramente em território brasileiro, possuindo uma área de 645.067,2 km² (Cetec, 1983).

Segundo Sato & Godinho (1999), a ictiofauna da bacia do rio São Francisco é representada por cerca de 150 espécies de água doce que apresenta alto grau de endemismo (Menezes, 1996). Nos trechos referentes à jusante da barragem de Sobradinho até o Oceano Atlântico, a montante da barragem de Três Marias e nos rios Paraopeba e das Velhas a ictiofauna encontra-se ameaçada decorrente ao desmatamento da mata ciliar, construção de grandes barragens, poluições industrial e doméstica, pesca predatória e destruição de várzeas e lagoas marginais pelas atividades agrícolas (Sato et al., 2000; Sato, 1989; Menezes, 1996).

Espécies de peixes da Bacia do Rio São Francisco como *Prochilodus argenteus* (curimatã), *Brycon orthotaenia* (matrinxã), *Salminus* sp. (dourado), *Conorhynchos conirostris* (pirá), *Lophiosilurus alexandri* (pacamã), *Pseudoplatystoma corruscans* (surubim) e *Rhinelepis aspera* (cascudo-preto) encontram-se ameaçadas de extinção no estado de Minas Gerais (Lins et al., 1997).

2.3. DESENVOLVIMENTO INICIAL DOS PEIXES

O desenvolvimento inicial de peixes compreende as etapas do ciclo biológico que abrange ovos, embriões e larvas até a reabsorção total do saco vitelínico, a qual o estudo fornece subsídios para aquicultura, para identificação de ovos e larvas na natureza, para estudos taxonômicos. De acordo com o grau de desenvolvimento, o período larval pode ser dividido em estágio vitelino, pré-flexão, flexão e pós-flexão (Sanches et al., 2001). Segundo Nakatani et al. (2001), a maioria das larvas de peixes teleósteo não está completamente desenvolvida no momento da eclosão, apresentando boca e mandíbulas não formadas, olhos não pigmentados, saco vitelino grande e nadadeira primordial, estendendo-se por todo o corpo. No entanto, algumas larvas, como a tilápia (*Oreochromis niloticus*), eclodem com o aparelho digestório funcional, os olhos pigmentados e a notocorda flexionada, bem como o acari (*Locariichthys platymetopon*), que possui o desenvolvimento inicial avançado, com nadadeira dorsal e anal desenvolvida e raios formados (Nakatani et al., 2001).

De acordo com o desenvolvimento e amadurecimento do sistema digestório das larvas, elas podem ser divididas em altriciais e precociais (Guevara, 2003). As larvas altriciais apresentam trato digestório indiferenciado, sendo dependentes do alimento vivo para os processos de digestão, enquanto as larvas precociais apresentam trato digestório estruturado, com aceitação da dieta inerte.

A complexidade do sistema digestório varia de acordo com as distintas espécies de peixes, sendo que o desenvolvimento das larvas permite mudanças na estrutura e comprimento do tubo digestório (Prejs, 1981). A maioria das espécies de peixes, após a eclosão, apresenta o sistema digestório como um tubo reto, simples e indiferenciado, como observado em larvas de tainha, *Mugil platanus* (Galvão et al., 1997). Entretanto, a partir da mudança da alimentação de endógena para exógena, a organização histológica das diferentes regiões da área digestiva, a presença de vacúolos na mucosa intestinal determina uma especialização do sistema digestório, sendo anatomicamente semelhantes entre juvenis e adultos (Maciel, 2006).

Conhecer o desenvolvimento inicial das larvas é fundamental para compreender as mudanças das exigências ecológicas das espécies (Kovac & Copp, 1999) e os fatores que afetam o recrutamento de população (Houde, 1994), para proporcionar melhores técnicas de criação de larvas (Gisbert et al., 2004).

2.4. HÁBITO ALIMENTAR

Os peixes representam metade da ordem Vertebrata, constituindo um grupo extremamente variado, ocupando diferentes nichos ecológicos e níveis tróficos e apresentam um amplo espectro alimentar, que tem como consequência, diferentes hábitos alimentares (Gallego, 1987). Considerando a natureza do alimento ingerido, os peixes podem ser inseridos nas categorias herbívoros, carnívoros, onívoros e iliófagos. A categoria herbívora pode ser subdividida em fitoplanctófagos, macrofitófagos, perifitófagos e detritófagos. Os carnívoros podem ser considerados como zooplanctófagos, bentófagos e ictiófagos (Prejs, 1981).

Segundo Baldisserotto (2002), o hábito alimentar pode modificar ao longo da vida dos peixes, podendo um alevino se alimentar de zooplâncton e o adulto ingerir, principalmente, plantas. Ainda, de acordo com este autor, apresentam diversas adaptações do sistema digestório, conforme a especialização requerida para ingerir, digerir e absorver os diferentes tipos de alimentos. O curimatã (*Prochilodus* sp.) é detritívoro e sua habilidade de explorar matéria orgânica no ambiente natural é importante por promover a ciclagem dos nutrientes, oriundos de materiais em decomposição (Winemiller & Jepsen, 1998), porém, em sistemas de cultivo, as larvas de curimba podem ser alimentadas com ração (Dias & Durigan, 1998). O piauí (*Leporinus friderici*) apresenta hábito alimentar onívoro (Castagnolli, 1992), ingerindo alimentos de origem vegetal e animal com preferência para o consumo de invertebrados, principalmente insetos (Andrian et al., 1994).

A dieta natural de espécies carnívoras e herbívoras é diferente, porém, em um sistema intensivo, a ração pode ser formulada com os mesmos ingredientes, mas com proporções diferentes (Weatherley & Gill, 1987) e com maior nível de proteína em relação a outros animais (Pezzato et al., 2004).

O conhecimento da preferência alimentar entre as diferentes espécies de peixes qualifica as avaliações nutricionais, a formulação de ração, o manejo alimentar e o planejamento de sistemas de policultivo (Rotta, 2003) e através da morfologia do trato digestório e sua relação com os hábitos alimentares dos peixes, é possível conhecer o regime alimentar de uma espécie, a partir das diferenças anatomofisiológicas do sistema digestório, fato evidenciado pelos formatos variados do estômago ou os diferentes comprimentos do intestino dos peixes (Silva et al., 2005).

2.5. MANEJO ALIMENTAR NA LARVICULTURA

O manejo alimentar correto reflete no crescimento da piscicultura, influenciando o desempenho do animal, por estar diretamente relacionado ao fornecimento do alimento e a utilização do mesmo pelos peixes (Hayashi et al., 2004).

A frequência alimentar influencia no aproveitamento da ração lançada diretamente na água, que, se não consumida, diluirá e lixiviará, causando a poluição do ambiente e aumento nas taxas de conversão alimentar (Sanches & Hayashi, 2001). O número de alimentações necessárias para o bom desenvolvimento dos peixes varia, principalmente conforme a espécie, a idade e a temperatura. Espécies carnívoras demandam uma menor frequência de arraçoamento em relação às onívoras e conforme aumenta a idade do peixe maior, o número de arraçoamentos não traz benefícios significativos ao seu crescimento (Kubitza, 1997).

O oferecimento frequente de alimento aos peixes pode aumentar a oportunidade de consumo, diminuindo o comportamento agressivo e reduzindo a variação de tamanho da população, sendo necessário um ajuste do manejo alimentar para adequar a quantidade e o tempo de alimentação (Wang et al., 1998). Esse procedimento evita que os animais consumam grandes quantidades em cada refeição, fato decorrente de poucas alimentações ao longo do dia, favorecendo a eficiência de assimilação (Rabe & Brown, 2000).

O manejo correto dos alimentos, através da frequência ideal de alimentação, permite o melhor aproveitamento da mão de obra, uma vez que contribui com significativa parcela do custo contabilizado na produção de peixes (Jomori et al., 2003; Guerrero-Alvarado, 2003).

Diferenças na frequência alimentar ótima pode ocorrer dentro de uma mesma espécie, especialmente em estágios de desenvolvimento (Schnaittaer et al., 2005). A frequência alimentar ideal para cada espécie varia, podendo ser considerada espécie-específica (Sampaio et al., 2007).

Diversos resultados foram encontrados por vários autores em pesquisas com frequência alimentar com espécies distintas. De acordo com Sampaio et al. (2007), larvas e juvenis de *Odontesthes argentinensis*, apresentam uma melhor performance na criação quando alimentadas mais vezes ao dia, já Engrola et al. (2005) observaram um efeito negativo de frequências alimentares elevadas na larvicultura de *Solea senegalensis*. O linguado de cauda amarela, *Pleuronectes ferrugineus*, que apresenta hábito alimentar carnívoro, apresentou menor crescimento quando alimentado apenas uma vez ao dia (Brown, 2000).

A alimentação é um dos itens que aumenta os custos na produção intensiva de peixes (Kam, 2003), principalmente a proteína, nutriente de máxima importância para os mesmos, principalmente na fase inicial. O nível de proteína das dietas deve atender às exigências para crescimento, reprodução e reposição de tecidos (Lovell, 1980), sem excesso ou deficiência, portanto, informações sobre a nutrição de peixes é fundamental para favorecer o manejo alimentar, uma vez que a nutrição adequada é fundamental para o seu desempenho e a sua sobrevivência (Cyrino et al., 2004).

2.6. REFERÊNCIAS

- ANDRIAN, I. F.; DÓRIA, C. R. C.; TORRENTE, G.; FERREOTTI, C. M. L. Espectro alimentar e similaridade na composição da dieta de quatro espécies de *Leporinus* (Characiformes, Anostomidae) do rio Paraná, Brasil. **Revista UNIMAR**, v.16, p.97-106, 1994.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: UFSM Editora, 2002, 212p.
- BARBOSA, N. D. C. **Efeito do teor de proteína na ração e da adubação dos tanques de curimbatá (*Prochilodus scrofa* STEINDACHNER, 1881)**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). 52p. Universidade Federal de Minas Gerais, 1987.
- BARROS, A. F.; MARTINS, M. I. E. G.; SOUZA, O. M. Caracterização da piscicultura na microrregião da baixada cuiabana, Mato Grosso, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.37, p.261-273, 2011.
- BARRERO, N. M. L.; RIBEIRO, R. P.; VARGAS, L.; GOMES, P. C.; MANGOLIN, C. A.; BOSO, K. M. O.; GUALDA, T. Caracterização genética de estoques de *Prochilodus lineatus* repovoamento: Importância para a conservação da ictiofauna e do ecossistema. **Bioscience Journal**, v.24, p.86-93, 2008.
- BROWN, L. R. Fish communities and their associations with environmental variables, lower San Joaquin River Drainage, California. **Environmental Biology of Fishes**, v.57, p.251-269, 2000.
- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. São Paulo: Funep, 1992. 189p.
- CASTELLANI, D.; BARRELA, W. Caracterização da piscicultura na região do vale do Ribeira-SP. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.168-176, 2005.

CASTRO, R. M. C.; VARI, R. P. Detritivores of the South American fish family prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): a phylogenetic and revisionary study. **Smithsonian Contributions to Zoology**, v.622, p.83-89, 2004.

CAVALLI, R. O.; DOMINGUES, E. D. C.; HAMILTON, S. Desenvolvimento da produção de peixes em mar aberto no Brasil: Possibilidade e desafios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.155-164, 2011.

CETEC - FUNDAÇÃO CENTRO TECNÓLOGICO DE MINAS GERAIS. **Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte**, 1983, 158p.

CONCEICAO, L. E.; ARAGAO, C.; RICHARD, N.; ENGROLA, S.; GAVAIA, P.; MIRA, S.; DIAS, J. Avancos recentes em nutrição de larvas de peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.26-35, 2009.

COSTA, L. F. C. **Estudo da variação genética em *Prochilodus Costatus* (Teleostei: Characiformes: Prochilodontidae) na bacia do Rio São Francisco, na região de Três Marias (MG)**. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais. 73p. Universidade Federal de São Carlos, 2006.

CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. 533p.

DE PAULA, F. M. **Diversidade genética de *Prochilodus lineatus* (Pisces, Characiformes) das escadas de transposição de peixes das usinas hidroelétricas do complexo Canoas - Rio Paranapanema**. Dissertação de Mestrado em Genética e Biologia Molecular. 178f. Universidade Estadual de Londrina, 2006.

DIAS, T. C. R.; DURIGAN, J. G. **Performance production in curimatá (*Prochilodus scrofa*) larvae, exposed to different stocking density and different crude protein levels on the diets**. In: WORLD AQUACULTURE SOCIETY, 1998. 143p.

ENGROLA, S.; CONCEIÇÃO, L. E. C.; GAVAIA, P. J.; CANCELA, M. L.; DINIS, M. T. Effects of pre-weaning feeding frequency on growth, survival, and deformation of Senegalese sole, *Solea senegalensis* (KAUP, 1858). **The Journal of Aquaculture**, v.57, p.10-18, 2005.

FURUYA, W. M. Espécies nativas. In: MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P.; ZIMMERMANN, S. (Eds.). **Fundamentos da Moderna Aqüicultura**. ULBRA: Canoas, 2001. 83-90p.

GALLEGO, M. G.; RUS, A. S. Absorción intestinal em peces. In: ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J, LABARTA, U. (Eds.). **Nutricion en acuicultura I**. Madrid: Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura, 1987. 123-171p.

GALVÃO, M. S.; FENERICH-VERANI, N.; YAMANAKA, N.; OLIVEIRA, I. D. R. Histologia do sistema digestivo da tainha *Mugil platanus* GÜNTHER, 1880 (OSTEICHTHYES, MUGILIDAE) durante as fases larval e juvenil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.24, p.91-100, 1997.

GISBERT, E.; PIEDRAHITA, R. H.; CONCKLIN, D. E. Ontogenic development of the digestive system in California halibut (*Paralichthys californicus*) whit notes on feeding practices. **Aquaculture**, v.232, p.455-470, 2004.

GOMES, P. C.; RIBEIRO, R. P.; SIROL, R. N., BARRERO, N. M. L.; MOREIRA, H. L. M.; POVH, J. P; MANGOLIN, C. A.; VARGAS, L.; JACOMETO, C. B.; JÚNIOR-STREIT, D. P. Diversidade genética de dourado utilizado em programas de repovoamento no rio Paranapanema. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.167-173, 2011.

GUERRERO-ALVARADO, C. E. **Treinamento alimentar de pintado *Pseudoplatoma corruscans* (Agassiz, 1829): sobrevivência, crescimento e aspectos econômicos**. Dissertação de Mestrado em Aquicultura 72p. Universidade Estadual Paulista/CAUNESP, 2003.

GUEVARA, M. J. P. **Enriquecimento de zooplâncton com óleo de peixe na larvicultura do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e curimatá (*Prochilodus lineatus*)**. Dissertação de Mestrado em Zootecnia. 106p. Universidade Federal de Lavras, 2003.

HAYASHI, C.; MEURER, F.; BOSCOLO, W. R.; LACERDA, C. H. F.; KAVATA, L. C. B. Frequência de arraçamento para alevinos de lambari do rabo amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.21-26, 2004.

HOULD, E. D. Differences between marine and freshwater fish larvae: Implications for recruitment. **Journal of Marine Science**, v.51, p.91-97, 1994.

JOMORI, K. R.; CARNEIRO, D. J.; MARTINS, M. I. E. G.; PORTELLA, M. C. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. **Aquaculture**, v.243, p.175-183, 2005.

JOMORI, K. R.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B.; PORTELLA, M. C. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* juveniles reared in ponds at different initial larviculture periods indoors. **Aquaculture**, v.221, p.227-287, 2003.

