

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI

MARIA LETÍCIA FERNANDES DIAS

ESTRATÉGIAS DE MANEJO E ALIMENTAÇÃO PARA LARVAS DE *Prochilodus*
argenteus

DIAMANTINA - MG

2014

MARIA LETÍCIA FERNANDES DIAS

ESTRATÉGIAS DE MANEJO E ALIMENTAÇÃO PARA LARVAS DE
Prochilodus argenteus

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

2014

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Nathália Machado Laponez Maia – CRB6/3002

D541e 2014	Dias, Maria Leticia Fernandes. Estratégias de manejo e alimentação para larvas de <i>Prochilodus argenteus</i> / Maria Leticia Fernandes Dias. – 2014. 62 p. Orientador: Prof. Dr. Marcelo Mattos Pedreira Coorientador: Prof. Dr. Guilherme de Souza Moura. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, 2014. 1. Alimento inerte. 2. Alimento vivo. 3. Arraçoamento. 4. Limnologia. 5. Manejo alimentar. I. Pedreira, Marcelo Mattos. II. Moura, Guilherme de Souza. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. IV. Título. CDD 639.31
---------------	---

Elaborada com os dados fornecidos pela autora.

MARIA LETÍCIA FERNANDES DIAS

ESTRATÉGIAS DE MANEJO E ALIMENTAÇÃO PARA LARVAS DE
Prochilodus argenteus

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 21/02/2014.

Prof. Marcelo Mattos Pedreira - UFVJM
Orientador

Pesq. Guilherme de Souza Moura - UFVJM
Coorientador

Prof. Eduardo Arruda Teixeira Lanna - UFV

DIAMANTINA – MG

2014

DEDICATÓRIA

Dedico mais essa vitória aos meus queridos pais, minha fonte de inspiração.
Sem vocês ao meu lado, dando todo o suporte necessário, o caminho até aqui teria sido
muito mais difícil.

À minha irmã, Maria Cecília, pela cumplicidade de sempre.
Aos meus amigos, irmãos que ganhei durante a longa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser presença constante em minha vida.

Aos meus pais Ana e Juca, pelo amor, apoio e carinho.

À minha irmã, pela amizade e cumplicidade, sempre.

À minha família, por todo o carinho e pela torcida.

Ao professor Marcelo Mattos Pedreira, pela atenção, paciência e disponibilidade em passar seus conhecimentos. Mais que um orientador, passou a ser um grande amigo.

Ao Guilherme, pela coorientação, principalmente ajudando nas estatísticas.

Ao professor Robson, pela disponibilidade sempre que precisei.

Ao professor Eduardo Arruda Teixeira Lanna, pela participação na banca examinadora.

Ao Cláudio, pelo apoio durante a realização dos meus experimentos. Sem seu auxílio, tenho certeza que tudo teria sido muito mais complicado.

Ao Julimar, pela disponibilidade em ajudar sempre que preciso durante os experimentos. 30 dias eclodindo artêmia não é fácil, mas você fez com que esse trabalho fosse minimizado. Obrigada também pelas fotos.

Ao Edson, pelo apoio na CODEVASF e pela disponibilização de pessoas competentes e materiais adequados para a realização da minha pesquisa.

Aos amigos do laboratório Emília, Marcelo Gaspary, Daiane, Thaís, André, Matheus, Alcione, Gustavo, Nayara, Samantha e Talita. Sem a ajuda de vocês tenho certeza que não teria conseguido realizar a contento minhas pesquisas. Como falo sempre, ninguém faz pesquisa sozinho. O apoio de todos vocês foi imprescindível para que o produto final fosse alcançado.

Aos meus amigos do coração, Dirceu, Emília, Cosme, Cayo e Amanda, pelos momentos de descontração, mas também pelo apoio incondicional sempre que precisei. Amo todos vocês.

Ao Luiz, pelo carinho, apoio e paciência ao longo dessa caminhada: “Merece o prêmio Nobel da Paz”.

Aos amigos que fiz durante essa etapa do mestrado. Fui muito bem recebida no DZO.

À Elizângela, por todo o apoio durante esses dois anos.

À Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) e aos seus funcionários, por todo o suporte.

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

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

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização de mais esse sonho.

“Construí amigos, enfrentei derrotas, venci obstáculos, bati na porta da vida e disse-lhe: Não tenho medo de vivê-la.”

Augusto Cury

RESUMO

DIAS, Maria Letícia Fernandes Dias. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Fevereiro de 2014. 62p. **Estratégias de manejo e alimentação para larvas de *Prochilodus argenteus***. Orientador: Marcelo Mattos Pedreira. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

O presente estudo foi realizado durante 24 dias, em janeiro de 2013, CODEVASF, em Três Marias, Minas Gerais. O primeiro experimento teve como objetivo verificar o momento adequado para a transição alimentar, de artêmia para ração, no desempenho das larvas de curimatã. O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e seis repetições. As larvas foram alimentadas com náuplios de artêmia nos dois (ART2), quatro (ART4), seis (ART6) e oito (ART8) primeiros dias e posteriormente ração até 24º dia e somente com ração durante todo o período experimental (Ração). Ao término foi observada a taxa de sobrevivência, biomassa, taxa de crescimento específico e fator de condição de Fulton. Também verificou-se o oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, temperatura, concentração de íons amônio e fosfato da água de cada tanque no 7º, 14º e 21º dia do experimento. Já o segundo experimento foi dividido em duas partes: a primeira parte teve como objetivo verificar o tempo de digestão no 14º e 24º dia de experimento das larvas submetidas ao alimento vivo. E a segunda parte avaliou o desempenho de larvas alimentadas 2, 3 e 4 vezes ao dia. Para comparação entre o tempo de digestão nos diferentes dias de amostragem foi utilizada uma regressão linear e para o experimento de diferentes frequências alimentares um delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições. Ao término do experimento foi observada a taxa de sobrevivência, biomassa, fator de condição de Fulton, número de itens no trato, largura e comprimento da boca das larvas. Verificou-se o oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, temperatura, concentração dos íons amônio e fosfato da água de cada tanque no 14º e 24º dia do experimento. Tais análises de qualidade de água também foram feitas para o estudo de frequência alimentar no 7º, 14º e 21º dia do período experimental. Concluiu-se que a oferta de alimento vivo até o quarto dia de experimentação foi o que apresentou melhores resultados para a larvicultura do curimatã. Além disso, tempo de digestão no 14º dia foi estimado em 15 h e 29 min e no 24º dia 11 h e 44 min, verificou-se ainda a utilização de diferentes frequências de arraçoamento não interferem no desempenho dos animais.

Palavras-chave: Alimento inerte, alimento vivo, arraçoamento, limnologia, manejo alimentar.

ABSTRACT

DIAS, Maria Letícia Fernandes Dias. University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys, February 2014. 62p. **Management strategies and supply for larvae *Prochilodus argenteus***. Adviser: Marcelo Mattos Pedreira. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

This study was conducted during 24 days in January 2013 in Codevasf in Três Marias, Minas Gerais. The first trial aimed to determine the appropriate time for the food transition, brine shrimp to feed, the larvae performance curimatã. The trial was conducted in a completely randomized experimental design with five treatments and six replications. The larvae were fed brine shrimp nauplii in the first two (ART2), four (ART4), six (ART6) eight (ART8) days and subsequently ration until 24th day and only with feed throughout the experimental period (ration). At the end of the survival rate, biomass, specific growth rate and Fulton condition factor was observed. Also there was the dissolved oxygen, pH, conductivity, temperature, concentration of ammonium and phosphate ions of each water tank on the 7th, 14th and 21st day of the experiment. The second experiment was divided into two parts: the first part aimed to verify the digestion time in the 14th and 24th day of the experiment the larvae subjected to the live feed. The second part assessed the performance fed larvae 2, 3 and 4 times per day. For comparison of the digestion time in different days of sampling linear regression was used for the experiment and different feeding frequencies an experimental randomized design with three treatments and four replications. At the end of the trial the survival rate, biomass, Fulton condition, number of items in the tract, mouth width and length of the larval mouth factor was observed. It was found dissolved oxygen, pH, conductivity, temperature, concentration of ammonium and phosphate ions from each tank of water on the 14th and 24th day of the experiment. Such analyzes of water quality were also made to the study of feeding frequency on the 7th, 14th and 21st day of the experimental period. It is concluded that the supply of live food until the fourth day of trial showed the best results for the larval rearing of curimatã. Furthermore, digestion time on the 14th day was estimated at 15 h and 29 min and at 24th on 11 h 44 min there was also the use of different frequencies do not interfere with feeding of animal performance.

Keywords: feeding, limnology, feed management, inert food, live food.