KAM, L. E. Economics of offshore aquaculture of Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*) in Hawaii. **Aquaculture**, v.223, p.63-87, 2003.

KOVAC, V.; COOP, G. H. Prelude: looking at early development of fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v.56, p.7-14, 1999.

KUBITZA, F. **Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, Piracicaba, 1997. **Anais**. Piracicaba: CBNA, p.63-116, 1997.

LINS, L. V.; MACHADO, A. B. M.; COSTA-HERMANN, C. M. R. **Roteiro metodológico para elaboração de listas de espécies ameaçadas de extinção: contendo a lista da fauna ameaçada de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversistas, 1997, 55p.

LOVELL, R. T. Nutrition and feeding. In: BROWN, E. E. & GRATZEK, J.B. **Fish Farming Handbook: Food, bait, tropicals and goldfish**, 1980. 207-236p.

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

MACIEL, C. M. R. R. **Ontogenia das larvas de piracanjuba, *Brycon orbignyanus Valenciennes (1849)* (Characiformes, Characidae, Bryconinae)**. Tese de Doutorado. 229p. Universidade Federal de Viçosa, 2006.

MENEZES, N. A. Methodus for assessing freshwater fish diversity. In: C. E. M. BICUDO.; MENEZES, N.A. (ED). **Biodiversity in Brazil: a first approach**. São Paulo: CNPq, 1996. 326p.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**: Brasil 2010. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2012. 128p.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALEZTZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação**. EDUEM, 2011. 378p.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FRACASOLI, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutrição de peixes. In: Cyrino, J. E. P.; Urbinati, E. C.; Fracalossi, D. M.; Castagnolli, N. (Ed). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p.75-169.

POVH, J. P.; RIBEIRO, R. P.; SIROL, R. N.; JÚNIOR-STREIT, D. P.; BARRERO, N. M. L.; VARGAS, L.; GOMES, P. C.; LOPES, T. D. S. Diversidade genética de Pacu do rio Paranapanema e do estoque de um programa de repovoamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.201-206, 2011.

PREJS, A. **Metodos para el estudio de los alimentos y las relaciones troficas de los peces.** Caracas, 1981, 129p.

RABE, J.; BROWN, J. A. A pulse feeding strategy for rearing larval fish: experiment whit yellowtail flounder. **Aquaculture**, v.191, p.289-302, 2000.

ROTTA, M. A. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. **Documento 53** – EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Ministério da Agricultura e Abastecimento. ISSN: 1517-1973, 2003. 48p.

SAMPAIO, L. A.; OLIVEIRA, M.; TESSER, M. B. Produção de larvas e juvenis do peixe-rei marinho *Odontesthes argentinensis* submetidos a diferentes frequências alimentares. **Revista Brasileira Agrocência**, v.13, p.271-274, 2007.

SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SUIBERTO, M. R.; GOMES, F. D. C.; NAKATANI, K.; BARBOSA, N. D. C. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Leporinus friderici* (Osteichthyes, Anostomidae) da bacia do rio Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**, v.23, p.383-389, 2001.

SANCHES, L. E.; HAYASHI, C. Effect of feeding frequency on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fries performance during sex reversal in hapas. **Acta Scientiarum**, v.23, p.871-876, 2001.

SATO, Y. **Reprodução de peixes da bacia do rio São Francisco: Indução e caracterização de padrões.** Tese em Doutorado em Ciências. 179p. Universidade Federal de São Carlos, 1989.

SATO, Y.; CARDOSO, E. L.; GODINHO, H. P. Hypophysation parameters of the fish *Prochilodus marggravii* obtained in routine hatchery station conditions. **Revista Brasileira de Biologia**, v.56, p.59-64, 1996.

SATO, Y.; GODINHO, H. P. Peixes da bacia do rio São Francisco. In: R.H. Lowe MacConnell (Ed). **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. Tradução: A.E.A.M. Vazzoler, A.A. Agostinho, P. Cunnighan. São Paulo: EDUSP, 1999. 534p.

SATO, Y. N.; FENERICH-VERANI, J. R.; VIEIRA J. S.; GODINHO, H. P. Induced reproductive responses of the neotropical anostomid fish *Leporinus elongatus* Val. Under captive breeding. **Aquaculture Research**, v.31, p.189-193, 2000.

SEIXAS-FILHO, J. T.; BRÁS, J. M.; GOMIDE, A. T. M.; OLIVEIRA, M. G. A.; DONZELE, J. L.; MENIN, E. Anatomia funcional e morfometria dos intestinos e cecos pilóricos do teleostei (Pisces) de água doce *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.2, p.313-324, 2000.

SILVA, N. B.; GURGEL, H. C. B.; SANTANA, M. D. Histologia do sistema digestório de sagüiru, *Steindachnerina notonota* (Miranda Ribeiro, 1937) (Pisces, Curimatidae), do rio Ceará Mirim, Rio Grande do Norte, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, p.1-8, 2005.

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

SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; GONCALVES, G. S.; GALDIOLI, E. M.; BOSCOLO, W. R. Plâncton, *Artemia* sp, dieta artificial e suas combinações no desenvolvimento e sobrevivência do quinguio (*Carassius auratus*) durante a larvicultura. **Acta Scientiarum**, v.22, p.383-388, 2000.

SCHNITTACHER, G.; KING V, W.; BERLINSKY, D. L. The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. **Aquaculture Research**, v.36, p.370-377, 2005.

TESSER, M. B. **Desenvolvimento do trato digestório e crescimento de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), em sistema de co-alimentação com náuplios de *Artemia* e dieta microencapsulada**, Dissertação de Mestrado em aquicultura. 59p. Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, 2002.

URBINATI, E. D.; GONCALVES, F. D. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Eds.). **Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**. Editora: UFSM, 2005. 225-255p.

WANG, N.; HAYAWARD, R. S.; NOLTIE, D. B. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. **Aquaculture**, v.165, p.261-267, 1998.

WEATERLEY, A. H.; GILL, S. H. **The biology of fish growth**. London: Academic Press, 1987. 443p.

WINEMILLER, K. O.; JEPSEN, D. B. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. **Journal of Fish Biology**, v.53, p.267-296, 1998.

3. ARTIGOS

**LARVICULTURA DE CURIMATÃ-PACU COM DIFERENTES DIETAS
COMERCIAIS E FREQUÊNCIAS ALIMENTARES**

ONTOGENIA DO SISTEMA DIGESTÓRIO DE LARVAS DE CURIMATÃ-PACU

3.1. Larvicultura de curimatã-pacu com diferentes dietas comerciais e frequências alimentares

Resumo – Avaliou-se o desempenho de larvas de curimatã-pacu submetidas a quatro rações comerciais com diferentes níveis de proteína bruta (320, 360, 450 e 550 g kg⁻¹) e quatro frequências alimentares (2, 3, 4 e 5), em fatorial 4x4. Foram mensurados o comprimento total e padrão, altura do corpo, peso, ganho de peso, fator de condição de Fulton e sobrevivência. Os peixes alimentados com ração contendo 360 g de proteína bruta kg⁻¹ apresentaram melhores comprimento total e padrão, altura do corpo, peso, ganho de peso e fator de condição de Fulton, do que as alimentadas com a de 320 g kg⁻¹. Quando comparado aos tratamentos com 450 e 550 g kg⁻¹, os peixes submetidos ao tratamento com 320 e 360 g kg⁻¹ apresentaram maior sobrevivência, não sendo observadas diferenças em relação aos outros parâmetros avaliados. O aumento da frequência alimentar de 2 para 3 vezes dia⁻¹ proporcionou maiores comprimentos total e padrão e altura do corpo, além de melhor fator de condição de Fulton. As larvas de curimatã-pacu devem ser alimentadas com ração contendo 360 g de proteína bruta kg⁻¹ distribuídas em três refeições.

Palavras-chave: desempenho, manejo alimentar, peixe nativo, *Prochilodus argenteus*

Larviculture curimatã-pacu with different commercial diets and food frequency

Abstract - Performance of larvae curimatã-pacu subjected to four commercial diets with different protein levels (320, 360, 450 and 550 g kg⁻¹) and four feeding frequencies (2, 3, 4 and 5); in 4x4 factorial was evaluated. It was measured the total and standard length, body height, weight, weight gain, Fulton's condition factor and survival. Fish fed with diets containing 360 g of crude protein kg⁻¹ presented higher total and standard length, body height, weight, weight gain, and condition factor Fulton than those fed with 320 g kg⁻¹. When compared to treatments with 450 and 550 g kg⁻¹, but differences for the other parameters were not observed. Increasing the feed rate from 2 to 3 times daily provided higher total and standard length and height of the body, as well as better condition factor Fulton. Larvae curimatã-pacu should be fed with diet containing 360 g of crude protein kg⁻¹ distributed in three meals daily.

Keywords: performance, feed management, native fish, *Prochilodus argenteus*

INTRODUÇÃO

A ictiofauna da bacia do Rio São Francisco é representada por cerca de 150 espécies de água doce (Sato & Godinho, 1999), caracterizada por um alto grau de endemismo (Menezes, 1996). Esta ictiofauna encontra-se ameaçada em várias regiões, como em Três Marias, devido à barragem, o desmatamento ciliar, poluições industrial e doméstica, pesca predatória e destruição de várzeas e lagoas marginais pelos projetos agrícolas (Sato et al., 1996).

O gênero *Prochilodus* encontra-se difundido nos rios da América do Sul (Sivasundar, et al., 2001). Dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (2012) apresentaram o mercado do curimatã e o seu potencial para o cultivo comercial, já que a sua produção pesca e aquicultura, em 2010 foi de 5.226,0 toneladas. Características como rápido crescimento em sistema intensivo de produção (Furuya et al., 1999), hábito alimentar iliófago, base da cadeia trófica (Bomfim et al., 2005), rusticidade e altas taxas de fertilidade, contribuem para o cultivo dessa espécie.

No sistema intensivo, deve-se fornecer uma dieta balanceada que atenda às exigências da espécie para cada fase de cultivo, e que promova a manutenção da qualidade da água (Corraze & Kaushik, 2007), além de reduzir os custos de produção. O desempenho do peixe é afetado diretamente pela composição da dieta e pela interação entre os nutrientes, sendo, portanto, necessário avaliar o perfil nutricional das rações comerciais utilizadas. Além da qualidade da dieta, esta deve ser ofertada com uma determinada frequência de alimentação, para promover eficiência alimentar dos peixes (Lee et al., 2000).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar larvicultura de curimatã-pacu, *Prochilodus argenteus*, com diferentes dietas comerciais e frequências de alimentação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Companhia do Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), na cidade de Três Marias – MG, no mês de Janeiro de 2012, durante 25 dias.

Larvas de curimatã-pacu, com peso de 2,59 mg e comprimento total de 6,4 mm, iniciando a fase de alimentação exógena, foram distribuídas, aleatoriamente, em 80 unidades amostrais, com volume útil de 8 L, com aeração constante e fotoperíodo de 12 h de claridade e 12 h de escuridão, em uma densidade de estocagem de 100 indivíduos aquário⁻¹.

Foram utilizadas rações comerciais, com diferentes perfis nutricionais, identificadas pelos níveis protéicos (320, 360, 450 e 550 g kg⁻¹) (Tabela 1), ofertadas em distintas frequências alimentares (2, 3, 4, e 5 vezes dia⁻¹), distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições, em esquema fatorial 4 x 4.

Tabela 1. Composição da ração comercial em g kg⁻¹, identificadas pelos diferentes níveis de proteína bruta (320, 360, 450, 550 g kg⁻¹), utilizados para alimentação das larvas de curimatã-pacu no período experimental.

Proteína bruta (mín.)	320	360	450	550
Umidade (máx.)	100	100	100	100
Extrato etéreo (mín.)	70	65	80	70
Matéria mineral (máx.)	120	110	150	170
Matéria fibrosa (máx.)	55	60	40	28
Cálcio (máx.)	20	10	30	38
Fósforo (mín.)	6	8	8	15

As larvas de curimatã-pacu, nos três primeiros dias, foram alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. recém eclodidos, ofertados duas vezes dia⁻¹, na quantidade de 700 náuplios de *Artemia* sp. larva⁻¹. Após esse período, os animais começaram a receber as rações, que foram fornecidas de acordo com as frequências alimentares, na proporção de 10% do peso vivo.

As larvas alimentadas duas, três, quatro e cinco vezes dia⁻¹ receberam ração as 9 e 18; 9, 14 e 18; 9, 12, 15 e 18 e 9, 11, 14, 16 e 18 h, respectivamente.

Durante o experimento, a temperatura (°C) da água foi aferida, diariamente, as 6 e 18 h. Os parâmetros limnológicos, pH, condutividade elétrica (µS cm⁻¹), turbidez (NTU), oxigênio dissolvido (mg L⁻¹), foram avaliados a cada cinco dias às 7 h, através do

equipamento Horiba, modelo W-22XDD e, as concentrações de amônia (mg L^{-1}) foram determinadas pelo método de Nessler (Manual Standard Methods 8038). Inicialmente, os parâmetros limnológicos foram, pH (5,6), condutividade elétrica ($93,0 \mu\text{S cm}^{-1}$), turbidez ($0,00 \text{ NTU}$), oxigênio dissolvido ($8,2 \text{ mg L}^{-1}$), amônia ($0,06 \text{ mg L}^{-1}$) e temperatura ($23,7 \text{ }^\circ\text{C}$). Diariamente foi realizada a sifonagem dos aquários para remoção dos dejetos e 60% do volume de água foi renovado.

Para obtenção de dados morfométricos, 2 larvas aquário⁻¹ no 5º e 15º dias e 15 larvas aquário⁻¹ no 25º dia, foram fixadas em Bouin por 12 h, e, posteriormente, preservadas em álcool 70%. De cada larva foram avaliados o peso (balança analítica com precisão de 0,1 mg), os comprimentos total e padrão (paquímetro digital com precisão de 0,01 mm) e a altura do corpo (sob estereomicroscópico com sistema Motic Q715CVD). Ao final do experimento, também foram determinadas a taxa de sobrevivência e a biomassa.

Com os resultados médios do peso inicial (P_{t_i}) e peso final (P_{t_f}), foi calculada a taxa de crescimento específico, através da expressão: $\text{TCE} = 100(\ln P_{t_f} - \ln P_{t_i})/\Delta t$, sendo Δt a duração em dias entre as amostragens e ganho de peso ($\text{GP} = P_{t_f} - P_{t_i}$). Com os dados de peso total e comprimento padrão, foi calculado o fator de condição de Fulton ($K = \text{peso} \times 100/\text{comprimento}^3$).

Para comparação do efeito das rações comerciais e das frequências alimentares sobre o desempenho dos animais e dos parâmetros limnológicos, os dados foram analisados, através do desdobramento fatorial pelo procedimento LSmeans e comparações de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, pelo programa SAS 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, a ração 360 g de proteína bruta kg^{-1} apresentou resultados maiores do que os da ração 320 g kg^{-1} , e não diferiu das de 450 e 550 g kg^{-1} , assim como a frequência de três vezes dia⁻¹ foi superior a de duas vezes dia⁻¹ e equivalentes as de quatro e cinco vezes dia⁻¹. Os parâmetros de desempenho produtivo das larvas de *P. argenteus*, curimatã-pacu, encontram-se representados nas tabelas 2, 3, 4.