SUMÁRIO

1.	Introdução Geral	13
2.	Revisão de Literatura	15
2.1.	Curimatá-pacú	15
2.2.	Manejo alimentar na larvicultura	15
2.3.	Desenvolvimento do trato e tempo de digestão	17
2.4.	Frequência alimentar	18
2.5.	Transição alimentar	19
2.6.	Qualidade de água na larvicultura	20
2.7.	Referências	21
3.	Artigos	26
3.1.	Transição alimentar na larvicultura de <i>Prochilodus argenteus</i>	
	Resumo	27
	Abstract	28
	Introdução	29
	Material e Métodos	30
	Resultados	32
	Discussão	35
	Conclusão	40
	Referências	41
3.2.	Tempo de digestão do alimento vivo pela larva de curimatá-pacú e diferentes frequências alimentares	
	Resumo	45
	Abstract	46
	Introdução	47
	Material e Métodos	48
	Resultados	51
	Discussão	55
	Conclusão	59
	Referências	60

1. INTRODUÇÃO GERAL

A aquicultura é uma prática tradicional de longa data, encontrada em várias culturas pelo mundo (Oliveira, 2009). Tal atividade vem crescendo de forma significativa no país, devido às condições favoráveis do território brasileiro para a realização dessa prática (Pedreira et al., 2009). Além deste fator, também há espécies de peixes nativos potencialmente cultiváveis (Hayashi et al., 2004). Cerca de 40 espécies de peixes de água doce brasileiras são utilizadas em aquicultura (Godinho, 2007). Apesar do crescimento acelerado da aquicultura, pode-se afirmar que o aproveitamento racional e otimizado no país ainda é incipiente, e, mesmo assim, a expansão dessa indústria tem gerado importantes mudanças sociais, econômicas e ambientais no meio rural brasileiro (Castagnolli, 1996; Valenti et al., 2000).

Com esse crescente aumento do cultivo de espécies nativas, é imprescindível que estratégias de manejo e alimentação sejam desenvolvidas. De acordo com Pedreira et al. (2009), é necessário o desenvolvimento de sistemas de cultivo eficientes, que melhorem o aproveitamento da água, mitiguem possíveis impactos e que estudem estratégias alimentares como uma frequência de arraçoamento ideal, sendo que essa pode variar em função da espécie (Sampaio et al., 2007).

Dentre as diversas espécies cultiváveis, podemos citar o curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*). Espécie endêmica da Bacia do São Francisco (Proença & Bittencourt, 1994), de hábito alimentar iliófago, que apresenta dieta constituída basicamente por detrito, com presença de pequenas quantidades de algas filamentosas (Godinho & Godinho, 2003), fauna bentônica (Castagnolli, 1992) e que apresentam uma boa aceitação à alimentação artificial (Dias-Koberstein & Durigan, 2001).

Dessa forma, tendo o curimatá-pacu se destacado na piscicultura devido o seu potencial (Galdioli et al., 2000), são imprescindíveis estudos dos seus estágios iniciais de vida, uma vez que, o ponto crítico para a criação de peixes está intimamente ligado à alimentação e a nutrição das larvas durante os primeiros dias de vida, o que consiste na busca das condições ideais de cultivo para proporcionar maiores taxas de sobrevivência (Luz & Zaniboni Filho, 2002).

O objetivo do estudo foi avaliar o desenvolvimento de larvas de curimatá-pacu, submetidas à diferentes frequências alimentares, verificar o tempo de digestão do alimento

vivo pela larva e o melhor período de substituição de alimento vivo por alimento inerte para as larvas de curimatá-pacu.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Curimatá-pacu

O curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*) é uma espécie nativa do São Francisco (Proença & Bittencourt, 1994), pertencente ao gênero *Prochilodus*, que está amplamente distribuído na América do Sul (Fabregat, 2011), sendo conhecido popularmente como grumatão, curimbatá, curimba ou curimatã.

Assim como as outras espécies deste gênero, o curimatá-pacu é iliofágo, com alimentação constituída basicamente por detritos, aceitando grande diversidade de alimentos (Godinho & Godinho, 2003), tais como, fauna bentônica (Castagnolli, 1992) e ainda apresentam uma boa aceitação à alimentação artificial (Dias-Koberstein & Durigan, 2001).

Sendo uma espécie migradora, com alta taxa de fecundidade (Sato et al., 2003b), apresenta características reprodutivas há tempos identificadas (Ihering & Azevedo, 1934). Apesar de não reproduzirem naturalmente em cativeiro, tem respondido positivamente à indução hormonal e demais manejos reprodutivos, (Sato et al., 2003a). Segundo Sato et al. (2003c), as boas respostas aos manejos reprodutivos tornam-se importantes, pois foi observado que não ocorre desova do curimatã-pacu e de outros peixes migradores na área a jusante da UHE – Três Marias até o pontal do rio Abaeté.

Na fase adulta, o curimatá-pacú é pouco exigente em relação à alimentação, não necessitando de altos níveis de proteína nas dietas (Bomfim et al., 2005). Embora diversos trabalhos já tenham mostrado que a utilização de dietas isenta de proteína animal nem sempre é viável (Fabregat et al., 2006; Gaitlin Iii et al., 2007; Hardy, 2010), alguns resultados mostram que o curimatá-pacu pode ser alimentado apenas com ingredientes de origem vegetal (Galdioli et Al., 2000). No entanto, em idades iniciais, como em outras espécies, a exigência de proteína é alta, pois o metabolismo de crescimento está acelerado, o que aumenta a exigência de aminoácidos (Bomfim et al., 2005).

2.2 Manejo alimentar na larvicultura

A etapa inicial da piscicultura é uma fase importante para o sucesso da criação, sendo a nutrição adequada um dos principais fatores relacionados à quantidade e qualidade dos

peixes (Hayashi et al., 2002). O manejo alimentar tem influência não apenas no desempenho zootécnico dos animais, mas influi, também, nos custos, já que o mesmo é dependente da quantidade de ração utilizada e à necessidade de mão-de-obra, o que pode aumentar o custo final da produção (Meurer et al., 2008).

O início da nutrição exógena é um processo caracterizado por altas mortalidades, sendo sua diminuição um dos objetivos primordiais no desenvolvimento de tecnologias para produção de alevinos, pois assegura uma sobrevivência adequada ao final do período larval. A maioria dos problemas de sobrevivência na larvicultura é devido à boca relativamente pequena das larvas eclodidas e sua reserva limitada de vitelo (Cortês & Tsuzuki, 2010). Por isso, o momento da introdução de alimentos está diretamente relacionado ao tipo, tamanho, quantidade e qualidade da dieta (Alvarez-Lajonchère & Hernández Molejón, 1998; Ferreira, 2009). Além disso, o trato digestivo das larvas de alguns peixes é bastante rudimentar, ainda na transição entre vitelo, alimento endógeno, e alimento exógeno (Randünz-Neto, 1999). De acordo com Rotta (2003a) e Rotta (2003b), a habilidade de um organismo para digerir partículas de alimento depende da presença e da quantidade apropriada de enzimas digestivas. Como as larvas iniciam a ingestão de alimento antes da absorção do vitelo e do seu total desenvolvimento gástrico, muito pouco se aproveita do nutrimento inicialmente ingerido.

Um entrave da alimentação na fase de larva, para a maioria das espécies de peixes, é o fornecimento de alimento vivo, geralmente organismos planctônicos (Soares et al., 2000). A utilização de dietas artificiais como única fonte de alimento não tem resultado em sucesso para a maioria das espécies, porém o seu consórcio com o alimento vivo tem sido mais eficiente (Dilauro & Krise, 1998).

Uma opção na criação comercial é o uso de *Artêmia*, que possui alto valor nutricional. Este alimento vivo possui entre 40 e 60% de proteína, com uma adequada composição de aminoácidos. Os cistos têm entre 200-300 µm de diâmetro e possuem uma cobertura não digerível denominada córion (Ferreira, 2009). Porém, a utilização desse tipo de alimento pode trazer algumas desvantagens ao cultivo de peixes, uma vez que, por ser um organismo de água salgada, a *Artemia*, tem seu tempo de vida limitado em água doce. Esse fato acarreta a mortalidade dos náuplios, podendo provocar problemas de qualidade da água durante a larvicultura, além de limitar o tempo de exposição do alimento vivo às larvas (Luz & Portella, 2002).

Quando as larvas de peixes de água doce são alimentadas com organismo de água salgada, como rotífero *Brachionus plicatilis* ou *Artemia sp.*, a frequência de alimentação, também pode ter uma importante influência, pois estes animais, quando colocados em água doce, sofrem choque de salinidade, sobrevivendo pouco tempo, fato que pode afetar o consumo pelas larvas (Portella, et al., 2000).

Outra questão que afeta negativamente a larvicultura é o canibalismo, apesar deste não ser um comportamento esperado das larvas de Curimatá-pacu, que pode ser controlado por uma simples alteração na disponibilidade de alimento (Pienaar, 1990). Isto deve ser controlado com o fornecimento de nutrimento até a saciedade, pois a disponibilidade de alimento vivo ou seco, a frequência de alimentação, a quantidade de presas, a claridade da água e a intensidade de luz podem afetar o comportamento das larvas (Hecht & Pienaar, 1993).

2.3 Caracterização do trato e tempo de digestão

O processo de digestão envolve a combinação dos processos mecânicos, químicos e microbianos que ocorre no alimento ingerido, promovendo a sua quebra em componentes que são absorvidos pelo organismo ou que permanecem na luz do intestino até serem excretados (Cox & Pankhurst, 2000).

O curimatá-pacu é uma espécie iliofága que se alimenta de detritos (Godinho & Godinho, 2003). Segundo Gneri & Angelescu (1951), a ingestão do sedimento por parte dos peixes é feita em grande volume, por isso ocorre de forma continuada e em grandes quantidades, tendo, assim, um intestino longo (Moraes et al., 1997). Ainda, de acordo com Moraes et al. (1997), a ingestão do alimento é feita através de uma boca terminal com numerosos e pequenos dentes na porção anterior da cabeça.