Tabela 2. Valores médios do comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), altura do corpo (AC), peso, ganho de peso (GP), fator de condição de Fulton (K) e sobrevivência (Sob) do curimatã-pacu em função da ração comercial identificadas pelos seus níveis de proteína (320, 360, 450 e 550 g kg⁻¹) e da frequência alimentar (2, 3, 4 e 5 vezes dia⁻¹) no 25º dia experimental.

Ração	CT (mm)	CP (mm)	AC (mm)	Peso (mg)	GP (mg)	K (%)	Sob (%)
320	22,63 ^B	18,33 ^B	3,45 ^B	126,05 ^B	123,59 ^B	1,72 ^B	58,00 ^{AB}
360	25,70 ^A	20,58 ^A	4,13 ^A	200,09 ^A	197,50 ^A	2,17 ^A	67,35 ^A
450	26,83 ^A	21,33 ^A	4,33 ^A	236,64 ^A	234,05 ^A	2,20 ^A	46,33 ^B
550	27,37 ^A	21,76 ^A	4,29 ^A	205,04 ^A	202,45 ^A	1,86 ^B	47,55 ^B
Frequência alimentar							
2	23,63 ^B	19,06 ^B	3,67 ^B	163,70 ^A	161,14 ^A	1,90 ^B	46,58 ^A
3	25,97 ^A	20,74 ^A	4,07 ^{AB}	193,54 ^A	190,99 ^A	1,97 ^{AB}	58,65 ^A
4	26,90 ^A	21,40 ^A	4,29 ^A	217,67 ^A	215,11 ^A	2,11 ^A	60,95 ^A
5	26,05 ^A	20,83 ^A	4,18 ^A	194,79 ^A	192,24 ^A	1,97 ^{AB}	52,45 ^A

Valores na mesma coluna seguidos por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 3. Valores médios da taxa de crescimento específico do curimatã-pacu, em função da ração comercial, identificadas pelos seus níveis de proteína (320, 360, 450 e 550 g kg⁻¹) e da frequência alimentar (2, 3, 4 e 5 vezes dia⁻¹), no 25º dia experimental.

Ração	Frequência alimentar			
	2	3	4	5
320	12,22 ^{Aa}	16,38 ^{Aa}	18,17 ^{Aa}	15,84 ^{Aba}
360	17,98 ^{Aa}	18,63 ^{Aa}	19,06 ^{Aa}	19,38 ^{Aa}
450	17,33 ^{Aa}	19,18 ^{Aa}	20,52 ^{Aa}	19,56 ^{Aa}
550	18,71 ^{Aab}	19,29 ^{Aa}	18,38 ^{Aab}	12,16 ^{Bb}

Valores seguidos de letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 4. Valores médios da biomassa do curimatã-pacu, em função da ração comercial, identificadas pelos seus níveis de proteína (320, 360, 450 e 550 g kg⁻¹) e da frequência alimentar (2, 3, 4 e 5 vezes dia⁻¹), no 25º dia experimental.

Ração	Frequência alimentar			
	2	3	4	5
320	5,14 ^{Ab}	13,68 ^{Aa}	17,01 ^{Aa}	8,79 ^{Aa}
360	12,62 ^{Aa}	10,70 ^{Aa}	17,19 ^{Aa}	17,04 ^{Aa}
450	7,60 ^{Aa}	15,93 ^{Aa}	16,00 ^{Aa}	17,59 ^{Aa}
550	13,42 ^{Aa}	15,88 ^{Aa}	15,57 ^{Aa}	12,99 ^{Aa}

Valores seguidos de letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Ao término do experimento, a ração com nível de proteína bruta de 360 g kg⁻¹ apresentou uma taxa de sobrevivência superior as obtidas com as rações com 450 e 550 g kg⁻¹, porém, sendo equivalente à obtida com a ração de 320 g kg⁻¹, que não diferiu das demais. Esses resultados podem estar relacionados aos valores crescentes de amônia, associados ao aumento do nível de proteína na ração, observado ao longo do experimento (Tabelas 5 e 6). Já os parâmetros de comprimento total, comprimento padrão, altura do corpo, peso, ganho de peso, fator de condição de Fulton, não diferiram entre 360, 450 e 550 g kg⁻¹, sendo superiores aos observados aos das larvas alimentadas com a ração 320 g kg⁻¹.

A frequência alimentar de três, quatro e cinco vezes dia⁻¹ resultaram em comprimento total e padrão, similares entre si, e superiores aos obtidos com a frequência de duas vezes dia⁻¹. As frequências alimentares, de quatro e cinco vezes dia⁻¹ geraram uma altura do corpo superior as observadas nas larvas alimentadas duas vezes dia⁻¹, sendo que as alimentadas três vezes dia⁻¹ foram semelhantes as demais. O fator de condição de Fulton foi superior na frequência de quatro vezes dia⁻¹, quando comparado ao de duas vezes dia⁻¹, não diferindo entre as demais. A taxa de sobrevivência, peso e ganho de peso não foram influenciadas pelas diferentes frequências de alimentação.

As larvas cultivadas com a ração de 320 g kg⁻¹ e frequência duas vezes dia⁻¹ apresentaram a menor biomassa no 25º dia, em relação às demais interações que foram similares entre si, e a taxa de crescimento específico para larvas alimentadas cinco vezes dia⁻¹, foi menor quando ofertada a ração de 550 g kg⁻¹ quando comparada com as alimentadas com 360 e 450 g kg⁻¹, sendo igual, porém as submetidas à ração 320 g kg⁻¹. Não se verificou

interferência do tipo de ração na TCE, exceto para a ração de 550 g kg⁻¹ em que a frequência de três vezes dia⁻¹ foi superior a de cinco vezes dia⁻¹.

Tabela 5. Valores médios dos níveis de amônia (mg L⁻¹) da larvicultura do curimatã-pacu, em função da ração comercial, identificadas pelos seus níveis de proteína (320, 360, 450 e 550 g kg⁻¹) e da frequência alimentar (2, 3, 4 e 5 vezes dia⁻¹), durante o 5º, 9º, 13º, 17º e 21º dias experimentais.

Ração	Dia				
	5º	9º	13º	17º	21º
320	0,27 ^C	0,57 ^B	0,44 ^B	0,87 ^C	0,59 ^C
360	0,31 ^C	0,51 ^B	0,38 ^B	1,52 ^B	1,54 ^B
450	0,45 ^B	0,41 ^B	0,61 ^B	1,87 ^B	2,13 ^B
550	0,96 ^A	1,27 ^A	2,09 ^A	3,54 ^A	3,36 ^A
Frequência alimentar					
2	0,45 ^A	0,60 ^A	1,03 ^A	1,90 ^A	1,64 ^B
3	0,54 ^A	0,87 ^A	0,80 ^A	1,85 ^A	1,79 ^{AB}
4	0,48 ^A	0,54 ^A	0,75 ^A	2,00 ^A	2,26 ^A
5	0,51 ^A	0,71 ^A	0,93 ^A	2,04 ^A	1,99 ^{AB}

Valores na mesma coluna seguidos por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 6. Valores médios dos níveis de amônia (mg L⁻¹) da larvicultura do curimatã-pacu, em função da ração comercial, identificadas pelos seus níveis de proteína (320, 360, 450 e 550 g kg⁻¹) e da frequência alimentar (2, 3, 4 e 5 vezes dia⁻¹), no 25º dia experimental.

Ração	Frequência alimentar			
	2	3	4	5
320	0,25 ^{Ab}	0,46 ^{Ab}	0,68 ^{Ab}	0,18 ^{Ab}
360	0,61 ^{Ab}	0,69 ^{Ab}	1,60 ^{Aa}	1,40 ^{Aba}
450	0,58 ^{Ab}	2,19 ^{Aa}	2,10 ^{Aa}	2,94 ^{Aa}
550	2,67 ^{Aa}	2,86 ^{Aa}	2,47 ^{Aa}	2,31 ^{Aa}

Valores seguidos de letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

No 15º dia, todos os parâmetros de desempenho (Tabela 7), das larvas alimentadas com ração comercial 450 g kg⁻¹ foram superiores às alimentadas com ração 320 g kg⁻¹, porém, esses mesmos parâmetros apresentaram valores semelhantes entre os tratamentos com ração

comercial com 360, 450 e 550 g kg⁻¹. O comprimento padrão do tratamento 320 g kg⁻¹ foi menor do que o de 550 g kg⁻¹ e igual ao de 360 g kg⁻¹. As taxas de crescimento específico das larvas alimentadas com as rações 360 e 550 g kg⁻¹ foram maiores que as de 320 g kg⁻¹. Já o comprimento total, altura do corpo, peso, ganho de peso e fator de condição de Fulton foram semelhantes entre as larvas alimentadas com as rações 320, 360 e 550 g kg⁻¹. Os parâmetros não foram influenciados pelas distintas frequências de alimentação.

No 5º dia quase todos os parâmetros de desempenho não diferiram entre si, tanto para ração como para frequência alimentar (Tabela 8), porém, observava-se um maior crescimento, em comprimento total e comprimento padrão, das larvas alimentadas com ração comercial 450 g kg⁻¹ comparadas com as alimentadas com a ração 320 g kg⁻¹, o que se confirma no 15º e 25º dia.

Tabela 7. Valores médios do comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), altura do corpo (AC), peso, ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE) e fator de condição de Fulton (K) do curimatã-pacu, em função da ração comercial, identificadas pelos seus níveis de proteína (320, 360, 450 e 550 g kg⁻¹) e da frequência alimentar (2, 3, 4 e 5 vezes dia⁻¹), no 15º dia experimental.

Ração	CT (mm)	CP (mm)	AC (mm)	Peso (mg)	GP (mg)	TCE (%)	K (%)
320	12,46 ^B	10,78 ^B	1,57 ^B	21,64 ^B	19,18 ^B	7,15 ^B	1,33 ^B
360	13,80 ^{AB}	11,84 ^{AB}	1,83 ^{AB}	27,52 ^{AB}	25,07 ^{AB}	9,85 ^A	1,50 ^{AB}
450	15,06 ^A	12,79 ^A	2,08 ^A	39,87 ^A	37,41 ^A	10,92 ^A	1,60 ^A
550	14,48 ^{AB}	12,56 ^A	1,95 ^{AB}	33,25 ^{AB}	30,79 ^{AB}	10,48 ^A	1,47 ^{AB}
Frequência alimentar							
2	13,20 ^A	11,41 ^A	1,69 ^A	26,72 ^A	25,26 ^A	8,95 ^A	1,43 ^A
3	13,74 ^A	11,86 ^A	1,75 ^A	28,18 ^A	25,71 ^A	9,32 ^A	1,42 ^A
4	14,48 ^A	12,39 ^A	1,95 ^A	32,23 ^A	28,83 ^A	10,04 ^A	1,50 ^A
5	14,40 ^A	12,34 ^A	2,03 ^A	35,10 ^A	32,64 ^A	10,10 ^A	1,52 ^A

Valores na mesma coluna seguidos por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 8. Valores médios do comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), altura do corpo (AC), peso, ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE) e fator de condição de Fulton (K) do curimatã-pacu, em função da ração comercial, identificadas pelos seus níveis de proteína (320, 360, 450 e 550 g kg⁻¹) e da frequência alimentar (2, 3 4 e 5 vezes dia⁻¹), no 5º dia experimental.

Ração	CT (mm)	CP (mm)	AC (mm)	Peso (mg)	GP (mg)	TCE (%)	K (%)
320	7,06 ^B	6,13 ^B	0,53 ^{AB}	3,06 ^A	0,60 ^A	0,84 ^A	1,95 ^A
360	7,23 ^{AB}	6,29 ^{AB}	0,50 ^B	2,86 ^A	0,49 ^A	0,53 ^A	0,84 ^A
450	7,63 ^A	6,83 ^A	0,59 ^A	3,09 ^A	0,69 ^A	0,83 ^A	0,96 ^A
550	7,57 ^{AB}	6,71 ^A	0,57 ^{AB}	3,21 ^A	0,74 ^A	1,00 ^A	1,05 ^A
Frequência alimentar							
2	7,23 ^A	6,39 ^A	0,54 ^A	2,93 ^A	0,47 ^A	0,66 ^A	1,07 ^A
3	7,30 ^A	6,42 ^A	0,53 ^A	2,94 ^A	0,48 ^A	0,63 ^A	1,11 ^A
4	7,53 ^A	6,63 ^A	0,58 ^A	3,26 ^A	0,80 ^A	0,79 ^A	1,02 ^A
5	7,40 ^A	6,50 ^A	0,56 ^A	3,08 ^A	0,62 ^A	1,13 ^A	0,84 ^A

Valores na mesma coluna seguidos por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Verificou-se que, para as larvas de curimatã-pacu, *P. argenteus*, deve-se utilizar a ração com 360 g kg⁻¹, ofertada três vezes dia⁻¹, devido ao seu bom rendimento, não precisando acrescentar níveis de proteína e mão-de-obra para alimentação.

A eficácia da ração empregada durante a larvicultura, principalmente para peixes altriciais, caso da espécie estudada, é importante para reduzir os custos da produção e produzir juvenis de alta qualidade (Salhi & Bessonart, 2013). As exigências de proteína e de outros nutrientes, como minerais, vitaminas, lipídeos e fibra bruta, presentes na ração, tem sido avaliadas, objetivando-se atender as demandas nutricionais dos peixes, e consequentemente, favorecerem o desempenho produtivo (Miranda et al., 2000; Fernandes et al., 2001; Barros et al., 2002; Martino et al., 2002; Melo et al., 2002; Meurer et al., 2003; Boscolo et al., 2005; Furuya et al., 2008; Krossøy et al., 2011).

As larvas de curimatã-pacu aceitaram e cresceram com a ração comercial no início da alimentação exógena, passado os três dias iniciais se alimentando com os náuplios de *Artemia* sp. Essa é uma característica importante na larvicultura dessa espécie, uma vez que a maioria das espécies nativas apresenta incapacidade de assimilar ração no início da alimentação exógena (Dabrowski, 1984; Soares et al., 2000; Tesser & Portella, 2006), motivo pela qual o

alimento vivo tem sido ofertado para as larvas de *Prochilodus* sp. nos primeiros dias de vida (Cestarolli et al., 1997; Furuya et al., 1999).

Os parâmetros de desempenho das larvas de curimatã-pacu, alimentadas com ração comercial, com diferentes perfis nutricionais, estão de acordo com a elevada exigência das larvas nesse período de maior crescimento. Esses resultados concordam com pesquisas com o *Prochilodus* sp. (Bomfim et al., 2005) e outras espécies (Degani et al., 1989; Ituassú et al., 2005; Bittencourt et al., 2010) em distintas fases de crescimento.

As exigências nutricionais podem diferir, devido à temperatura da água, salinidade, composição da dieta, qualidade e valor biológico dos ingredientes da ração (NRC, 1993; Samantary & Mahanty, 1997; Vasquez-Torres et al., 2002; Boscolo et al., 2004) sendo que, o seu conhecimento auxilia na elaboração de dietas viáveis no cultivo de peixes, e, dentro desse contexto, é importante a determinação das exigências dietéticas de proteína bruta para o curimatã (Bomfim et al., 2005), nas diferentes fases de desenvolvimento. O nível de proteína bruta necessária na dieta difere entre as espécies, como é o caso de larvas de *Prochilodus scrofa*, 400 g kg⁻¹ (Dias-Koberstein & Durigan, 2001), *Oreochromis niloticus*, 450 g kg⁻¹ (El-Sayed & Teshima, 1992) e juvenis de *Piaractus mesopotamicus*, 250 g kg⁻¹ (Signor et al., 2010) e *Rhamdia voulezi*, 300 g kg⁻¹ (Freitas et al., 2011).

Dietas com altos teores de proteína tendem a ocasionar gastos extras de energia, aumento da excreção de nitrogênio e, conseqüentemente, retardam no crescimento dos peixes (Abdel-Tawwab et al., 2010; Mohanta et al., 2008; Monentchan et al., 2009; Yang et al., 2002), o que pode explicar, parcialmente, a semelhança nas medidas de crescimento entre as larvas alimentadas com diferentes níveis de proteína (360, 450 e 550 g kg⁻¹). Rema & Martins (2009), avaliando o desempenho de duas rações comerciais com altos níveis de proteína bruta, 537 e 539 g kg⁻¹, para larvas de *Carassius auratus*, não constataram diferenças no peso e comprimento, sendo que estas não atenderam as necessidades nutricionais das larvas, acarretando baixo peso, comprimento total, taxas de sobrevivência e biomassa. Furuya et al. (1999), trabalhando com larvas de *Prochilodus lineatus*, não observaram diferenças significativas para sobrevivência, peso, ganho de peso, quando estas foram alimentadas com rações comerciais com 240 e 300 g kg⁻¹ de proteína bruta. No entanto, Tsuzuki et al. (2008) verificaram que o aumento do nível de proteína na ração de 400 para 450 g kg⁻¹ proporcionou maior peso, ganho de peso, comprimentos padrão e total, fator de condição de Fulton, taxa de crescimento específico e sobrevivência, em juvenis de *Centropomus parallelus*. Diferenças

associadas ao aumento do nível de proteína, 537 e 539 g kg⁻¹, resultaram em maiores sobrevivência e biomassa, para larvas de *C. auratus* (Rema & Martins, 2009).

O desempenho de curimatã (*P. scrofa*) em diferentes fases de desenvolvimento, alimentadas com ração comercial, contendo 320, 360, 400 e 440 g kg⁻¹ de proteína bruta, foram pesquisados por Bernardes & Públio (2012). Esses autores observaram que a ração comercial, contendo níveis elevados de proteína (440 g kg⁻¹), contribuiu de forma significativa no desenvolvimento da espécie, promovendo um crescimento linear do comprimento total, comprimento padrão, altura do corpo e peso corporal. Essa tendência também é verificada na larvicultura do curimatã-pacu, no período de 25 dias de experimento, ao observarem-se os valores obtidos com a ração 450 g kg⁻¹ em relação às demais.

O aumento de refeições diárias é importante para a fase inicial dos peixes, pois as larvas apresentam maior atividade metabólica em relação aos animais adultos, necessitando de maior frequência no fornecimento de alimento (Folkvord & Ottera, 1993), consequentemente, maiores oportunidades de alimentação e menor intervalo de tempo entre as refeições, favorece o crescimento das larvas (Yoshimatsu & Kitajima, 1996; Xie et al., 2011). No entanto, não favoreceu a taxa de sobrevivência na larvicultura de curimatã-pacu, que não apresentou diferenças em função da frequência alimentar, semelhantes aos resultados encontrados para *Hoplias larcedae* (Luz & Portella, 2005) e *Cirrhinus mrigala* e *Labeo rohita* (Biswas et al., 2006) e diferindo dos resultados encontrados para *Aristichthys nobilis* (Carlos, 1988) e *Pseudosciaena crocea* (Xie et al., 2011).

Larvas de *Lates calcarifer* expressam seu crescimento máximo (comprimento, peso e ganho de peso) com maior frequência alimentar (Biswas et al., 2010). Resultados similares foram observados para o comprimento total e padrão das larvas de curimatã-pacu, porém, peso e ganho de peso diferiram dos observados para as larvas de *L. calcarifer*.

Larvas de *Leporinus obtusidens* (Dias Júnior & Mourugúes-Schurter, 2001), *Sparus aurata* (Guinea & Fernandez, 1997) e *Clarias macrocephalus* (Petkam & Moodie, 2001) não foram influenciadas pelos diferentes períodos de alimentação, porém, quando se faz comparações entre as espécies, é sempre importante considerar o hábito alimentar e a fase de desenvolvimento. Juvenis de *C. parallelus* alimentados em duas frequências alimentares (uma e duas vezes ao dia) não apresentaram diferenças nos parâmetros peso, ganho de peso, comprimento total e padrão, taxa de crescimento específico e fator de condição de Fulton, em função das frequências avaliadas, podendo essa espécie ser alimentada uma vez ao dia nessa fase de desenvolvimento (Tsuzuki et al., 2008).

O fator de condição de Fulton avaliado para as larva de curimatã-pacu foi semelhante para as frequências de três, quatro e cinco vezes ao dia. O efeito de diferentes frequências alimentares para juvenis de *Sebastes schlegeli* não apresentaram diferenças em termos do fator de condição de Fulton (Lee et al., 2000).

Durante o período experimental, observou-se uma tendência de hierarquia em função do tamanho das larvas. Foi verificado que os peixes de maior porte tinham mais acesso ao alimento que os menores. A ocorrência de uma maior frequência de alimentação reduz a competição por alimento e hierarquia, estabelecendo um equilíbrio, diminuindo a heterogeneidade de crescimento das larvas (Pedreira & Sipaúba-Tavares, 2002; Xie et al., 2011), como foi verificado com as larvas de curimatã.

O fornecimento de ração, três vezes ao dia durante a fase larval do curimatã-pacu, proporcionou um melhor desempenho, além de demandar pouca mão de obra, e manter níveis aceitáveis da qualidade da água. Em condições de maior intervalo entre refeições e menor frequência alimentar, os peixes otimizam a digestão, aproveitando os nutrientes de forma mais eficiente (Eroldogan et al., 2004). Para tanto, deve-se respeitar um intervalo entre refeições, no qual o animal retome seu apetite, o que evita uma sobrecarga gástrica e aumenta a eficiência de produção (Riche et al., 2004).

A qualidade da água manteve-se aceitável para a espécie durante o período experimental, embora alguns parâmetros monitorados nos aquários tenham apresentando variações em função dos tratamentos. O pH e o oxigênio dissolvido (Tabelas 9 e 10) e a temperatura da água (26,0 a 27,0°C) estiveram dentro dos valores observados para a criação de larvas (Furuya et al., 1999; Dias-Koberstein & Durigan, 2001; Rojas et al., 2004) e juvenis (Galdioli et al., 2002; Bomfim et al., 2005) do gênero *Prochilodus*. Os resultados de condutividade elétrica (Tabelas 10 e 11), foram superiores aos observados por Rojas et al. (2001), Rojas et al. (2004) e Makino et al. (2012) no cultivo de *P. lineatus*. A água dos aquários apresentou baixos valores de turbidez (Tabelas 12 e 13).

Durante o experimento, a renovação da água, associada à aeração constante, permitiu, em algum grau, o controle dos níveis de amônia, porém, os níveis deste parâmetro atingiram concentrações superiores as observadas para larvas de *P. Lineatus* (Rojas et al., 2004) e as recomendadas para o cultivo de peixes, 0,20 mg L⁻¹, (Arana, 2004).

O aumento dos níveis de amônia na água devido o nível de proteína presente na ração ou excretada por peixes (Ramnarine et al., 1987; Chakraborty et al., 1992; Alsop & Wood, 1997; Yang, 2003), tem sido observado no cultivo de peixes, sendo considerado um

problema em potencial (Ramnarine et al., 1987; Wicks & Randall, 2002) podendo comprometer o crescimento dos peixes (Foss et al., 2003).

As concentrações de amônia aumentaram juntamente com a frequência alimentar e o nível de proteína bruta na ração, o que pode ter afetado o rendimento das larvas, principalmente no que se refere à sobrevivência, taxa de crescimento específico e fator de condição de Fulton (K), que, segundo Vazzoler (1996), é um indicativo do grau de bem estar sobre as condições alimentares recentes.

Larvas de *P. lineatus* cultivadas em águas onde a concentração de amônia total foi de 0,37 mg L⁻¹, apresentaram maior crescimento em comprimento total e em peso seco do que as cultivadas em 0,50 e 0,51 mg L⁻¹ (Rojas et al., 2004). Pedreira et al. (2009) cultivando larvas de pacamã *Lophiosilurus alexandri* verificaram que em sistemas intensivos com elevadas concentrações de amônia não ionizada (acima de 1,4 mg L⁻¹) as larvas apresentaram peso e comprimento semelhantes, mas com sobrevivência menor do que no sistema com biofiltro onde as concentrações de amônia foram menores (maioria das médias de 0,01 a 0,10 mg L⁻¹). Resposta similar foi verificada para as larvas de curimatã-pacu onde os tratamentos com maiores concentrações de amônia apresentaram menores sobrevivência, apesar do comprimento e peso não diferirem.

Tabela 9. Valores médios do pH da larvicultura do curimatã-pacu, em função da ração comercial, identificadas pelos seus níveis de proteína (320, 360, 450 e 550 g kg⁻¹) e da frequência alimentar (2, 3, 4 e 5 vezes dia⁻¹), durante o 5°, 9°, 13°, 17°, 21° e 25° dias experimentais.

Ração	5°	9°	13°	17°	21°	25°
320	6,30 ^A	6,79 ^A	6,52 ^A	6,76 ^A	6,96 ^B	6,78 ^B
360	6,45 ^A	6,90 ^A	6,60 ^A	6,97 ^A	7,09 ^{AB}	7,03 ^A
450	6,33 ^A	6,86 ^A	6,56 ^A	6,86 ^{AB}	7,19 ^A	6,97 ^{AB}
550	6,37 ^A	6,91 ^A	6,52 ^A	6,90 ^{AB}	7,12 ^{AB}	6,96 ^{AB}
Frequência alimentar						
2	6,42 ^A	6,86 ^A	6,59 ^A	6,88 ^A	7,12 ^A	6,91 ^A
3	6,28 ^A	6,86 ^A	6,58 ^A	6,89 ^A	7,09 ^A	6,92 ^A
4	6,43 ^A	6,85 ^A	6,52 ^A	6,82 ^A	7,07 ^A	6,93 ^A
5	6,35 ^A	6,88 ^A	6,65 ^A	6,90 ^A	7,08 ^A	6,98 ^A

Valores na mesma coluna seguidos por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 10. Valores médios do oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) da larvicultura do curimatã-pacu, em função da ração comercial, identificadas pelos seus níveis de proteína (320, 360, 450 e 550 g kg^{-1}) e da frequência alimentar (2, 3, 4 e 5 vezes dia^{-1}), durante o 5°, 9°, 13°, 17°, 21° e 25° dias experimentais.

Ração	5°	9°	13°	17°	21°	25°
320	5,52 ^B	5,04 ^A	5,62 ^A	6,01 ^A	6,23 ^A	5,52 ^A
360	6,40 ^A	5,16 ^A	5,68 ^A	6,45 ^A	6,37 ^A	5,67 ^A
450	5,93 ^{AB}	5,12 ^A	5,54 ^A	6,14 ^A	6,10 ^A	5,67 ^A
550	5,96 ^{AB}	5,17 ^A	5,99 ^A	6,15 ^A	6,23 ^A	5,70 ^A
Frequência alimentar						
2	6,08 ^A	5,12 ^A	5,80 ^A	6,43 ^A	6,30 ^A	5,68 ^A
3	5,78 ^A	5,06 ^A	5,62 ^A	6,07 ^A	6,31 ^A	5,67 ^A
4	5,86 ^A	5,08 ^A	5,77 ^A	6,04 ^A	6,11 ^A	5,54 ^A
5	6,09 ^A	5,23 ^A	5,65 ^A	6,20 ^A	6,21 ^A	5,67 ^A

Valores na mesma coluna seguidos por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 11. Valores médios da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) da larvicultura do curimatã-pacu, em função da ração comercial, identificadas pelos seus níveis de proteína (320, 360, 450 e 550 g kg^{-1}) e da frequência alimentar (2, 3, 4 e 5 vezes dia^{-1}), durante o 5°, 9°, 13°, 17° e 21° dias experimentais.

Ração	5°	9°	13°	17°	21°
320	266,41 ^A	301,85 ^A	240,45 ^A	287,35 ^A	346,05 ^A
360	307,05 ^A	313,10 ^A	246,45 ^A	292,50 ^A	377,94 ^A
450	299,05 ^A	307,95 ^A	243,55 ^A	290,75 ^A	350,89 ^A
550	310,70 ^A	310,89 ^A	249,10 ^A	293,22 ^A	351,90 ^A
Frequência alimentar					
2	310,65 ^A	314,16 ^{AB}	249,10 ^A	292,50 ^{AB}	342,36 ^C
3	300,10 ^A	316,35 ^A	247,10 ^A	287,57 ^B	347,26 ^{BC}
4	284,50 ^A	296,00 ^B	236,95 ^B	287,15 ^B	350,42 ^{AB}
5	287,96 ^A	307,45 ^{AB}	245,80 ^{AB}	296,60 ^A	356,50 ^A

Valores na mesma coluna seguidos por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 12. Valores médios da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) da larvicultura do curimatã-pacu, em função da ração comercial, identificadas pelos seus níveis de proteína (320, 360, 450 e 550 g kg^{-1}) e da frequência alimentar (2, 3, 4 e 5 vezes dia^{-1}), durante o 25º dia experimental.

Ração	Frequência alimentar			
	2	3	4	5
320	400,00 ^{Aa}	399,60 ^{Aa}	394,60 ^{Ba}	407,40 ^{Aa}
360	399,20 ^{Aa}	396,60 ^{Ab}	405,40 ^{ABa}	411,60 ^{Aa}
450	397,00 ^{Aa}	401,20 ^{Aa}	409,60 ^{Aa}	409,60 ^{Aa}
550	396,60 ^{Ab}	402,60 ^{Aab}	413,20 ^{Aa}	407,40 ^{Aab}

Valores seguidos de letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 13. Valores médios da turbidez (NTU) da larvicultura do curimatã-pacu, em função da ração comercial, identificadas pelos seus níveis de proteína (320, 360, 450 e 550 g kg^{-1}) e da frequência alimentar (2, 3, 4 e 5 vezes dia^{-1}), durante o 5º, 9º, 13º, 17º e 21º dias experimentais.

Ração	Dia				
	5º	9º	13º	17º	21º
320	3,19 ^A	3,31 ^A	5,40 ^A	4,49 ^B	4,73 ^A
360	2,84 ^A	3,01 ^A	6,23 ^A	5,66 ^{AB}	5,80 ^A
450	2,81 ^A	3,28 ^A	5,23 ^A	5,42 ^{AB}	4,68 ^A
550	2,61 ^A	2,76 ^A	5,99 ^A	6,22 ^A	5,11 ^A
Frequência alimentar					
2	3,45 ^A	3,52 ^A	6,49 ^A	6,06 ^A	4,82 ^A
3	3,80 ^{AB}	3,10 ^A	5,90 ^A	6,01 ^A	5,63 ^A
4	2,98 ^{AB}	3,09 ^A	5,67 ^A	5,59 ^{AB}	5,07 ^A
5	2,23 ^B	2,77 ^A	4,79 ^A	4,24 ^B	4,83 ^A

Valores na mesma coluna seguidos por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 14. Valores médios da turbidez (NTU) da larvicultura do curimatã-pacu, em função da ração comercial, identificadas pelos seus níveis de proteína (320, 360, 450 e 550 g kg⁻¹) e da frequência alimentar (2, 3, 4 e 5 vezes dia⁻¹), durante o 25º dia experimental.