Segundo Rotta (2003), o comprimento do intestino varia de acordo com o hábito alimentar e as características dos alimentos naturalmente ingeridos pelos peixes, sendo que, o comprimento intestinal aumenta na seguinte ordem: carnívoro, onívoro e herbívoro. Os herbívoros apresentam um intestino fino e os carnívoros um mais espesso. Tal diferença na espessura deve-se pelo fato de que os carnívoros apresentam uma mucosa mais densa, com mais dobras. Além disso, muitos carnívoros possuem cecos pilóricos, que aumentam, consideravelmente, a área intestinal. Já os herbívoros têm uma grande ingestão de alimento e trânsito rápido no intestino, com uma superfície de absorção distribuída em um longo

intestino com pouca mucosa pregueada. Por ser longo, o intestino dos herbívoros permite que o alimento permaneça mais tempo em contato com as enzimas, de modo a aumentar a eficácia da digestão, compensando o baixo valor nutritivo dos alimentos ingeridos (Baldisserotto, 2002).

Assim, o conhecimento da estrutura dos órgãos do aparelho digestivo dos peixes auxilia no entendimento de como eles se adaptam ao ambiente e à dieta. Tal fato contribui para o aumento da eficiência alimentar e para a redução dos custos com alimentação, tornando a aquicultura ainda mais atrativa (Mangetti, 2006).

Outro fator importante a ser levado em consideração é o tempo de digestão, o qual está relacionado ao desenvolvimento do trato digestivo. Assim, o tempo de passagem do alimento pelo trato está intimamente atrelado aos vários fatores fisiológicos e estruturais do aparelho digestivo (Baldisserotto, 2002). De acordo com Zannotto et al. (1995), a velocidade do trânsito do alimento pelo trato digestivo é responsável pelo tempo em que o alimento fica exposto aos processos de absorção e digestão. Desta forma, uma melhor absorção dos nutrientes está relacionada com o tempo em que os nutrientes estão em contato com o epitélio (Shiau, 1997).

Por fim, é importante conhecer o tempo de esvaziamento do trato digestivo nos peixes, pois ele determinará quando o mesmo irá se alimentar novamente. Além disso, o esvaziamento do trato digestivo depende da digestibilidade do alimento (Baldisserotto, 2002). Ainda segundo o mesmo autor, peixes que esvaziam mais rápido o trato, apresentam maior apetite, ou seja, precisam ser alimentados com maior frequência.

2.4 Frequência alimentar

Um aspecto que deve ser estudado em peixes nativos e que afeta diretamente a sobrevivência das larvas é a frequência de alimentação (Luz & Portella, 2005). Este manejo alimentar foi descrito por alguns autores e varia com a espécie estudada.

De acordo com Carneiro & Mikos (2005), o conhecimento do número mais adequado de arraçoamento tem contribuído para a redução do desperdício de alimento, garantindo a qualidade da água e reduzindo os custos da produção. Além disso, a frequência de arraçoamento necessária para o bom desenvolvimento do peixe varia principalmente conforme a espécie, idade, qualidade da água e temperatura (Hayashi, 2004). Pós-larvas

ingerem mais alimento por unidade de peso que os peixes adultos, consumindo de 300% a 50% por dia, comparado com 10% a 1% do peso corporal dado aos alevinos (Rotta, 2003a).

O estágio de desenvolvimento dos animais é um dos fatores que influenciam diretamente na frequência alimentar de peixes jovens (pós-larvas e alevinos), sendo que estes apresentam maior atividade metabólica e necessitam de maior frequência no fornecimento do alimento em relação aos animais adultos (Murai & Andrews, 1976; Folkvord & Ottera, 1993). Esse procedimento de vários arraçoamentos diários facilita a eficiência de assimilação do alimento por parte dos animais ao longo do dia (Rabe & Brown, 2000).

Além disso, uma adequada frequência de arraçoamento pode levar à menor variação no tamanho entre os peixes (Wang et al., 1998; Thomassen & Fjaera, 1996), o que facilita o manejo e a comercialização dos animais.

2.5 Transição alimentar

A realização da transição alimentar é de grande importância na larvicultura, pois determina o momento ideal do fornecimento da ração. Como consequência, tem-se a redução dos custos pela substituição do alimento vivo pelo alimento inerte o mais cedo possível e a não deterioração da qualidade da água de cultivo quando se fornece ração no período correto (Coraspe-Amaral, 2011). O período de transição visa evitar que uma súbita mudança na alimentação faça com que haja canibalismo entre larvas ou deficiência de crescimento, ou ainda, baixas taxas de sobrevivência ao final da larvicultura (Adamante et al., 2007).

Alguns fatores são extremamente importantes para que ocorra o sucesso do condicionamento alimentar, tais como, aspecto atrativo do alimento, textura adequada e palatabilidade (Kubtiza, 1995). De acordo com Araújo (2007), já foram feitas diversas tentativas de substituir o alimento vivo por dietas inertes. A importância do alimento vivo nessa fase inicial está relacionada com a presença de enzimas da própria presa que ao serem consumidas contribuiriam com o processo da digestão (Kolkovski, 2001). Com a utilização dessas enzimas ocorre uma maior assimilação de nutrientes, e, com isso, maior desempenho por parte dos animais (Kolkovski et al. 1997).

2.6 Qualidade de água na larvicultura

Um fator extremamente importante na piscicultura é a qualidade da água, uma vez que é o meio em que o animal vive. Cyrino et al. (2010) citam que a otimização do crescimento dos peixes só pode ser alcançada através do manejo concomitante da qualidade de água, nutrição e alimentação, e que o manejo inadequado pode causar estresse respiratório, bioquímico, dentre outros além da queda da qualidade do ambiente de cultivo.

O curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*) espécie neotropical endêmica do São Francisco (Proença & Bittencourt, 1994), esta submetida a algumas variáveis limnológicas características deste rio, o que possibilita a manutenção de uma faixa de conforto adequada para o desenvolvimento da espécie. De acordo com Godinho & Godinho, 2003, a temperatura média da água ao longo do ano varia entre 21,40°C no inverno e cerca de 31,10°C no verão. Segundo Vieira e López, (2003), o pH no São Francisco, no Reservatório de Três Marias/MG, varia de levemente ácido (4,99) a levemente alcalino, turbidez a jusante, varia de 0 até mais de 1.000 UNT, sendo que os valores baixos ocorreram durante os períodos de estiagem e valores mais elevados, nos períodos de maior precipitação e o oxigênio dissolvido em mg/L, nessa região varia de 0 a 8mg/L, de acordo com a profundidade e época do ano. De acordo com Esteves et al., (1985), a condutividade na represa de Três Marias é relativamente baixa, devido a baixa quantidade de íons presentes. Já o Rio São Francisco, a condutividade varia ao longo do ano, devido ao encontro dos rios tributários (Vieira e López, 2003).

Também é necessário levar em consideração os nutrientes presentes no meio. O excesso de fósforo descartado em corpos d'água, em conjunto com compostos nitrogenados, pode causar o fenômeno da eutrofização (Beveridge, 2004). Araripe et. al (2006) citam que a piscicultura é considerada uma das atividades antrópicas responsáveis pelo maior aporte de nitrogênio e fósforo para o ambiente, sendo em níveis mais elevados devido à maior densidade de estocagem e maior utilização de ração.

2.7 Referências

- ADAMANTE, W. B.; WEINGARTNER, M.; NUÑER, A. P. O. Feed transition in larval rearing of bocudo, *Steindachneridion scripta* (Pisces, Pimelodidae), using *Artemia*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.5, p.1294-1300, 2007.
- ALVAREZ-LAJONCHÉRE, L., HERNÁNDEZ MOLEJÓN, O. G. Apostila: Curso Reproducción y Larvicultura de Peces Marinos; In. **I Congresso Sul Americano de Acuicultura**, Recife-PE. 105p.,1998.
- ARAÚJO, F.G. Enriquecimento de artêmia com ácidos graxos para estudos de suplementação em larvas de peixes. Dissertação de Mestrado em Zootecnia. 93p. Universidade Federal de Lavras, 2007.
- ARARIPE, M.N.B.A.; SEGUNDO, L.F.F.; LOPES, J.B. & ARARIPE, H.G.A. Efeito do Cultivo de Peixes em Tanques Rede sobre o Aporte de Fósforo para o Ambiente. **Revista Científica de Produção Animal**, v.8, n.2, 2006.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**, Ed. UFSM, p.22,39, 2002.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage Aquaculture**.India: Blackwell, 3rd ed. p.183-200, 2004.
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; SERAFINI, M.A.; RIBEIRO, F.B.; PENA. Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimbata (*Prochilodus affinis*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1795-1806, 2005.
- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: Funep, 189 p., 1992.
- CARNEIRO, P.C.F. & MIKOS, J.D. Frequência alimentar de e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p. 187-191, 2005.
- CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R. & DAIRIKI, J.K. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. R. Bras. Zootec., v.39, p.68-87, 2010.
- CORASPE-AMARAL, Marcos Vinícius. **Manejo alimentar na larvicultura de piabanha-do-Pardo *Brycon* sp.** Dissertação de Mestrado em Zootecnia. 51p. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2011.
- CORTÊS, G.F.; TSUZUKI, M.Y. Efeito do tamanho do rotífero na sobrevivência e no crescimento de neon gobi elacatinus figaro durante as fases iniciais de larvicultura. **Boletim Instituto de Pesca**, v.36, n.3, p.205-212, 2010.
- COX, E.S.; PANKHURST, P.M. Feeding behavior of greenback flounder larvae, *Rhombosolea tapirina* Günther with differing exposure histories to live prey. **Aquaculture**, v.183, p.285-297, 2000.

DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.D. & DURIGAN, J.G. Produção de larvas de curimatã (*Prochilodus scrofa*) submetidas a diferentes densidades de estocagem e níveis de proteína bruta nas dietas. **Ciência Rural**, v. 31, n. 1, 2001.

DILAURO, M.N.; KRISE, W.F. Growth and survival of Lake Sturgeon larvae fed formulated diets. **The Progressive Fish-Culturist**, v.60, p.293-296, 1998.

FABREGAT, T.E.P; PEREIRA, T.S.; BOSCOLO, C.N.; ALVARADO, J.D.; FERNANDES, J.B.K. Substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para juvenis de curimbatã. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.37, n.3, p.289-294, 2011.

FERREIRA, P. M. P. Manual de cultivo e bioencapsulação da cadeia alimentar para larvicultura de peixes marinhos. Olhão: Ed. Instituto Nacional de Recursos Biológicos, 235 p, 2009.

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.

GAITLIN III, D.M.; BARROWS, F.T.; BROWN, P.; DABROWSKI, K.; GAYLORD, T.G.; HARDY, R.W.; HERMAN, E.; HU, G.; KROGDAHL, A.; NELSON, R.; OVERTURE, K.; RUST, M.; SEALEY, W.; SKONBERG, D.; SOUZA, E.J.; STONE, D.; WILSON, R.; WURTELE, E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, v.38, p.551-579, 2007.

GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES Diferentes fontes proteicas na alimentação de alevinos de curimatã (*Prochilodus lineatus*, V.). **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.471-477, 2000.

GNERI, F.S. & V. ANGELESCU. Lanutricion de los peces iliofagos en relacion con el metabolismo general del ambiente acuatico. **Rev.Inst. Invest. Mus. Argent. Cienc. Nat. Ciencias Zoológicas**, v.2, n.I, 1-44, 1951.

GODINHO, H.P.; SANTOS, J.E.; SATO, Y. Ontogênese larval de cinco espécies de peixes do São Francisco. p.133-148. In: **Águas e peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Ed. Godinho Hugo Pereira e Godinho Alexandre Lima, Editora PUC Minas, Belo Horizonte, 468 p, 2003.

GODINHO A. L.; GODINHO H. P. **Breve visão do São Francisco**. In: GODINHO H.P.; GODINHO A.L. (ed.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas. p.15-25. 2003.

GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.3, p.351-360, 2007.

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

HAYASHI, C.; MEUER, F.; BOSCOLO, W.R.; LACERDA, C.H.F.; KAVATA, L.C.B. Frequência de Arraçoamento para Alevinos de Lambari do Rabo-Amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.21-26, 2004.

HARDY, R.W. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. **Aquaculture Research**, v.41, p.770-776, 2010.

HECHT, T.; PIENAAR, A.G. A review of cannibalism and its implication in fish larviculture. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.24, p.246-261, 1993.

IHERING, R. von e P. AZEVEDO. A curimatã dos açudes nordestinos (*Prochilodus argenteus*). **Arquivos do Instituto de Biologia**, v.5, p.143-184, 1934.

KOLKOVSKI, S.; TANDLER, A.; IZQUIERDO M.S. Effects of live food and dietary digestive enzymes on the efficiency of microdiets for seabass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. **Aquaculture**, n.148, v.4, p.313-322, 1997.

KOLKOVSKI, S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles-implications and applications to formulated diets. **Aquaculture**, n.200, v.1/2, p.181-201, 2001.

KUBITZA, F. Preparo de ração e estratégias de alimentação no cultivo intensivo de peixes carnívoros. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1995. Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: p. 91-109, 1995.

KUBITZA, F. Tilápia – tecnologia e planejamento na produção comercial. **Jundiá: Divisão de Biblioteca e Documentação**, 2000.

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

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

MANGETTI, A.J. Desenvolvimento histomorfológico do trato digestório de larva de pintado *Pseudoplatystoma coruscans*, Agassiz 1829. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Veterinária e Zootecnia. 94p. Universidade de São Paulo, 2006.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BARBERO, L. M.; SANTOS, L. D.; BOMBARDELLI, R. A.; COLPINI, L. M. S. Farelo de soja na alimentação de tilápias-do-nilo durante o período de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n .5, p. 791-794, 2008.

MORAES, M.F.P.G.; BARBOLA, I.F.; GUEDES, E.A.C.; Alimentação e relações morfológicas com o aparelho digestivo do “curimbatá” *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) (Osteichthyes, Prochilodontidae), de uma lagoa do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.14, n.1, 169 -180, 1997.

MURAI, T.; ANDREWS, J.W. Effect of frequency of feeding on growth and food conversion of channel catfish fry. **Bulletin of Japanese Society on Science of Fisheries**, v.42, p.159-161, 1976.

OLIVEIRA, R.C. O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com o foco na sustentabilidade. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v.2, n.1, 2009.

PEDREIRA, M.M.; LUZ, R.K.; SANTOS, J.C.E.; SAMPAIO, E.V.; SILVA, R.S.F. Biofiltração da água e tipos de substrato na larvicultura do pacamã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.5, p.511-518, 2009.

PIENAAR, A.G. A study of coeval sibling cannibalism in larval and juvenile fishes and its control under culture conditions. **Grahamstown: Rhodes University**, (Masters thesis) - Rhodes University, 162.p, 1990.

POMPEU, P.S.; GODINHO, H.P. Ictiofauna de três lagoas marginais do médio São Francisco. p.167-182. In. **Águas e peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Ed. Godinho Hugo Pereira e Godinho Alexandre Lima, Editora PUCMinas, Belo Horizonte, 468 p, 2003.

PROENÇA, C.E.M. & BITTENCOURT, P.R.L. Seleção de áreas para implantação de projetos de piscicultura. In: RODRIGUES, V.A.B (Ed.). **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília: IBAMA, 1994, p.71-76.

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

RANDÜNZ NETO, J. Alimento natural versus ração balanceada na larvicultura de peixes. **Anais... XXXVI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Porto Alegre, 1999.

ROTTA, M.A.Utilização do ácido ascórbico (vitamina C) pelos peixes. **Corumbá: Embrapa Pantanal**, p.54,2003a.

ROTTA, M.A. Aspectos Gerais da Fisiologia e Estrutura do Sistema Digestivo dos Peixes Relacionados à Piscicultura.**Corumbá: Embrapa Pantanal**, 2003b, 48 p.

SAMPAIO,E.V.; LÓPEZ, C.M. Limnologias física, química e biológica da represa de Três Marias e do São Francisco. p.71-92. In. **Águas e peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Ed. Godinho Hugo Pereira e Godinho Alexandre Lima, Editora PUCMinas, Belo Horizonte, 468 p, 2003.

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 Agrociência**, v.13, p.271-274, 2007.

SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N; GODINHO, H.P. Reprodução induzida de peixes da bacia do São Francisco. p. 275-290. In. **Águas e peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Ed. Godinho Hugo Pereira e Godinho Alexandre Lima, Editora PUCMinas, Belo Horizonte, 468 p, 2003a.

SATO, Y., FENRICH-VERANI, N., NUÑER, A. P. O., GODINHO, H. P. VERANI, J. R. Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco. p. 229-274. In. **Águas e peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Ed. Godinho Hugo Pereira e Godinho Alexandre Lima, Editora PUC Minas, Belo Horizonte, 468 p. 2003b.

SHIAU, S.Y. Utilization of carbohydrates in warmwater fish –with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Aquaculture**, v.151, p.79-96, 1997.

SOARES, C. M. Plâncton, *Artemia sp.*, dieta artificial e suas combinações no desenvolvimento e sobrevivência de larvas do quinguio (*Carassius auratus*) durante a larvicultura. **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.383-388, 2000.

THOMASSEN, J. M.; FJAERA, S. O. Studies of feeding frequency for Atlantic Salmon (*Salmo salar*). **Aquacultural Engineering**, v.15, n.2, p.149-157, 1996.

VALENTI, W. C., POLI. C. R., PEREIRA. J. A, BORGHETTI. J. R. **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq, p.399, 2000.

ZANOTTO, D.L.; NICOLAIEWSKY, S.; FERREIRA, A.S. et al. Granulometria do milho na digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.428-436, 1995.

WANG, N.; HAYWARD, 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.

3. ARTIGOS

- Transição alimentar na larvicultura de *Prochilodus argenteus*
- Tempo de digestão do alimento vivo pela larva de *Prochilodus argenteus* e diferentes frequências alimentares

3.1. Transição alimentar na larvicultura de *Prochilodus argenteus*

Resumo: Objetivou-se com o presente trabalho verificar o momento adequado para a transição alimentar, de artêmia para ração, no desempenho das larvas de *Prochilodus argenteus*. O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e seis repetições. As larvas foram alimentadas com náuplios de artêmia nos dois (ART2), quatro (ART4), seis (ART6) e oito (ART8) primeiros dias e posteriormente ração até 24º dia e somente com ração durante todo o período experimental (Ração). Ao término foi observada a taxa de sobrevivência, biomassa, taxa de crescimento específico e fator de condição de Fulton. Também verificou-se o oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, temperatura da água, amônia e fosfato de cada aquário no 7º, 14º e 21º dias do experimento. Concluiu-se que a oferta de alimento vivo até o quarto dia de experimentação foi o que apresentou melhores resultados para a larvicultura do *Prochilodus argenteus*.