Ração	Frequência alimentar			
	2	3	4	5
320	7,66 ^{Aa}	10,28 ^{Aa}	6,90 ^{Aa}	6,56 ^{Aa}
360	11,60 ^{Aa}	9,30 ^{Aa}	8,64 ^{Aa}	7,68 ^{Aa}
450	9,84 ^{Aa}	9,92 ^{Aa}	9,78 ^{Aa}	6,96 ^{Aa}
550	8,00 ^{Ab}	13,30 ^{Aa}	7,12 ^{Ab}	10,40 ^{Aab}

Valores seguidos de letras distintas, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

CONCLUSÃO

Recomenda-se que, no cultivo das larvas de curimatã-pacu, seja fornecida a ração comercial com o nível de proteína bruta de 360 g kg⁻¹ três vezes⁻¹, por proporcionar o melhor desempenho zootécnico, não necessitando de maiores níveis de proteína e mão-de-obra para alimentação.

Um dos motivos pelo qual o crescimento das larvas não acompanha, na mesma proporção do aumento do nível de proteína na ração, deve-se a queda da qualidade da água, verificada pela elevação dos níveis de amônia.

REFERÊNCIAS

ABDEL-TAWWAB, M.; AHMAD, M. H.; KHATTAB, Y. A. E.; SHALABY, A. M. E. Effect of dietary protein level, initial bodyweight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.298, p.267–274, 2010.

ALSOP, D. H.; WOOD, C. M. The interactive effects of feeding and exercise on oxygen consumption, swimming performance and protein usage in juvenile Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*). **The Journal of Experimental Biology**, v.200, p.2337-2346, 1997.

ARANA, L. A. V. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis: UFSC, 2004. 231p.

BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; KLEEMANN.; HISANO, H.; ROSA, G. J. D. M. Níveis de Vitamina C e Ferro para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2149-2156, 2002.

BERNARDES, C. L.; PÚBLIO, J. Y. Proteína bruta no desenvolvimento de curimbas (*Prochilodus scrofa*). **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.381-390, 2012.

BISWAS, G.; JENA, J. K.; SINGH, S. K.; PATMAJHI, P.; MUDULI, H. K. Effect of feeding frequency on growth, survival and feed utilization in mrigal, *Cirrhinus mrigala*, and rohu, *Labeo rohita*, during nursery rearing. **Aquaculture**, v.254, p.211-218, 2006.

BISWAS, A. R.; THIRUNAVUKKARASU, J. K.; SUNDARAY, M. K. Optimization of feeding frequency of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fry reared in net cages under brackish water environment. **Aquaculture**, v.305, p.26-31, 2010.

BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A. Proteína e energia em rações para alevinos de piavuçu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2553-2559, 2010.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; SERAFINI, M. A.; RIBEIRO, F. B.; PENA, K. S. Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimatá (*Prochilodus affinis*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1795-1806, 2005.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.), da Corvina (*Plagioscion quamosissimus*) e farinha integral do Camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.08-13, 2004.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F.; SIGNOR, A. Farinha de Resíduos da Indústria de Filetagem de Tilápias como Fonte de Proteína e Minerais para Alevinos de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1425-1432, 2005.

CARLOS, M. H. Growth and survival of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fry fed at different intake levels and feeding frequencies. **Aquaculture**, v.68, p.267-276, 1988.

CESTAROLLI, M. A.; PORTELLA, M. C.; ROJAS N. E. T. Efeitos do nível de alimentação e do tipo de alimento na sobrevivência e no desempenho inicial de larvas de Curimatá *Prochilodus scrofa* (STEINDACHNER, 1981). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.24, p.119-129, 2004.

CHAKRABORTY, S. C.; ROSS, L. G.; ROSS, B. Specific dynamic action and feeding metabolism in common carp, *Cyprinus carpio* L. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.103, p.809-815, 1992.

CORRAZE, G.; KAUSHIK, S. Nutrition and feeding of fish. **Aquaculture**, v.267, p.1-2, 2007.

DABROWSKI, K. The feeding of fish larvae: present “state of the art” and perspectives. **Reproductive Nutritionale Développement**, v.24, p.807-833, 1984.

DEGANI, G.; BEM-ZUI, Y.; LEVANON, D. The effect of different protein levels and temperatures on feed utilization, growth and body composition of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). **Aquaculture**, v.76, p.293-301, 1989.

DIAS-JÚNIOR, W.; MOURUGUÉS-SCHURTER, L. R. Comportamento alimentar, determinação do horário de fornecimento e do tempo de disponibilidade da ração para *Leporinus obtusidens* Valenciennes, 1847 (Osteichthyes, Characiformes, Anostomidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, p.1043-1050, 2001.

DIAS-KOBERSTEIN, T. C. R.; DURIGAN, J. G. Produção de larvas de curimatá (*Prochilodus scrofa*) submetidas a diferentes densidades de estocagem e níveis de proteína bruta nas dietas. **Ciência Rural**, v.31, p.123-127, 2001.

EL-SAYED, A. F. M.; TESHIMA, S. Protein and energy requirements of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fry. **Aquaculture**, v.103, p.55-63, 1992.

EROLDOGAN, O. T.; KUMLU, M.; AKTAS, M. Optimum feeding rate for European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. reared in seawater and freshwater. **Aquaculture**, v.231, p.501-515, 2004.

FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e Níveis de Proteína Bruta em Dietas para Juvenis de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.617-626, 2001.

FOLKVORD, A.; OTTERA, H. Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). **Aquaculture**, v.114, p.243-260, 1993.

FOSS, A.; VOLLEN, T.; ØIESTAD, V. Growth and oxygen consumption in normal and O₂ supersaturated water, and interactive effects of O₂ saturation and ammonia on growth in spotted wolffish (*Anarhichas minor* Olafsen). **Aquaculture**, v.224, p.105-116, 2003.

FREITAS, J. M. A.; SARY, C.; LUCHESI, J. D.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Proteína e energia na dieta de jundiás criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2628-2633, 2011.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; FURUYA, V. R. B. Digestibilidade aparente da proteína e aminoácidos do farelo de canola pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. In, **Anais do Congresso Sul Americano de Acuicultura Venezuela**, p.206-217, 1999.

FURUYA, W. M.; FUJII, K. M.; SANTOS, L. D. D.; SILVA, T. S. D. C.; MICHELATO, M. Exigência de fósforo disponível para tilápia-do-nilo (35 a 100 g). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.961-966, 2008.

GALDIOLI, E. M.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. Substituição proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em rações para alevinos de curimatá (*Prochilodus lineatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.552-559, 2002.

GUINEA, J.; FERNANDEZ, F. Effect of feeding frequency, feeding level and temperature on energy metabolism in *Sparus aurata*. **Aquaculture**, v.148, p.125-142, 1997.

ITUASSÚ, D. R.; FILHO, M. P.; ROUBACH, R.; CRESCÊNCIO, R.; CAVERO, B. A. S.; GANDRA, A. L. Níveis de proteína bruta para juvenis de pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.255-259, 2005.

KROSSØY, C.; WAAGBØ, R.; ØRNSRUD, R. Vitamin K in fish nutrition. **Aquaculture Nutrition**, v.17, p.585-594, 2011.

LEE, S. M.; HWANG, U. G.; CHO, S. H. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean cock fish (*Sebastes schlegeli*). **Aquaculture**, v.187, p.399-409, 2000.

LUZ, R. K.; PORTELLA, M. C. Frequência alimentar na larvicultura do trairão (*Hoplias lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1442-1448, 2005.

MAKINO L. C.; FAUSTINO F.; PAES M. C. F.; BERALDO-MASSOLI M. C.; CARDOZO, M. V.; SCHOCKEN-ITURRINO R. P.; NAKAGHI L. S. O. Morfologia e quantificação da microbiota intestinal do curimatá (*Prochilodus lineatus*) e do cascudo cinza (*Pterygoplichthys anisitsi*) cultivados em cativeiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.916-926, 2012.

MARTINO, R. C.; CYRINO, J. E. P.; PORTZ, L.; TRUGO, L. C. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*. **Aquaculture**, v.209, p.209-218, 2002.

MELO, J. F. B.; NETO, J. R.; SILVA, J. H. S. D.; TROMBETTA, C. G. Desenvolvimento e composição corporal de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Ciência Rural**, v.32, p.323-327, 2002.

MENEZES, N.A. Methodus for assessing freshwater fish diversity. In: C.E.M. Bicudo & N.A. Menezes (ED). **Biodiversity in Brazil: a first approach**, 1996. 326p.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Fibra Bruta para Alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.256-261, 2003.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**: Brasil 2010. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2012. 128p.

MIRANDA, E. C. D.; PEZZATO, A. C.; PEZZATO, L. E.; GRANER, C. F.; ROSA, G. J.; PINTO, L. G. Q. Relação Cálcio/Fósforo Disponível em Rações para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.2162-2171, 2000.

MOHANTA, K. N.; MOHANTY, S. N.; JENA, J. K.; SAHU, N. P. Protein requirement of, *Barbus choloensis*, *Puntius gonionotus*, fingerlings. **Aquaculture Nutrition**, v.14, p.143-152, 2008.

MONENTCHAM, S.E.; POUOMIGNE, V.; KESTEMONT, P. Influence of dietary protein levels on growth performance and body composition of African bony tongue fingerlings *Heteriostis niloticus* (Cuvier, 1829). **Aquaculture Nutrition**, v.16, p.144-15, 2009.

NRC (National Research Council). **Nutrient requirements of warm water fishes and shellfishes**. Washington: National Academy Press, 1993. 102p.

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**, v.14, p.99-109, 2002.

PEDREIRA, M. M.; LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E.; SAMPAIO, E. V.; SILVA, R. S. F. Biofiltração da água e tipos de substratos na larvicultura do pacamã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.511-519, 2009.

PETKAM, R.; MOODIE, G. E. E. Food particle size, feeding frequency, and the use of prepared food to culture larval walking catfish (*Clarias macrocephalus*). **Aquaculture**, v.194, p.349-362, 2001.

RAMNARINE, I. W.; PIRIE, J. M.; JOHNSTONE, A. D. F.; SMITH, G. W. The influence of ration size and feeding frequency on ammonia excretion by juvenile Atlantic cod *Gadus morhua*. **Journal Fish Biology**, v.31, p.545-599, 1987.

REMA, P.; MARTINS, J. Crescimento e sobrevivência de larvas de peixe vermelho (*Carassius auratus*) alimentadas com microdietas comerciais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.714-720, 2009.

RICHE, M.; HALEY, D. I.; OETKER, M.; GARBRECHT, S.; GARLING, D. L. Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture**, v.234, p.657-673, 2004.

ROJAS, N. E. T.; ROCHA, O.; AMARAL, J. A. B. O efeito da alcalinidade da água sobre a sobrevivência e o crescimento das larvas do curimbatá, *Prochilodus lineatus* (Characiformes,

Prochilodontidae), mantidas em laboratório. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.27, p.155-162, 2001.

ROJAS, N. E. T.; ROCHA, O.; MAINARDES PINTO, C. S. R.; SILVA, A. L. D. Influência de diferentes níveis de alcalinidade da água de viveiros sobre o crescimento de larvas de *Prochilodus lineatus*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, p.99-108, 2004.

SATO, Y.; CARDOSO, E. L.; GODINHO, A. L.; GODINHO, H.P. Hypophysation of the anostomid fish white-piau *Schizodon knerii* from the rio São Francisco basin. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.48, p.63-70, 1996.

SATO, Y.; GODINHO, H. P. Peixes da bacia do rio São Francisco. In: R.H. Lowe-MacConnell (Ed). **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. Tradução: Vazzoler, A. E. A. M.; Agostinho, A. A; Cunnighan, P, 1999. 534p.

SALHI, M.; BESSONART, M. Growth, survival and fatty acid composition of *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard, 1824) larvae fed on artificial diet alone or in combination with *Artemia nauplii*. **Aquaculture Research**, v.44, p.41-49, 2013.

SAMANTARAY, K.; MOHANTY, S. S. Interactions of dietary levels of protein and energy on fingerling snakehead (*Chana srtiata*). **Aquaculture**, v.156, p.241-249, 1997.

SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; COLDEBELLA A.; REIDEL, A. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, p.2336-2341, 2010.

SIVASUNDAR, A.; BERMINGHAM, E.; ORTI, G. Populations structure and biogeography of migratory freshwater fishes (*Prochilodus*: Characiformes) in major South American rivers. **Molecular Ecology**, v.10, p.407-417, 2001.

SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; GONÇALVES, G. S.; GALDIOLI, E. M.; BOSCOLO, W. R. Plâncton, *Artemia* sp. dieta artificial e suas combinações no desenvolvimento e

sobrevivência do quinguio (*Carassius auratus*) durante a larvicultura. **Acta Scientiarum**, v.22, 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**, v.35, p.1887-1892, 2006.

TSUZUKI, M. Y.; BERESTINAS, A. C. Desempenho de juvenis de Robalo-Peva *Centropomus parallelus* com diferentes dietas comerciais e frequências alimentares. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.34, p.535-541, 2008.

VASQUEZ-TORRES, W. L.; PEREIRA FILHO, M.; ARIAS-CASTELANOS, J. A. Estudos para composição de uma dieta referência semi purificada para avaliação de exigências nutricionais em juvenis de pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.283-292, 2002.

VAZZOLER, A. E. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: Eduem, 1996. 169p.

WICKS, B.J.; RANDALL, D.J. The effect of sub-lethal ammonia exposure on fed and unfed rainbow trout: the role of glutamine in regulation ammonia. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.132, p.275-285, 2002.

XIE, F.; AI, Q.; MAI, K.; XU, W.; MA, H. The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson) larvae. **Aquaculture**, v.311, p.162-167, 2011.

YANG, S. D.; LIN, T. S.; LIOU, C. H.; PENG, H. K. Influence of dietary protein levels on growth performance, carcass composition and liver lipid classes of juvenile *Spinibarbus shollandi* (Oshima). **Aquaculture Research**, v.34, p.661-666, 2003.

YOSHIMATSU, T.; KITAJIMA, C. Effects of daily ration and frequency of *Artemia* on the growth of mullet larvae. **Aquaculture International**, v.4, p.85-88, 1996.

3.2 Ontogenia do sistema digestório de larvas de curimatã-pacu

Resumo - Avaliou-se o desenvolvimento do sistema digestório das larvas de curimatã-pacu por análises histológicas, referentes aos 3º, 18º e 28º dias pós-eclosão (DPE). Nos primeiros três dias de alimentação exógena, as larvas receberam náuplios de *Artemia* sp. Sendo, posteriormente, substituída por ração comercial. No 3º DPE, o sistema digestório apresentou-se como um tubo reto e indiferenciado. No entanto, células secretoras positivas para o AB foram evidenciadas no esôfago, indicando que nessa fase inicial, já ocorrem atividades digestórias. No 18º DPE e 28º DPE, o esôfago foi marcado positivamente pelo AB e PAS. Nesses mesmos dias, observou-se que o estômago se encontrava de forma individualizada, podendo ser distinguida as regiões cárdica, fúndica e pilórica, além do epitélio de revestimento das distintas regiões marcados por células secretoras ácida e básica (AB e PAS positivo). O intestino foi caracterizado como longo e enovelado, sendo dividido nos segmentos proximal, médio e distal, além da presença de cecos pilóricos. As células secretoras presentes nas diferentes regiões do intestino foram AB positivas, PAS positivas e negativas para o PAS e AB. Conclui-se que larvas de curimatã-pacu apresentam atividades digestórias no 3º DPE, sendo evidenciado que, ao longo do 18º e 28º DPE, o estômago e o intestino encontravam-se completamente diferenciados e com as suas distintas regiões marcados por células secretoras.