Palavras-chave: alimentação, cultivo de larva, curimatá-pacu, espécie neotropical.

Food transition in larvicultura *Prochilodus argenteus*

Abstract: The objective of this work is to verify the proper time for the food transition, brine shrimp to feed, the larvae performance *Prochilodus argenteus* was verified. The trial was conducted in a completely randomized experimental design with five treatments and six replications. The larvae were fed brine shrimp nauplii in the first two (ART2), four (ART4), six (ART6) eight (ART8) days and subsequently ration until 24th day and only with feed throughout the experimental period (ration). At the end of the survival rate, biomass, specific growth rate and Fulton condition factor were observed. There was observed too the dissolved oxygen, pH, conductivity and water temperature of each tank on the 7th, 14th and 21st day of the experiment. The analysis of ammonium and phosphate was performed at 7th, 14th and 21st day experimental period. It is concluded that the supply of live food until the fourth day of trial showed the best results for the larval rearing of *Prochilodus argenteus*.

Keywords: curimatá-pacu, feeding, growing larvae, neotropical fish.

Introdução

A piscicultura vem crescendo de forma significativa no Brasil ao longo dos anos, devido a diversos fatores, dentre eles podemos citar a grande disponibilidade de água para a atividade e muitas espécies de peixes nativos, potencialmente cultiváveis (Hayashi et al., 2004). Segundo Godinho (2007), cerca 40 espécies de peixes de água doce brasileiras são utilizadas em aquicultura.

O curimatá (*Prochilodus argenteus* Agassiz, 1829) é uma espécie neotropical endêmica do São Francisco (Proença e Bittencourt, 1994), de hábito alimentar iliófago, com dieta constituída basicamente por detrito, com presença de pequenas quantidades de algas filamentosas (Godinho & Godinho, 2003), fauna bentônica (Castagnolli, 1992) e que apresenta uma boa aceitação à alimentação artificial (Dias-Koberstein & Durigan, 2001), tendo destacado potencial para a piscicultura (Galdioli et. al, 2000).

Estudos com larvas visam buscar condições ideais de cultivo para proporcionar maiores taxas de sobrevivência (Luz & Zaniboni Filho, 2002). Sendo os estágios iniciais de vida o ponto crítico para a criação de peixes, são imprescindíveis pesquisas relacionadas à alimentação das larvas durante os primeiros dias de vida.

A utilização de alimento vivo na dieta das larvas é indispensável nos primeiros dias de vida devido à carência de enzimas capazes de digerir adequadamente o alimento inerte (Pedreira et al. 2008) e por promover estímulo visual e químico para sua captura e ingestão (Kolkovski et al. 1997, Tesser et al. 2005, Tesser & Portella, 2006) . No entanto, a partir de certo grau de desenvolvimento do trato digestório, os animais apresentam maior capacidade de digestão (Govoni et al., 1986), aumentando, assim, as taxas de crescimento e sobrevivência (Adamante et al., 2007).

Sendo a utilização de alimento vivo onerosa, procura-se substituir este o mais cedo possível por alimento inerte em sistemas de produção (Coraspe-Amaralet al., 2012). Por isso, é importante conhecer o momento adequado para a substituição do alimento vivo pelo inerte, como observado em alguns trabalhos (Cavero et al., 2003, Adamante et al., 2007, Coraspe-Amaral et al., 2012).

Neste trabalho objetivou-se verificar o momento adequado para a transição alimentar, alimento vivo para inerte, na larvicultura do *Prochilodus argenteus* (curimatá).

Material e Métodos

O experimento foi realizado durante 24 dias, em janeiro de 2013, na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias – EPT, da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF, em Três Marias, Minas Gerais. Foram utilizadas larvas irmãs de *Prochilodus argenteus*, com três dias de vida, com peso e comprimento totais médios de 1,53 mg e 6,4 mm, respectivamente.

As larvas (2500) foram contadas individualmente e distribuídas em 25 aquários contendo 10 L de água, 100 larvas por aquário (10 larvas/L), mantidos sob aeração constante e fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuridão.

As larvas foram submetidas aos seguintes manejos alimentares:

Ração - Ração durante todo o período experimental;

ART2 – náuplios de artêmia nos dois primeiros dias, e, posteriormente, ração até 24º dia;

ART4 - náuplios de artêmia nos quatro primeiros dias, e, posteriormente, ração até 24º dia;

ART6 - náuplios de artêmia nos seis primeiros dias, e, posteriormente, ração até 24º dia;

ART8 - náuplios de artêmia nos oito primeiros dias, e, posteriormente, ração até 24º dia;

Em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições para cada manejo alimentar.

Os náuplios de *Artemiasp.* (250 a 350 micrômetros) foram eclodidos em água salinizada a 30%. Após a eclosão, esses foram separados dos cistos e concentrados em água salinizada entre 5 a 10% para quantificação e fornecimento às larvas, sendo ofertados (cerca de 800 náuplios/larva/dia) (Tabela 1), conforme a metodologia de Kjeldahl.

Utilizou-se ração experimental farelada para a alimentação das larvas (Tabela 2), sendo ofertada a uma taxa de 5% da biomassa inicial (7,65 mg), divididas em três refeições diárias (2,55 mg), às 9, 13 e 17 h, conforme protocolo de arraçoamento do Laboratório de Ecologia Aquática da UFVJM.

Tabela 1: Composição náuplios de artêmia fornecidos para as larvas de *Prochilodus argenteus*.

Composição náuplios de artêmia	
Umidade (%)	89,60
Cinzas (%)	1,23
Estrato etéreo (%)	1,90
Proteína Bruta (%)	6,46
Fósforo (P) mg/g	1,32
Cálcio (Ca) mg/g	0,29

Tabela 2: Ração experimental para larvas de *Prochilodus argenteus*.

Ingredientes	Quantidade (g/Kg)
Concentrado proteico de soja	386,3
Farinha de trigo	230,0
Glúten de milho 60	192,0
Milho moído	54,0
Farelo de soja 45%	50,0
Farinha de peixe 60%	20,7
Fosfato bicálcico	30,0
Calcário calcítico	1,0
L-lisina HCl	1,6
Óleo de soja	20,0
Premix mineral e vitamínico ¹	8,0
Vitamina C	8,0
BHT	0,02
Total	1000,0
Composição calculada ⁽²⁾	
Matéria seca (g/kg)	898,1
Proteína bruta (g/kg) ⁽²⁾	430
Energia digestível (kcal/Kg)	3600
Fibra bruta (g/kg)	14,5
Fósforo total (g/kg)	10,5
Fósforo disponível (g/kg)	7,5
Cálcio total (g/kg)	10,0
Lisina total (g/kg)	22,0
Metionina+cistina total (g/Kg)	14,3
Amido (g/Kg)	250,0

⁽¹⁾ Composição por quilograma do produto: 1.200.000 UI de Vitamina A.; 200.000 UI de Vitamina D3; 1.200 mg de Vitamina E; 2.400 mg de Vitamina K3; 4.800 mg de Vitamina B1; 4.800 mg de Vitamina B2; 4.800 mg de Vitamina B6; 4.800 mg de Vitamina B12; 48 g de Vitamina C.; 1200 mg de ácido fólico; 12.000 mg de pantotenato de Ca; 48 mg de biotina ; 108 g de cloreto de colina; 24.000 mg de niacina; 50.000 mg de Fe; 3.000 mg de Cu; 20.000 mg de Mn; 30.000 mg de Zn; 100 mg de I; 10 mg de Co; 100 mg de Se

⁽²⁾ Valores baseados na Tabela Brasileira de Nutrição de Tilápias (Furuya, 2010)

Ao término do ciclo de cultivo, as larvas foram sacrificadas com eugenol, a uma concentração de 286,55 mg/L durante 600 s, segundo a metodologia de Vidal et.al. (2008) e posterior fixação em formol 10%, para mensurar o comprimento total (CT), comprimento

padrão (CP), peso, fator de condição de Fulton (K), taxa de crescimento específico (TCE), biomassa e sobrevivência.

Diariamente, às 8 h, foram tomadas medidas da temperatura (°C) de cada unidade experimental. Logo após, foram sifonadas para remoção dos dejetos, realizando-se, também, a troca de 30% do volume de água, até o 13º dia. A partir do 14º dia, houve a renovação de 60%, sendo 30% pela manhã, antes da primeira alimentação (9 h), e 30% à tarde, antes da última alimentação (17 h), isso para uma melhor manutenção do meio.

A cada sete dias (7º, 14º e 21º), antes da limpeza dos aquários, os parâmetros físico-químicos da água, oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$), pH e turbidez (NTU) foram aferidos por intermédio de aparelhos portáteis (Horiba, modelo U-22 XD). E a concentração de amônia e fosfato foram determinadas de acordo com as metodologias de Koroleff (1976) e Golterman et al. (1978), respectivamente.

As variáveis biológicas foram comparadas entre os tratamentos pela ANOVA e posterior teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os valores de sobrevivência foram transformados em arcoseno, para análise estatística, porém são apresentados nas tabelas os valores observados. A comparação das variáveis limnológicas foram realizadas por ANOVA de duas vias (5 tratamentos alimentares x 3 dias) e posterior teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas usando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute, Inc. Cary, North Carolina, USA), 2002.

Resultados

As larvas alimentadas com náuplios artêmia até o 4º dia apresentaram índices de desempenho superiores às larvas alimentadas com artêmia até o 2º dia, exceto para biomassa, que apresentaram resultados superiores às alimentadas unicamente com ração. As larvas alimentadas com artêmia até o 4º dia apresentaram a maioria dos resultados, comprimentos, TCE e biomassa e sobrevivência semelhantes às alimentadas com artêmia até o 6º e 8º dias (Tabela 3).

O comprimento total foi semelhante entre os animais alimentados com náuplios de artêmia no 4º, 6º e 8º primeiros dias, decrescendo para as larvas tratadas com náuplios por 2 dias, sendo os menores valores encontrados para as alimentadas exclusivamente com ração. O comprimento padrão foi semelhante entre as larvas alimentadas com náuplios de artêmia até o

4º, 6º e 8º dia, sendo superior ao das submetidas ao alimento até o 2º dia, que foi maior do que os valores encontrados para larvas alimentadas exclusivamente com ração.

Tabela 3: Valores médios ($\pm$ desvio padrão) do comprimento total (mm), comprimento padrão (mm), peso (mg), Fulton (K), Taxa de Crescimento Específico (%), biomassa (g) e sobrevivência (%) para larvas de *Prochilodus argenteus*, submetidas a diferentes manejos alimentares por 24 dias.

	Ração	Art2d	Art4d	Art6d	Art8d
CT (mm)	8,97 $\pm$ 2,84 ^C	10,33 $\pm$ 3,21 ^B	12,22 $\pm$ 4,54 ^A	12,53 $\pm$ 3,94 ^A	13,29 $\pm$ 4,12 ^A
CP (mm)	7,83 $\pm$ 2,47 ^C	9,04 $\pm$ 2,81 ^B	10,67 $\pm$ 3,38 ^A	10,37 $\pm$ 3,25 ^A	10,71 $\pm$ 3,34 ^A
Peso (mg)	16,62 $\pm$ 5,26 ^E	28,10 $\pm$ 8,46 ^D	49,30 $\pm$ 14,93 ^C	52,88 $\pm$ 16,71 ^B	62,38 $\pm$ 19,55 ^A
Fulton (K)	2,34 $\pm$ 0,34 ^E	2,51 $\pm$ 0,56 ^D	2,65 $\pm$ 0,46 ^C	3,17 $\pm$ 0,48 ^B	3,55 $\pm$ 0,67 ^A
TCE (%)	12,61 $\pm$ 1,24 ^B	13,60 $\pm$ 1,15 ^B	16,91 $\pm$ 1,18 ^A	18,38 $\pm$ 1,23 ^A	17,51 $\pm$ 1,09 ^A
Biomassa(g)	1,09 $\pm$ 0,58 ^C	1,49 $\pm$ 0,68 ^{BC}	2,28 $\pm$ 0,94 ^{AB}	2,67 $\pm$ 0,82 ^A	2,98 $\pm$ 0,79 ^A
Sobrevivência (%)	67,20 $\pm$ 19,45 ^B	65,20 $\pm$ 19,89 ^B	82,00 $\pm$ 25,90 ^A	80,80 $\pm$ 22,35 ^A	81,20 $\pm$ 21,46 ^A

Médias, na mesma linha, seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5%.

Ração, ART2: artêmia nos dois primeiros dias; ART4: artêmia nos quatro primeiros dias; ART6: artêmia nos seis primeiros dias; ART8: artêmia nos oito primeiros dias e posteriormente alimentadas com ração até o 24º dia.

O peso diferiu entre todos os tratamentos, aumentando conforme elevou o tempo de oferta do náuplio da artêmia, encontrando-se o menor valor para as larvas alimentadas exclusivamente com ração e o maior para as alimentadas com náuplios de artêmia, até o 8º dia. A mesma tendência foi observada para o fator de condição de Fulton.

A taxa de crescimento específico foi semelhante entre os animais alimentados náuplios de artêmia nos 4º, 6º e 8º primeiros dias, sendo superiores aos observados para as larvas alimentadas com artêmia até o 2º dia e no tratamento em que ofertou-se exclusivamente ração, sendo que estes não diferiram entre si.

A biomassa foi semelhante entre os animais alimentados com náuplios de artêmia nos 4º, 6º e 8º primeiros dias, sendo que as dos 6º e 8º dias apresentaram resultados superiores aos das larvas alimentadas com náuplios de artêmia até o 2º dia e no tratamento em que ofertou-se exclusivamente ração, resultados estes que não diferiram entre si. Já a biomassa dos animais alimentados com náuplios de artêmia nos 4 primeiros dias, foi superior à das larvas alimentadas exclusivamente com ração.

A taxa de sobrevivência encontrada para os animais alimentados com náuplios de artêmia nos 4º, 6º e 8º primeiros dias, não diferiram significativamente entre si, sendo

superiores ao dos animais alimentados com ração por todo o período experimental e com náuplios de artêmia nos dois primeiros dias, que não diferiram entre si.

Analisando as variáveis limnológicas, foi possível perceber que, durante o período experimental, a temperatura a média mínima e a máxima mantiveram-se, respectivamente, em $23,40 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ e $25,90 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$.

Os teores médios de oxigênio dissolvido na água dos tanques mantiveram-se bem próximos ao longo do período experimental, não variando significativamente entre os tratamentos, sendo $8,66 \pm 0,19$ mg/L, $8,26 \pm 0,16$ mg/L e $7,72 \pm 0,18$ mg/L no 7°, 14° e 21° dia, respectivamente.

O pH da água dos tanques, que inicialmente foi de $6,53 \pm 0,12$ ao longo do experimento, passou de $5,82 \pm 0,20$ para $7,13 \pm 0,13$, entre o 14° e 21° dia, respectivamente, apesar de não diferir significativamente entre si.

A turbidez da água inicialmente foi $3,06 \pm 0,38$ NTU no 7° dia de experimentação. No 14° e 21° dias, foi possível perceber uma queda na turbidez, passando para $0,00 \pm 0,00$ e $0,14 \pm 0,18$ respectivamente.

A condutividade variou entre os tratamentos no 7° e 14° dias de experimento. Verificou-se uma condutividade mais elevada nos tanques em que os animais foram alimentados com náuplios de artêmia nos 6° e 8° primeiros dias e posteriormente ração até o 24° dia. Porém, essa tendência não foi observada no 21° dia de experimento, em que os valores de condutividade entre os tratamentos não diferiram entre si (Tabela 4).

Tabela 4: Valores médios ($\pm$ desvio padrão) da condutividade elétrica (mS/cm) da água da larvicultura do *Prochilodus argenteus*, submetidos a diferentes manejos alimentares, nos 7°, 14° e 21° dias de experimento.

Tratamento	Condutividade (mS/cm)		
	7° dia	14° dia	21° dia
Ração	$6,82 \pm 0,12^{\text{C}}$	$6,26 \pm 0,09^{\text{C}}$	$6,56 \pm 0,14^{\text{A}}$
Art2d	$7,66 \pm 0,18^{\text{BC}}$	$6,54 \pm 0,11^{\text{C}}$	$6,60 \pm 0,21^{\text{A}}$
Art4d	$9,58 \pm 0,98^{\text{B}}$	$6,76 \pm 0,18^{\text{BC}}$	$6,78 \pm 0,35^{\text{A}}$
Art6d	$23,58 \pm 1,88^{\text{A}}$	$7,44 \pm 0,12^{\text{AB}}$	$6,76 \pm 0,43^{\text{A}}$
Art8d	$22,46 \pm 1,22^{\text{A}}$	$7,88 \pm 0,18^{\text{A}}$	$6,86 \pm 0,36^{\text{A}}$

Médias, na mesma coluna, seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5%.

Ração, ART2: artêmia nos dois primeiros dias; ART4: artêmia nos quatro primeiros dias; ART6: artêmia nos seis primeiros dias; ART8: artêmia nos oito primeiros dias e posteriormente alimentadas com ração até o 24° dia.

Para a variável amônia foram encontrados valores significativamente diferentes no 7º dia de experimento entre os tratamentos. Essa tendência não foi observada para os demais dias de coleta, não diferindo a concentração de íons amônio para os tratamentos no 14º e 21º dias de experimento. O íon fosfato apresentou-se semelhante nos três dias de coleta em todos os tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5: Valores médios ($\pm$ desvio padrão) da concentração de amônia total (mg/L) e fosfato (mg/L) da água da larvicultura do *Prochilodus argenteus*, submetidos a diferentes manejos alimentares, nos 7º, 14º e 21º dias de experimento.

Tratamen to	Amônia total (mg/L)			Fosfato (mg/L)		
	7º	14º	21º	7º	14º	21º
Ração	1,54 $\pm$ 0,11 ^A	1,31 $\pm$ 0,87 ^A	1,70 $\pm$ 0,22 ^A	1,38 $\pm$ 0,28 ^A	1,63 $\pm$ 0,26 ^A	1,90 $\pm$ 0,57 ^A
Art2d	1,18 $\pm$ 0,08 ^B	2,18 $\pm$ 1,03 ^A	1,41 $\pm$ 0,36 ^A	1,17 $\pm$ 0,19 ^A	1,17 $\pm$ 0,33 ^A	1,90 $\pm$ 0,45 ^A
Art4d	1,12 $\pm$ 0,12 ^B	3,13 $\pm$ 0,99 ^A	1,45 $\pm$ 0,42 ^A	1,15 $\pm$ 0,21 ^A	2,07 $\pm$ 0,56 ^A	1,74 $\pm$ 0,56 ^A
Art6d	1,12 $\pm$ 0,18 ^B	3,00 $\pm$ 1,13 ^A	1,40 $\pm$ 0,38 ^A	1,22 $\pm$ 0,15 ^A	1,88 $\pm$ 0,49 ^A	2,01 $\pm$ 0,98 ^A
Art8d	1,40 $\pm$ 0,12 ^A	3,14 $\pm$ 1,06 ^A	1,55 $\pm$ 1,02 ^A	1,19 $\pm$ 0,20 ^A	1,19 $\pm$ 0,34 ^A	1,46 $\pm$ 0,47 ^A

Médias, na mesma coluna, seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5%.