Palavras-chave: capacidade de digestão, morfologia, *Prochilodus argenteus*, trato alimentar

Ontogeny digestive system of larvae curimatã-pacu

Abstract – Digestive system development of curimatã-pacu larvae by histological analyses related to 3°, 18° and 28° days post-hatching (DPE) was studied. In the first three days of exogenous feeding, the larvae were fed with *Artemia* sp., being later replaced by commercial. In the 3° DPE, digestive system was presented as a straight tube and undifferentiated. However, secretory cells positive for AB were found in the esophagus, indicating that at this early stage, already occurs digestive activities. At 18° and 28° DAE, the esophagus was marked positively to AB and PAS. In these same days, it was observed that the stomach was individualizes, being the regions distinguished in cardiac, fundic and pyloric, and the epithelium of different regions marked by acidic and basic secreting cell (AB and PAS positive). The intestine was characterized as long and balled, divided in proximal, middle and distal, and the presence of pyloric caeca. Secreting cells present in different regions of the gut were AB positive, PAS positive and negative to PAS and AB. It was conclude that larvae curimatã-pacu have activities in third DPE, being shown that during 18° and 28° DPE, stomach and intestines were already fully differentiated and their distinct regions marked by secretory cells.

Keywords: alimentary tract, digestion capacity, morphology, *Prochilodus argenteus*

INTRODUÇÃO

A piscicultura brasileira vem se destacando como uma importante atividade econômica. Dentro deste contexto, a fase de larvicultura merece destaque, por ser considerado o período crítico durante o desenvolvimento dos peixes, principalmente devido à transição alimentar, de endógena para exógena (Watanabe & Kiron, 1994; Santos & Luz, 2009). Para evitar a ocorrência de baixas taxas de crescimento e elevada taxa de mortalidade, é importante atender as demandas nutricionais das larvas de peixes, em especial as altriciais, que por apresentar o sistema digestório indiferenciado, dependem do alimento vivo no início da alimentação exógena para auxiliar nos processos de digestão (Jomori et al., 2003; Santamaría et al., 2004; Micale et al., 2006).

No sistema de cultivo, normalmente utiliza-se dieta composta por organismos vivos ou alimento inerte, dependendo do estágio de maturação do sistema digestório das larvas (Lim et al., 2003; Santin et al., 2004). Segundo Papadakis et al. (2009), a taxa de maturação e ou função do sistema digestório pode estar vinculada aos diferentes tipos de alimentos ofertados, sendo importante conhecê-la para a elaboração de protocolos alimentares para larvas de peixes. O sucesso de diferentes dietas adotadas na larvicultura de peixes está diretamente relacionada com a organogênese (Önal et al., 2008), uma vez que a ração ofertada pode não ser totalmente digerida em decorrência da não produção de enzimas pelo sistema digestório (Chen et al., 2006).

O curimatã-pacu, *Prochilodus argenteus*, presente nos rios da América do Sul pertencente à família Prochilodontidae, é um peixe reofílico, com altas taxas de fecundidade, podendo chegar a 15 kg de peso corporal (Sivasundar et al., 2001; Arantes et al., 2011). Trata-se de um peixe com hábito alimentar iliófago, alimentando-se no ambiente natural de material orgânico particulado ou vegetação submersa, mas, em ambientes confinados, dependem do arraçoamento e de dietas balanceadas para atender suas necessidades nutricionais (Bomfim et al., 2005), no entanto, a larva é planctófaga (Cestarolli et al., 1997).

Objetivou-se avaliar o desenvolvimento do sistema digestório das larvas de curimatã-pacu.

MATERIAL E MÉTODOS

Para descrição do desenvolvimento do sistema digestório, larvas de curimatã-pacu, oriundas de reprodutores do Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Companhia do Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) da cidade de Três Marias – MG foram cultivadas 28 dias, durante no mês de Janeiro de 2012.

As larvas, ao iniciarem a fase de alimentação exógena, foram distribuídas em 80 aquários, com volume útil de 8 L, aeração constante e fotoperíodo de 12 h de claridade e 12 h de escuridão, totalizando 100 indivíduos aquário⁻¹.

As larvas de curimatã-pacu do 4º ao 6º dias pós-eclosão (DPE), foram alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. recém eclodidos ofertadas duas vezes dia⁻¹ na quantidade de 700 náuplios de *Artemia* sp. larva⁻¹. Após esse período foi ofertado (*ad libitum*) ração comercial em pó, contendo: PB – mínimo 420 g kg⁻¹; Umidade – máximo 100 g kg⁻¹; Extrato etéreo – mínimo 67,50 g kg⁻¹; Matéria mineral – máximo 137,50 g kg⁻¹; Matéria fibrosa – máximo 55 g kg⁻¹; Cálcio – máximo 27 g kg⁻¹; Fósforo - mínimo 9,25 g kg⁻¹.

Durante o cultivo, a temperatura da água foi aferida diariamente, as 6 e 18 h e os demais parâmetros limnológicos, pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$), turbidez (NTU), oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), foram avaliados a cada cinco dias às 7 h, através do equipamento Horiba modelo W-22XDD e as concentrações de amônia (mg L^{-1}) foram determinadas pelo método de Nessler. Diariamente foi realizada a sifonagem dos aquários, para remoção dos dejetos e 60% do volume de água foi renovado.

Para obter-se o grau de desenvolvimento da larva, comprimento total (paquímetro digital com precisão de 0,01 mm) e peso (balança analítica com precisão de 0,1 mg), 5 exemplares aquário⁻¹ foram amostrados, insensibilizados em gelo, fixados em Bouin por 12 h, mantidos em álcool 70% e, posteriormente, realizado o processo para análises histológicas.

Ao final do cultivo, a taxa de sobrevivência média foi de 55%.

O material, para avaliação morfométrica, foi processado e corado no laboratório de Histologia/UFVJM, utilizando-se técnicas de rotina. A desidratação foi realizada em série alcoólica crescente (70, 80, 90, 95 e 100%). Em seguida, foi diafanizado em xilol (I, II, III), e, posteriormente, incluídos em parafina. Foram obtidos cortes de 5 μm de espessura com a utilização de micrótomo (LUPETEC MRP09). As lâminas histológicas obtidas foram coradas pelos métodos Hematoxilina-Eosina (HE), Alcian Blue (AB) e Ácido Periódico de Schiff (PAS). A avaliação morfológica do sistema digestório das larvas, bem como a documentação

fotográfica foi realizada em fotomicroscópio (Zeiss – Primo Star), acoplado à câmara digital (AXIOCAM ERc5s).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos parâmetros limnológicos durante o período experimental encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios do pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$), turbidez (NTU), oxigênio dissolvido (mg L^{-1}) e amônia (mg L^{-1}) da larvicultura do curimatã-pacu, durante os dias do período experimental após a eclosão.

Dia	pH	Condutividade	Turbidez	Oxigênio	Amônia
08°	6,36	295,80	2,87	5,96	0,50
12°	6,87	308,49	3,08	5,12	0,69
16°	6,58	244,89	5,72	5,71	0,88
20°	6,88	290,96	5,48	6,19	1,95
24°	7,09	349,23	5,09	6,23	1,91
28°	6,94	403,23	9,00	5,64	1,50

Os parâmetros de desempenho, comprimento total e peso, das larvas de curimatã-pacu, em função do período experimental, encontram-se na Figura 1. O comprimento total (CT) variou de 6,4 mm para 25,67 mm e o peso variou de 2,46 mg para 192,79 mg durante o período de avaliação.

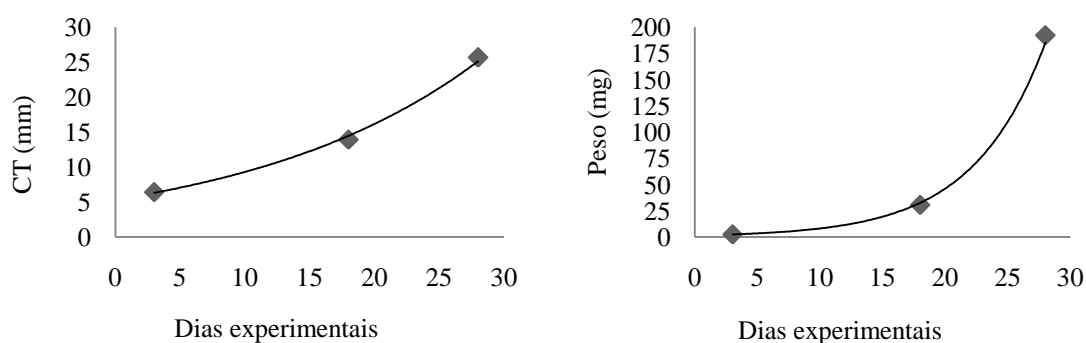


Figura 1. Crescimento em comprimento total ($CT = 4,259e^{0,065x}$, $R^2 = 0,99$) e peso ($Peso = 20,28e^{0,071x}$, $R^2 = 0,99$) de larvas de curimatã-pacu, durante o período experimental.

No 3º DPE, as larvas com 6,40 mm e 2,59 mg apresentaram olhos pigmentados, vesícula natatória insuflada, notocorda e tubo digestório em formação (Figura 1A). Nesta fase, é possível observar os arcos branquiais na região opercular, tubo neural em formação, notocorda flexionada, vesícula gasosa insuflada, a boca encontra-se aberta na posição terminal. A alimentação exógena foi fornecida nesta fase, a qual o tubo digestório já estava aberto. Entretanto, nesta fase é possível verificar reserva vitelínica (Figura 1B). O sistema é representado pela cavidade bucofaringea, esôfago e tubo digestório em formação (Figura 1C). O esôfago apresenta-se na forma de um tubo reto, conectando a cavidade bucofaringea ao tubo digestório em formação, sendo revestido por epitélio pavimentoso estratificado. Neste epitélio evidenciam-se células mucosas ou secretoras com marcação positiva para o Alcian Blue (AB) na região anterior do esôfago. Abaixo do epitélio, é possível observar a lâmina própria constituída de tecido conjuntivo, seguida de duas túnicas musculares (Figura 1D, 1E). O tubo digestório em formação é revestido por epitélio simples cilíndrico com borda estriada, semelhante ao encontrado no intestino delgado maduro. Subjacente ao epitélio observa-se a lâmina própria, constituída de uma fina faixa de tecido conjuntivo, seguida de músculo. As glândulas anexas, hepatopâncreas, encontram-se visível. (Figura 1F).

Nas avaliações histológicas no 18º DPE, quando as larvas apresentavam 13,91 mm e 30,44 mg, já é possível identificar o estômago (glandular e muscular) e intestino individualizados. Nesse período a parede do esôfago encontra-se mais pregueada, revestida por epitélio pavimentoso estratificado, seguida de lâmina própria de tecido conjuntivo e logo abaixo, camada muscular, assim como nas larvas do 3º DPE. A camada muscular do esôfago é caracterizada pelo tecido muscular estriado esquelético. Verificou-se, no epitélio de revestimento, a presença de células glandulares secretoras de substâncias neutras e ácidas, identificadas pela reação positiva para o Ácido Periódico de Schiff (PAS) e para o AB (Figuras 2A-B). A transição entre esôfago e estômago é caracterizada por uma mudança brusca na constituição dos tecidos. O estômago é formado por epitélio de revestimento simples prismático com lâmina própria constituída de tecido conjuntivo. O estômago apresenta três regiões, cárdica, fúndica e pilórica, sendo a cárdica e fúndica glandulares, e a pilórica, muscular. A região cárdica, pilórica e fúndica, observados nas larvas de curimatã-pacu avaliadas com 18º DPE encontram-se nas Figuras 2C, 2D, 2E, sendo mais evidente a região cárdica e a pilórica. As células epiteliais de revestimento das regiões glandulares (cárdica e fúndica) e musculares (pilórica) do estômago marcaram positivamente para o AB (Figura 2D) e PAS (Figura 2E), indicando a produção de secreções ácidas e neutras nessas

regiões. A região pilórica apresenta uma camada muscular espessa (Figura 2D-F), responsável pela digestão mecânica observada para essa espécie de hábito alimentar iliófago. O intestino é muito longo e enovelado, sendo dividido em três segmentos, proximal, médio e distal. O revestimento epitelial nestas regiões é composto de epitélio simples cilíndrico com borda estriada. A região inicial do segmento proximal é formada por cecos pilóricos que está em continuidade com o estômago muscular, o qual permite a trituração dos alimentos pelos peixes iliófagos (Figura 2F). A região dos cecos pilóricos, bem como do intestino proximal, médio e distal, é, primordialmente, constituída por células absorptivas, intercaladas por pequeno número de células marcadas positivamente para o AB e PAS, e, negativamente, para as duas marcações.

As alterações observadas no tubo digestório em formação das larvas de 18° DPE tornaram-se mais acentuadas aos 28° DPE (Figura 3A) quando as larvas apresentavam 25,67 mm e 148,64 mg. As células do esôfago apresentaram-se reativas para o AB e PAS (Figuras 3B e 3C), semelhante ao observado nos animais com 18° DPE. Também foi verificada reação positiva com AB e PAS nas regiões do estômago, tanto glandular (cárdica e fúndica), quanto na muscular (pilórica), embora tenha sido fotodocumentado somente na região pilórica (Figuras 3D e 3E). Nesse período, o intestino encontra-se bem mais enovelado, ocupando grande parte da cavidade celomática apresentando células caliciformes produtoras de material ácido (AB positivo), neutro (PAS positivo) e básico (AB e PAS negativo), conforme pode ser visualizada na Figura 3F.