Ração, ART2: artêmia nos dois primeiros dias; ART\$: artêmia nos quatro primeiros dias; ART6: artêmia nos seis primeiros dias; ART8: artêmia nos oito primeiros dias e posteriormente alimentadas com ração até o 24º dia.

Discussão

As larvas alimentadas com náuplios artêmia, até o 4º dia, apresentaram resultados superiores ao das alimentadas até o 2º dia e somente com ração, exceto para biomassa, e semelhantes às alimentadas com náuplios de artêmia até o 6º e 8º dias, exceto para peso e fator de condição de Fulton. Isso demonstra a necessidade do emprego do alimento vivo na alimentação das larvas de *Prochilodus argenteus*, mas que, a partir do 4º dia, esta dependência é atenuada, e os nutrientes da ração passam a ser potencialmente melhor assimilada (Tabela 3).

De acordo com Kolkovski (2001), na fase inicial de alimentação exógena, o trato digestivo dos animais ainda não está totalmente formado, daí a necessidade de agregar alimento vivo à dieta dos mesmos. Nessa fase do desenvolvimento das larvas ocorre um processo de diferenciação morfológica, tais como, modificações nos órgãos sensoriais,

respiratórios e sistemas enzimáticos, o que leva a alterações nas necessidades nutricionais (Segner et al., 1993). Os resultados do presente estudo evidenciam que a presença de alimento vivo foi extremamente importante para se obter melhores desempenhos dos animais.

A utilização de alimentação como náuplios de artemia, zooplâncton e larvas forrageiras possibilitam um aumento da atividade digestiva, e, conseqüentemente, eleva a capacidade das larvas em digerir dietas artificiais (Kolkovski et al. 1997b), pois, larvas em fase inicial do desenvolvimento não possuem o trato digestório desenvolvido o suficiente para assimilar ração (Dabrowski, 1984). Assim, analisando os resultados do estudo em questão, foi possível observar que os animais alimentados exclusivamente com ração obtiveram os piores resultados quando comparados com aqueles que receberam náuplios de artêmia nos primeiros dias do período experimental, o que pode estar relacionado a uma menor absorção dos nutrientes.

Segundo Oliveira et al.(2004), assim como o *Prochilodus argenteus*, outras espécies como pacu, piaçu, tambaqui, dourado, matrinxã, piraputanga, characiformes e os cipriniformes apresentam trato digestório rudimentar e por esse motivo não assimilam, adequadamente, dietas artificiais, uma vez que não possuem algumas enzimas digestivas específicas. A limitação em assimilar o alimento inerte deve-se a simplicidade do trato digestório, no início da alimentação, que se transforma ao longo do tempo (Govoni et al., 1986). Segundo Pedreira et al. (2008), tal limitação de assimilar é provocada pela carência de enzimas digestivas e não pela sua ausência. Muitas larvas utilizam das enzimas dos próprios náuplios de artêmia na digestão do alimento (Kolkovski et al. 1997a), facilitando a absorção dos nutrientes necessários ao seu desempenho. Além disso, Kolkovski et al. (2000), citam que a atratividade do alimento vivo é fator determinante para a transição do alimento vivo para o inerte no cultivo de larvas.

Outro aspecto importante a ser levado em consideração é que o alimento vivo proporciona aos animais estímulos químicos e visuais (Kolkovski et al. 1997a; Tesser et al., 2005), que são extremamente importantes para que as larvas se adaptem à alimentação exógena. De acordo com Tesser & Portella (2011), no processo de alimentação, a transição da captura de alimento vivo para a de alimento inerte em larvas de peixes é um desafio a ser vencido na larvicultura intensiva de muitas espécies, sendo necessário criar estratégias que facilitem tal transição. No caso do *P. argenteus*, a melhor estratégia foi a utilização de náuplios de artêmia nos quatro primeiros dias, e, a partir daí, fornecer alimento inerte, uma vez que os valores encontrados para os animais alimentados no 6º e 8º dias foram muito

semelhantes, evitando-se, dessa forma, gastos com alimento vivo, fazendo com que fique menos onerosa a produção das larvas do *Prochilodus argenteus*.

Maiores valores de comprimento total e padrão, com aumento de dias em que se oferta o alimento vivo, para depois substituir por ração, encontrados para as larvas são corroborados pelos encontrados por Coraspe-Amaral et al. (2012), para larvas de piabanha-do-pardo, alimentadas com larvas de *Prochilodus hartii*. Resultados similares foram encontrados por Santos et al. (2012), para larvas de *Rhinelepis aspera*, alimentadas com náuplios de artêmia por 12 e 17 dias, indicando que o fornecimento de alimento vivo é essencial para o melhor desempenho dos animais.

As larvas alimentadas por um maior período com alimento vivo apresentaram melhor peso em relação às larvas submetidas exclusivamente à ração ou apenas dois dias de alimento vivo. O mesmo padrão foi observado para a taxa de crescimento específico das larvas. Os resultados encontrados no estudo foram semelhantes aos encontrados para larvas de *Carassius auratus*, em que o melhor desempenho ocorreu para as larvas alimentadas com plâncton, náuplios de artêmia, ração mais plâncton e ração mais náuplios de artêmia (Soares et al., 2000). Os mesmos autores citaram que as larvas alimentadas somente com ração não sobreviveram e tais dados diferem dos encontrados neste estudo. No entanto, os valores de peso encontrados são inferiores aos identificados por Feiden et al. (2006), para larvas de surubim-do-iguaçu (*Steindachneridion melanoderdatum*), alimentadas artêmia, ração, zooplâncton, artêmia mais ração e zooplâncton mais ração.

Uma das maiores preocupações na larvicultura é a taxa de sobrevivência. No estudo em questão, as taxas de sobrevivência foram maiores nos tratamentos em que os animais foram submetidos ao alimento vivo por um maior período de tempo, sendo mais baixas quando os animais foram tratados dois dias com náuplios de artêmia e ração até o final do período experimental ou exclusivamente com ração. Pedreira & Sipaúba-Tavares (1998); Pedreira & Sipaúba-Tavares (1999), observaram em experimentos com larvas de outros characiformes, tambaqui e matrixã, baixas taxas de sobrevivência e menor porte para as larvas alimentadas exclusivamente com ração, corroborando o estudo em questão. Os resultados encontrados por Pedreira et al. (2008) para pacamã, concordam com os encontrados no estudo, quando se trata do fornecimento apenas de ração para as larvas. Ainda de acordo com Pedreira et al. (2008), a alteração da qualidade da água pela decomposição da ração é prejudicial à larvicultura. Para tanto, foi feito um ajuste das quantidades de ração ofertada às larvas, sendo adotada a rotina de 5% da biomassa dos animais. Para larvas de pacamã,

alimentadas com plâncton coletado em tanques adubados, também foram observadas altas taxas de sobrevivência, cerca de 92,2% (Santos et al., 2003). Já os resultados da sobrevivência para os animais alimentados exclusivamente com ração, não concordam com os encontrados por Furuya et al. (1999), para *Prochilodus lineatus*, sendo que estes autores encontraram valores de sobrevivência bem acima dos verificados neste estudo.

Os valores de biomassa encontrados, foram maiores para as os aquários em que as larvas foram submetidas a um maior período de alimentação contendo alimento vivo, estando de acordo com os resultados identificados por Coraspe-Amaral et al. (2012), para larvas de piabanha-do-pardo, submetidas ao alimento vivo. Soares et al. (2000), encontraram valores de biomassa maiores para as larvas de goldfish (*Carassius auratus*), alimentados com plâncton, náuplios de artêmia, ração mais plâncton e ração mais náuplios de artêmia, quando comparadas às larvas alimentadas com ração, mesma tendência observada no estudo em questão.

A temperatura média, mínima e máxima da água ao longo do experimento foi de $23,40 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ e $25,90 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$, respectivamente. O *Prochilodus argenteus* é uma espécie endêmica do São Francisco, onde a temperatura média da água ao longo do ano varia entre $21,40^{\circ}\text{C}$ no inverno e cerca de $31,10^{\circ}\text{C}$ no verão (Godinho & Godinho, 2003). A temperatura da água foi mantida dentro da faixa aceitável para a criação de larvas de *Prochilodus argenteus*, não afetando o seu desempenho e a sobrevivência. Esses valores de temperatura também estão muito próximos aos encontrados em experimentos com larvas do gênero *Prochilodus* por Dias-Koberstein & Durigan (2001), Prieto et al.(2006) e Murgas et al.(2007).

Quanto aos teores de oxigênio dissolvido, foi possível verificar que não houve variação significativa ($P > 0,05$) ao longo do período experimental nos tratamentos durante os dias de coleta. Devido à utilização de aeração constante, a concentração de oxigênio dissolvido manteve-se adequada para o desenvolvimento dos peixes de acordo com os estudos de Boyd (1984) e dentro do recomendado por Sipaúba-Tavares (1994).