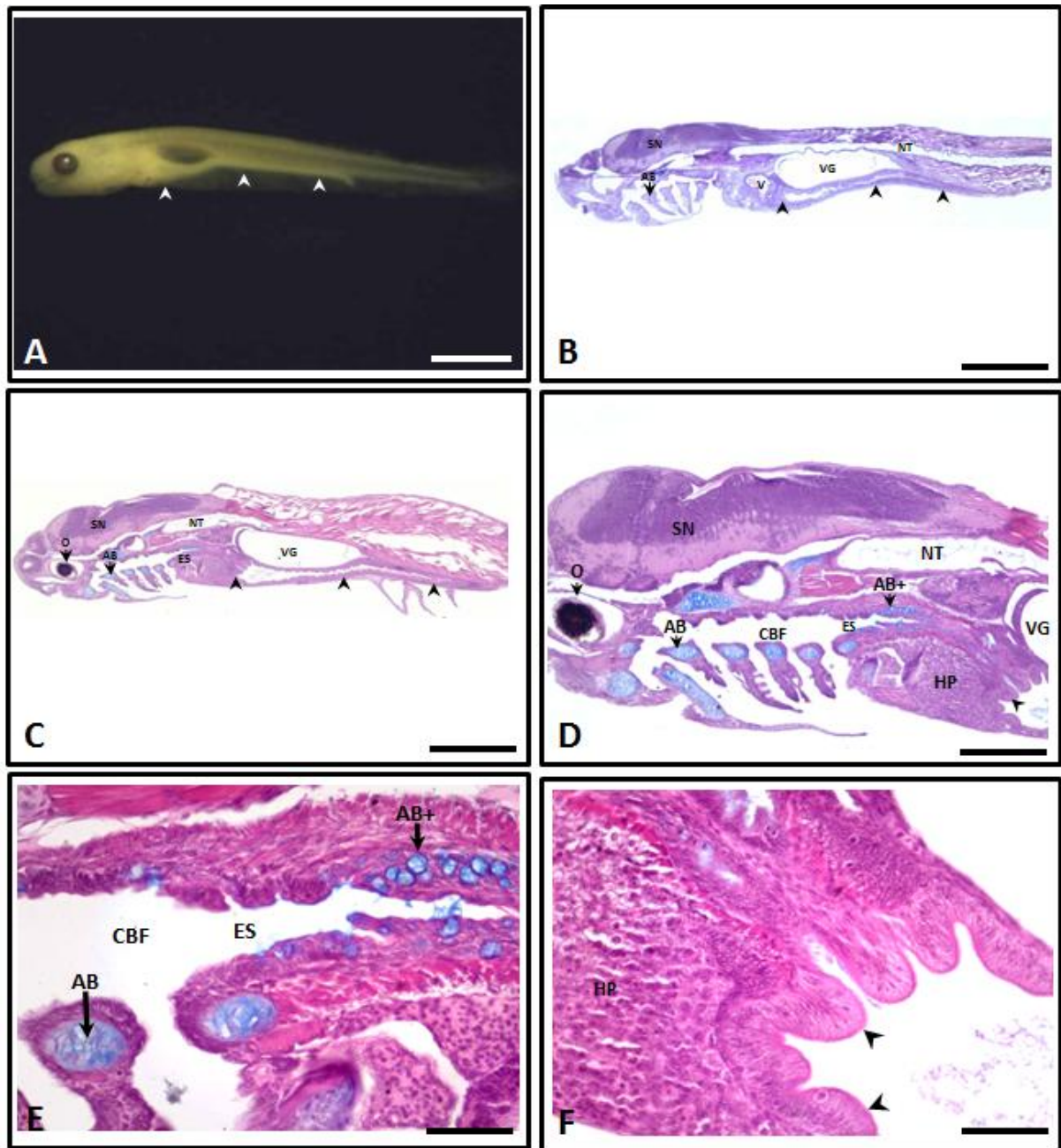


Figura 2. Larvas de curimatã-pacu no 3^o dia pós-eclosão (DPE). A. Foto obtida com auxílio do microscópio estereoscópico. As cabeças de setas apontam para o tubo digestório em formação. B. Fotomicrografia da larva seccionada longitudinalmente: SN (Sistema Nervoso); NT (Notocorda; VG (Vesícula Gasosa); V (Vesícula de Vitelo); AB (Arcos Branquiais); HP (Hepatopâncreas); Cabeça de seta: Tubo digestório primitivo. Coloração: HE. C. Secção longitudinal: O (olho); ES (Esôfago). D. Maior magnificação da figura C: CBF (Cavidade Bucofaríngea); AB+ (Células do esôfago marcadas positivamente para o Alcian Blue). E. Detalhes da figura D. F. Fotomicrografia do tubo digestório primitivo. Cabeças de setas: células do tubo digestório primitivo. Barras: A = 1mm; B e C = 500µm; D = 200µm; E e F = 50µm.

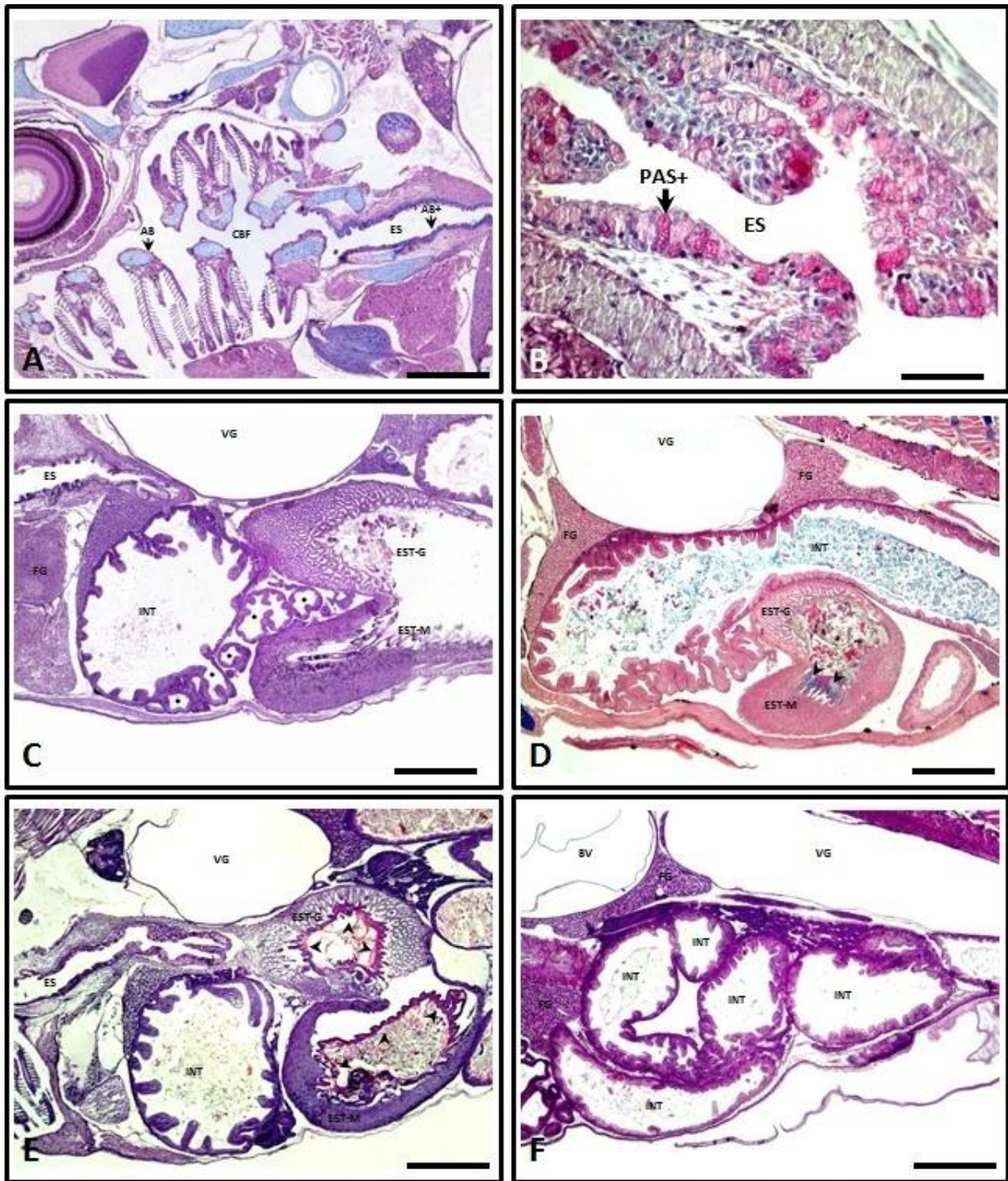


Figura 3. Fotomicrografias de larvas de curimatã-pacu seccionada longitudinalmente no 18^o dia pós-eclosão (DPE). A. ES: Esôfago; EST-G: Estômago Glandular; EST-M: Estômago Muscular; INT: Intestino. B. Região do esôfago mostrando as células AB+ (cabeças de setas). C. Região do esôfago mostrando as células PAS+ (cabeças de setas). D. Fotomicrografia do estômago glandular mostrando as células AB+ (cabeças de setas). E. Fotomicrografia do estômago glandular evidenciando células PAS+ (cabeças de setas). F. Fotomicrografia da região do intestino da larva de curimatã-pacu. Seta: Célula caliciforme com secreção Alcian Blue e Ácido Periódico de Schiff negativas. Barras: A, B, C, D, E e F = 50µm.

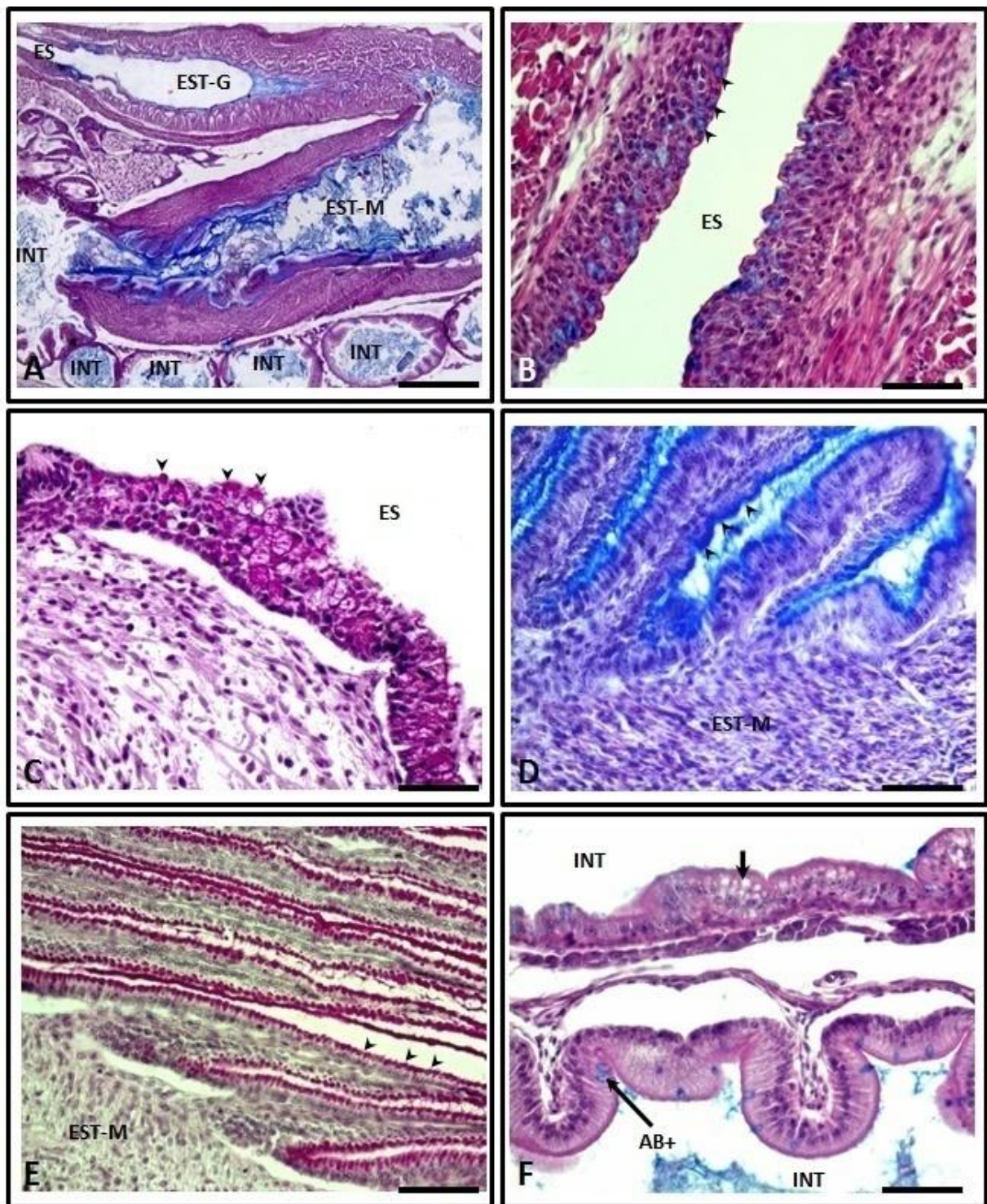


Figura 4. Fotomicrografias de larvas de curimatã-pacu seccionada longitudinalmente no 28º dia pós-eclosão (DPE). A. ES: Esôfago; EST-G: Estômago Glandular; EST-M: Estômago Muscular; INT: Intestino. B. Região do esôfago mostrando as células AB+ (cabeças de setas). C. Região do esôfago evidenciando as células PAS+ (cabeças de setas). D. Fotomicrografia do estômago glandular mostrando as células AB+ (cabeças de setas). E. Fotomicrografia do estômago glandular evidenciando células PAS+ (cabeças de setas). F. Fotomicrografia da região do intestino da larva de curimatã-pacu. Seta: Célula caliciforme com secreção AB+ e células com secreção Alcian Blue e Ácido Periódico de Schiff negativas. Barras: A, B, C, D, E e F = 50µm.

A temperatura da água variou de 26,0°C a 27,0°C e os demais parâmetros limnológicos, pH, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido (Tabela 2) mantiveram dentro da faixa de conforto para a espécie conforme observado por outros autores para o gênero *Prochilodus* (Rojas et al., 2004; Bomfim et al., 2005; Makino et al., 2012). Os níveis de amônia (Tabela 2) atingiram concentrações superiores ao recomendado no cultivo de peixes, 0,20 mg L⁻¹ (Arana, 2004), entretanto, semelhante ao observado por outros autores (Luz & Portella, 2005), sugerindo que esse parâmetro não influenciou no desenvolvimento das larvas. O crescimento, em comprimento e peso, também estiveram dentro do observado para o cultivo de larvas do gênero *Prochilodus* (Cestarolli et al., 1997; Santos & Luz, 2009), reforçando que as condições de cultivo das larvas de curimatã-pacu foram adequadas à espécie.

O acompanhamento morfofuncional da ontogenia do sistema digestório, mostrou-se uma ferramenta valiosa para verificar o grau de maturação do trato digestório em desenvolvimento, permitindo, assim, avaliar mudanças na capacidade de assimilar alimentos durante a fase de larvicultura. Portanto, este conhecimento permite otimizar o manejo alimentar neste período (Bengston, 1993; Zaiss et al., 2006).

O fornecimento de dieta inerte durante a fase inicial do desenvolvimento de peixe é desejável, uma vez que reduz os custos na larvicultura, entretanto, ofertou-se *Artemia* sp. para as larvas de curimatã-pacu pois a aceitação da dieta inerte depende da maturação do sistema digestório de cada espécie. Por esse motivo, um grande número de experimentos utiliza alimento vivo para nutrir as larvas (Cestarolli et al., 1997; Cox & Pankhurst, 2000; Prieto et al., 2006). Em outros trabalhos, é feita uma transição alimentar, a fim de adaptar o sistema digestório para receber alimento inerte, sendo esta feita com um período de coalimentação (Engrola et al., 2009; Mai et al., 2009; Ballagh et al., 2010; Bonaldo et al., 2011; Chepkirui-Boit et al., 2011; Coraspe-Amaral et al., 2012), ou de forma abrupta, como realizado para o curimatã-pacu, que pode resultar em uma menor eficiência de assimilação da dieta inerte, como observado para *Piaractus mesopotamicus* (Tesser & Portella, 2003).

A taxa de sobrevivência de 55% sugere que o fornecimento de náuplios de *Artemia* sp. durante três dias para as larvas de curimatã-pacu, apesar de aparentemente ser um curto período de transição, é suficiente para não comprometer a maturação do sistema digestório, bem como facilitar a aceitação de alimento inerte e, conseqüentemente, favorecer o crescimento da espécie.

Quando as larvas recebem alimento inerte desde a abertura da boca, ocorre baixas taxas de sobrevivência e crescimento, como observado para Cypriniformes, *Carassius auratus* (Soares et al., 2000) e para espécies Neotropicais, como o *P. mesopotamicus* (Leitão et al., 2011; Menossi et al., 2012), um Characiformes, como o curimatã-pacu e Siluriformes, *Steindachneridion melanodermatum* (Feiden et al., 2006) e *Steindachneridion scriptum* (Schütz et al., 2008).

As características morfológicas do sistema digestório de larvas de curimatã-pacu descritas neste trabalho, apresentam aspectos semelhantes às larvas de outros peixes teleósteos.

Nas larvas de três dias após a eclosão, é possível observar a presença de olho com a retina pigmentada, arcos branquiais, bexiga natatória, nadadeira peitoral e caudal, boca aberta e em posição subterminal, confirmando descrição feita anteriormente para a espécie (Godinho & Godinho, 2003). Reservas de vitelo neste período ainda são visualizados, embora a boca já se encontre aberta e o tubo digestório aparentemente apto para o início da alimentação exógena.

De uma forma geral, após a abertura da boca, as larvas estão aptas a ingerir, digerir e assimilar o alimento, sendo que essa questão está vinculada a dieta fornecida (Pedreira et al., 2008) e o desenvolvimento do sistema digestório, entretanto, o tempo de maturação do sistema digestório não é o mesmo para as diferentes espécies de peixes. Em *Mugil platanus* (Galvão et al., 1997), uma espécie de hábito alimentar iliófago, três dias pós-eclosão, o tubo digestório foi caracterizado por cavidade bucofaríngea, esôfago e intestino enovelado. Com três dias pós-eclosão, larvas de curimatã-pacu, espécie de água doce e hábito alimentar iliófago, o sistema digestório foi composto por cavidade bucofaríngea, esôfago e tubo digestório reto em formação. No curimatã-pacu, o esôfago apresentou células marcadas positivamente para o AB e no tubo digestório reto, presença de células absorptivas já diferenciadas. A presença de secreções ácidas, como verificado no esôfago do curimatã-pacu, ressalta a atividade de digestão além de proteção contra microorganismos (Arellano et al., 1999). Estas características são indícios da capacidade de digestão e absorção do sistema digestório nestas larvas como verificado em larvas de *Solea senegalensis* (Ribeiro et al., 1999) e *Pelteobagrus fulvidraco* (Yang et al., 2010) que com dois dias pós-eclosão, o tubo digestório estava diferenciado em cavidade bucofaríngea, esôfago, estômago primário e intestino, que de acordo com o grau de desenvolvimento do trato digestório encontravam-se

aptas para o início da digestão exógena. Já em *Paralabrax maculatofasciatus* (Peña et al., 2003), estas estruturas só se encontram diferenciadas no quinto dia.

Em outras espécies, como em larvas de *Seriola lalandi* (Chen et al., 2006), é possível observar o estômago em formação como uma protuberância da parte final do esôfago já no início da alimentação exógena. O estômago não foi observado, inicialmente, nas larvas de curimatã-pacu, mas aos 18° DPE, o esôfago e o estômago encontravam-se em fase de diferenciação, apresentando revestimento epitelial composto de células AB positivas, característica que evidenciam o processo de digestão neste estágio e que se torna mais evidente aos 28° DPE. Durante esse período, verificamos a presença de células PAS positivas no epitélio tanto no esôfago, quanto no estômago das larvas de curimatã-pacu. As secreções neutras estão relacionadas com a digestão enzimática e absorção do alimento (Marchetti et al., 2006).

Nas larvas de *S. lalandi* (Chen et al., 2006), aos 18° DPE o estômago encontrava-se diferenciado em região cárdica, fúndica e pilórica semelhante às larvas de curimatã-pacu, entretanto nas larvas de *S. lalandi*, já havia a presença de células gástricas na região cárdica e fúndica e no curimatã-pacu as três regiões são secretoras de substâncias ácidas e neutras identificadas pela marcação AB e PAS positivo. Ainda nesse período as larvas de curimatã-pacu e *S. lalandi* apresentaram o ceco pilórico formado, característica importante para o desempenho do sistema digestório por auxiliar os processos de absorção do alimento em associação com as outras divisões do intestino.

O período de maturação do sistema digestório é diferente, mesmo em espécies que apresentam estruturas similares aos encontrados em curimatã-pacu. Em larvas de *Umbrina cirrosa* L. (Zaiss et al., 2006), o estômago se apresenta morfológicamente diferenciado e com glândulas gástricas abundantes na região cárdica já no 9° DPE. Outras espécies de peixes apresentam maturação do sistema digestório mais tardia quando comparado ao curimatã-pacu, como em larvas de *Paralichthys californicus* (Gisbert et al., 2004), na qual o estômago se diferenciou nas distintas regiões entre o 27° e 30° DPE.

Nas larvas de curimatã-pacu, verificou-se presença de células AB positivas e PAS positivas, intercaladas com células absorptivas nos cecos pilóricos e nas diferentes regiões do intestino, semelhante a outras espécies de teleósteos estudados (Ribeiro et al., 1999; Gisbert et al., 2004; Qu et al., 2012).

CONCLUSÃO

O sistema digestório no 3º DPE evidencia a produção de substâncias ácidas no esôfago e um tubo digestório reto primitivo com capacidade de absorção de nutrientes. No 18º DPE, o estômago se encontra funcional e a produção de material ácido ocorre tanto no esôfago, quanto no estômago e neste estágio, o intestino encontra-se apto para absorção, inclusive com a presença dos cecos pilóricos, que aumenta a área para absorção do alimento. Essas alterações morfofisiológicas foram mais acentuadas no 28º DPE. Portanto, as observações da ontogenia do sistema digestório do curimatã-pacu são comprobatórias da capacidade de ingestão e absorção de alimento inerte exógeno nas fases iniciais desta espécie.

REFERÊNCIAS

ARANA, L. A. V. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis: UFSC, 2004. 231p.

ARANTES, F. P.; SANTOS, B. D.; RIZZO, E.; SATO, Y.; BAZZOLI, N. Collapse of the reproductive process of two migratory fish (*Prochilodus argenteus* and *Prochilodus costatus*) in the Três Marias Reservoir, São Francisco River, Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v.27, p.847-853, 2011.

ARELLANO, J. M.; DINIS, M. T.; SARASQUETE, E. C.. Histomorphological and histochemical characteristics of the intestine of Senegal Sole, *Solea senegalensis*. **European Journal of Histochemistry**, v.43, p.121-133, 1999.

BALLAGH, D. A.; FIELDER, D. S.; PANKHURST, P. M. Weaning requirements of larval mullet, *Argyrosomus japonicus*. **Aquaculture Research**, v.41, p.493-504, 2010.

BENGSON, D. A. A comprehensive program for the evaluation of artificial diets. **Journal World Aquaculture Society**, v.24, p.99-210, 1993.

BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; SERAFINI, M. A.; RIBEIRO, F. B.; PENA, K. S. Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimatá (*Prochilodus affinis*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1795– 1806, 2005.

BONALDO, A.; PARMA, L.; BADIANI, A.; SERRATORE, P.; GATTA, P. P. Very early weaning of common sole (*Solea solea* L.) larvae by means of different feeding regimes and three commercial microdiets: Influence on performances, metamorphosis development and tank hygiene. **Aquaculture**, v.321, p.237-244, 2011.

CESTAROLLI, M. A.; PORTELLA, M. C.; ROJAS N. E. T. Efeitos do nível de alimentação e do tipo de alimento na sobrevivência e no desempenho inicial de larvas de Curimatá *Prochilodus scrofa* (STEINDACHNER, 1981). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.24, p.119-129, 1997.

CHEN, B. N.; QIN, J.; G. KUMAR, M. S.; HUTCHINSON, W.; CLARKE, S. Ontogenetic development of the digestive system in yellowtail kingfish *Seriola lalandi* larvae. **Aquaculture**, v.256, p. 489–501, 2006.

CHEPKIRUI-BOIT, V.; NGUGI, C. C.; BOWMAN, J.; OYOO-OROTH, E.; RASOWO, J.; MUGO-BUNDI, J.; CHEROP, L. Growth performance, survival, feed utilization and nutrient utilization of African catfish (*Clarias gariepinus*) larvae co-fe *Artemia* and a micro-diet containing freshwater atyid shrimp (*Caridina nilotica*) during weaning. **Aquaculture Nutrition**, v.17, p.82-89, 2011.

CORASPE-AMARAL, M. V.; PEDREIRA, M. M.; COSTA, D. C.; DUPIM, A. E.; PELLI, A.; OLIVEIRA, N. M. D. Time of feed transition and inclusion levels of exogenous protease in rations for piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. hatchery. **Acta Scientiarum**, v.34, p.347–353, 2012.

COX, E. S.; PANKHURST, P. M. Feeding behaviour of greenback flounder larvae, *Rhombosolea tapirina* (Günther) with differing exposure histories to live prey. **Aquaculture**, v.183, p.285-297, 2000.

ENGROLA, S.; FIGUEIRA, L.; CONCEIÇÃO, L. E. C.; GAVAIS, P. J.; RIBEIRO, L.; DINIZ, M. T. Co-feeding in Senegalese sole larvae with inert diet from mouth opening promotes growth at weaning. **Aquaculture**, v.288, p.264-272, 2009.

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

GALVÃO, M. S. N.; FENERICH-VERANI, N.; YAMANAKA, N.; OLIVEIRA, I. D. R. Histologia do sistema digestivo da tainha *Mugil plátanos* GÜNTHER, 1880 (OSTEICHTHYES, MULLIDAE) durante as fases larval e juvenil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.24, p.91-100, 1997.

GISBERT, E.; PIEDRAHITA, R. H.; CONKLIN, D. E. Ontogenetic development of the digestive system in California halibut (*Paralichthys californicus*) with notes on feeding practices. **Aquaculture**, v.232, p.455-470, 2004.

GODINHO, H. P.; GODINHO, A. L. Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. 468p.

JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B.; PORTELLA, M. C. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. **Aquaculture**, v.221, p.277-287, 2003.

LEITÃO, N. J.; PAI-SILVA, M. D.; ALMEIDA, F. L. A.; PORTELLA, M. C. The influence of initial feeding on muscle development and growth in pacu *Piaractus mesopotamicus* larvae. **Aquaculture**, v.315, p.78-85, 2011.

LIM, L. C.; DHERT, P.; SORGELOOS, P. Recent developments in the application of live feeds in the freshwater fish culture. **Aquaculture**, v.227, p.319-331, 2003.

LUZ, R. K.; PORTELLA, M. C. Frequência alimentar na larvicultura do trairão (*Hoplias lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.14442-1448, 2005.

MAI, M. G.; ENGROLA, S.; MORAIS, S.; PORTELLA, M. S.; VERANI, J. R.; DINIS, M. T.; CONCEIÇÃO, L. E. C. Co-feeding of live feed and inert diet from first-feeding affects *Artemia* lipid digestibility and retention in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) larvae. **Aquaculture**, v.296, p.284-291, 2009.

MAKINO, L. C.; FAUSTINO F.; PAES M. C. F.; BERALDO-MASSOLI M. C.; CARDOZO, M. V.; SCHOCKEN-ITURRINO R. P.; NAKAGHI L. S. O. Morfologia e quantificação da microbiota intestinal do curimatá (*Prochilodus lineatus*) e do cascudo cinza (*Pterygoplichthys anisitsi*) cultivados em cativeiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.916-926, 2012.

MARCHETTI, L.; CAPACCHIETTI, M.; SABIETTI, M. G.; ACCILI, D.; MATERAZZI, G.; MENGHI, G. Histology and carbohydrate histochemistry of the alimentary canal in the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Journal of Fish Biology**, v.68, p.1808-1821, 2006.

MENOSSE, O. C. C.; TAKATA, R.; SÁNCHEZ-AMAYA, M. I.; FREITAS, T. M. D.; YÚFERA, M.; PORTELLA, M. C. Crescimento e estruturas do sistema digestório de larvas de pacu alimentadas com dieta microencapsulada produzida experimentalmente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1-10, 2012.

MICALE, V.; GARAFFO, M.; GENOVESE, L.; SPEDICATO, M. T.; MUGLIA, U. The ontogeny of the alimentary tract during larval development in common pandora *Pagellus erythrinus* L. **Aquaculture**, v.251, p.354-365, 2006.

ÖNAL, U.; LANGDON, C.; ÇELIK, I. Ontogeny of the digestive tract of larval percula clownfish, *Amphiprion percula* (Lacépède 1802): a histological perspective. **Aquaculture Research**, v.39, p.1077-1086, 2008.

PAPADAKIS, I. E.; ZAISS, M. M.; KYRIAKOU, Y.; GEORGIU, G.; DIVANACH, P.; MYLONAS, C. C. Histological evaluation of the elimination of *Artemia* nauplii from larval rearing protocols on the digestive system ontogeny of shi drum (*Umbrina cirrosa* L.). **Aquaculture**, v.286, p.45-52, 2009.

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

PEÑA, R.; DUMAS, S.; VILLALEJO-FUERTE, M.; ORTIZ-GALINDO, J. L. Ontogenetic development of the digestive tract in reared spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* larvae. **Aquaculture**, v.219, p.633-644, 2003.

PRIETO, M. J.; LOGATO, P. V. R.; MORAES, G. F. D.; OKAMURA, D.; ARAÚJO, F. G. D. Tipo de alimento, sobrevivência e desempenho inicial de pós-larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.1002-1007, 2006.

QU, M.; DING, S.; XU, X.; SHEN, M.; YOU, Y.; SU, Y. Ontogenetic development of the digestive system and growth in coral trout (*Plectropomus leopardus*). **Aquaculture**, v.334-337, p.132-141, 2012.

RIBEIRO, L.; SARASQUETE, C.; DINIS, M. T. Histological and histochemical development of the digestive system of *Solea senegalensis* (Kaup, 1858) larvae. **Aquaculture**, v.171, p.293-308, 1999.

ROJAS, N. E. T.; ROCHA, O.; MAINARDES PINTO, C. S. R.; SILVA, A. L. D. Influência de diferentes níveis de alcalinidade da água de viveiros sobre o crescimento de larvas de *Prochilodus lineatus*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, p.99-108, 2004.

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

SANTAMARÍA, C. A.; MARÍN DE MATEO, M.; TRAVESET, R.; SALA, R.; GRAU, A.; PASTOR, E.; SARASQUETE, C.; CRESPO, S. Larval organogenesis in common dentex *Dentex dentex* L. (Sparidae): histological and histochemical aspects. **Aquaculture**, v.237, p.207-228, 2004.

SANTIN, M.; BIALETZKI, A.; NAKATANI, K. Mudanças ontogênicas no trato digestório e dieta de *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) (Osteichthyes, Parodontidae). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.26, p.291-298, 2004.

SANTOS, J. C. E. D.; LUZ, R. K. Effect of salinity and prey concentrations on *Pseudoplatystoma corruscans*, *Prochilodus costatus* and *Lophiosilurus alexandri* larviculture. **Aquaculture**, v.287, p.324-328, 2009.

SIVASUNDAR, A.; BERMINGHAM, E.; ORTI G. Populations structure and biogeography of migratory freshwater fishes (*Prochilodus*: Characiformes) in major South American rivers. **Molecular Ecology**, v.10, p.407-417, 2001.

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

TESSER, M. B.; PORTELLA, M. C. Degradation analysis of microencapsulated diet in pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) larvae intestine through scanning electron microscopy (SEM). **Acta Scientiarum**, v.25, p.49-52, 2003.

WATANABE, T.; KIRON, V. Prospects in larval fish dietetics. **Aquaculture**, v.124, p.223-251, 1994.

YANG, R.; XIE, C.; FAN, Q.; GAO, C.; FANG, L. Ontogeny of the digestive tract in yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco* larvae. **Aquaculture**, v. 302, p.112–123, 2010.

ZAISS, M. M.; PAPADAKIS, I. E.; MAINGOT, E.; DIVANACH, P.; MYLONAS, C. C. Ontogeny of the digestive tract in shi drum (*Umbrina cirrosa* L.) reared using the mesocosm larval rearing system. **Aquaculture**, v. 260, n.29, p. 357–368, 2006.