O pH manteve-se dentro da faixa adequada para o cultivo de peixes, passando de $6,53 \pm 0,12$, inicialmente, para $7,13 \pm 0,13$, ao final do período experimental. De acordo com Boyd (1990), o pH na faixa de 6,5 a 9,0 é ideal para o desenvolvimento do cultivo de peixes e para obtenção de resultados satisfatórios quanto ao crescimento. Já Ceccarelli et al.(2000), citam que variações no pH podem causar estresse nos animais, mesmo que o valor absoluto esteja na faixa de tolerância. Os valores encontrado são muito semelhantes aos encontrados para juvenis de *Prochilodus* por Galdioli et al.(2000) e Fabregat et al. (2011). Valores similares

foram encontrados por Viera & López (2003), na região de distribuição dessa espécie, na mesma época do ano.

Não houve variações significativas ($P>0,05$) na turbidez da água dos aquários, isso, possivelmente devido ao adequado fornecimento de alimento, sem que houvesse sobras, associado ao manejo da água, pois, segundo Sipaúba-Tavares (1994) e Arana (2004), maiores quantidades de partículas suspensas no meio geram maior turbidez.

De acordo com o tempo de fornecimento de alimento vivo, percebeu-se que, ao longo do experimento, houve um aumento significativo ($P<0,05$) da condutividade entre um período e outro, ou seja, maior tempo de alimento vivo, maior condutividade, provavelmente devido à presença de náuplios de artêmia eclodidos em meio salino e à posterior entrada de ração na dieta. Segundo Sipaúba-Tavares (1994), a condutividade da água aumenta devido a uma maior concentração de sais dissolvidos e matéria orgânica em decomposição, que segundo Mercante et al. (2011), é provocado pelo manejo do sistema.

Verificamos que, para a amônia, houve uma variação significativa ($P<0,05$) nos aquários amostrados no 7º dia de experimento entre os tratamentos. Proença e Bittencourt (1994) indicam que a faixa letal aos animais é de 0,4 a 2,5 mg/L, sendo a toxicidade dessa aumentada pela elevação do pH e da temperatura. Segundo Hurvitz et al. (1997), esse aumento é normal, pois no início do cultivo, quando a biomassa é menor, são observados baixos níveis de amônia, que aumentam proporcionalmente de acordo com a quantidade de alimento fornecido e ao aumento da biomassa. Assim, os resultados obtidos para o sétimo dia estão dentro da faixa aceitável para o cultivo de peixes. Porém, para o 14º dia, a concentração estava muito acima do teoricamente tolerável para os aquários em que os animais foram tratados com alimento vivo. A partir de então, foi feita a troca de água, duas vezes ao dia, o que se acredita ter contribuído para a queda dos níveis de amônia no meio.

Observou-se que o fosfato manteve-se semelhante ao longo dos dias, entre os tratamentos. De acordo com Araripe et al. (2006), a piscicultura é considerada uma das atividades antrópicas responsáveis por elevado aporte de nitrogênio e fósforo para o ambiente aquático, devido o aporte de ração. No experimento em questão, as quantidades de fósforo no meio foram baixas, possivelmente devido à utilização de alimento vivo ao invés de ração nos primeiros dias, bem como pela troca de 60% do volume de água a partir do 14º dia que manteve a qualidade da água do sistema. Esse tipo de prática evita a degradação do meio, pois segundo Araripe et al. (2006) o fósforo em conjunto com o nitrogênio é o elemento essencial

para a proliferação dos vegetais aquáticos, quando em excesso pode causar eutrofização das águas.

Conclusão

A utilização de alimento vivo na dieta *Prochilodus argenteus* é extremamente importante na fase inicial de seu desenvolvimento. Recomenda-se a utilização do mesmo por quatro dias, a partir do início da alimentação exógena, e, logo após esse período, a utilização de ração balanceada para a espécie.

Referências bibliográficas

- ADAMANTE, W. B.; WEINGARTNER, M.; NUÑER, A. P. O. Feed transition in larval rearing of bocudo, *Steindachneridion scripta* (Pisces, Pimelodidae), using *Artemia*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.5, p.1294-1300, 2007.
- ARARIPE, M.N.B.A.; SEGUNDO, L.F.F.; LOPES, J.B. & ARARIPE, H.G.A. Efeito do Cultivo de Peixes em Tanques Rede sobre o Aporte de Fósforo para o Ambiente. **Revista Científica de Produção Animal**, v.8, n.2, 2006.
- ARANA, L.V. **Fundamentos de aquicultura**. Florianópolis: Ed.UFSC, 2004, 349p.
- BOYD, C.E. Water quality management for pond fish culture.2 ed. Amsterdam: Elsevier, 1984, p.318.
- CASTAGNOLLI, N. Piscicultura de água doce. Jaboticabal: Funep, 1992, p.189
- CECCARELLI, P.S.; SENHORINI, J.A.; VOLPATO, G.L. **Dicas em piscicultura; perguntas e respostas**. Botucatu: Santana Grafica Editora. 2000, 274p.
- CORASPE-AMARAL, M.V.; PEDREIRA, M.M.; COSTA, D.C.; DUPIM, A.E.; PELLI, A.; OLIVEIRA, N.M. Time of feed transition and inclusion levels of exogenous protease in rations for piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. Hatchery. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 34, n. 4, p. 347-353, 2012.
- DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.D. & 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, n.1, 2001.
- DABROWSKI, K. The feeding of fish larvae: present “state of the art” and perspectives. **Reproductive Nutritionale Développement**, v.24, n.6, p.807-833, 1984.
- HAYASHI, C.; MEUER, F.; BOSCOLO, W.R.; LACERDA, C.H.F.; KAVATA, L.C.B. Frequência de Arraçoamento para Alevinos de Lambari do Rabo-Amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.21-26, 2004.
- HURVITZ, A.; BERCOVIER, H.; RIJN, J. Van. Effect of ammonia on the survival and the immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) vaccinated against *Streptococcus*. **Fish & Shellfish Immunology**, v.7, p.45-53, 1997.
- FABREGAT, T.E.P.; PEREIRA, T.S.; BOSCOLO, C.N.; ALVARADO, J.D.; FERNANDES, J.B.K. Substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para juvenis de curimba. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.37, n.3, p.289-294, 2001.
- FEIDEN, A.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Desenvolvimento de larvas de surubim-do-guaçu (*Steindachneridion melanoderma*) submetidas à diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2203-2210, 2006.

FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M.; SOARES, C.M.; GALDIOLI, E.M. Efeitos da dieta sobre o desempenho de curimatá. **Acta Scientiarum**, v.2, n.3, p.699-703, 1999.

FURUYA, W.M. Tabelas Brasileiras para a nutrição de Tilápias. Toledo: GFM, 2010. 100 p.

GALDIOLI, E.M. HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; FURUYA, M.Y.N. Diferentes fontes protéicas na alimentação de alevinos de curimba (*Prochilodus lineatus* V.). **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.471-477, 2000.

GODINHO A. L.; GODINHO H. P. **Breve visão do São Francisco**. In: GODINHO H.P.; GODINHO A.L. (ed.). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas. 2003, p.15–25.

GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.3, p.351-360, 2007.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978. (IPB Handbook, 8).

GOVONI, J.J.; BOEHLERT, G.W.; WATANABE, Y. The physiology of digestion in fish larvae. **Environmental Biology of Fishes**, v.16, n.1-3, p.59-77, 1986.

KOLKOVSKI, S.; ARIELI, A.; TANDLER, A. Visual and chemical cues stimulate microdiet ingestion in sea bream larvae. **Aquaculture International**, v.5, p.527-536, 1997.

R.K.LUZ; ZANIBONI FILHO, E. Larvicultura do Mandi-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) em Diferentes Densidades de Estocagem nos Primeiros Dias de Vida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.560-565, 2002.

KOLKOVSKI, S.; TANDLER, A.; IZQUIERDO M.S. Effects of live food and dietary digestive enzymes on the efficiency of microdiets for seabass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. **Aquaculture**, n.148, v.4, p.313-322, 1997a.

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

KOLKOVSKI, S.; CZESNY, S.; DABROWSKI, K. Use of krill hydrolysate as a feed attractant for fish larvae and juvenile. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.31, p.81-88, 2000.

KOLKOVSKI, S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles-implications and applications to formulated diets. **Aquaculture**, v.200, n.1/2, p.181-201, 2001.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. (Ed.). **Methods of sea water analysis**. Weinheim: Verlag Chemie, 1976. p.117-181.

MERCANTE, C.T.J.; CARMO, C.F.; RODRIGUES, C.J.; OSTI, J.A.S.; MAINARDES PINTO, C.S.; VAZ-DOS-SANTOS, A.M.; TUCCI, A.; DI GENARO, A.C. Limnologia de viveiro de criação de tilápias do Nilo: avaliação diurna visando boas práticas de manejo. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.37, n.1, p.73-84, 2011.

MURGAS, L.D.S.; MILIORINI, A.B.; FREITAS, R.T.F. & PEREIRA, J.M. Criopreservação do sêmen de curimba (*Prochilodus lineatus*) mediante adição de diferentes diluidores, ativadores e crioprotetores. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.526-531, 2007.

OLIVEIRA, A.M.M.S.; CONTE, L.; CYRINO, J.E.P. Produção de characiformes autóctones. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M. et al. (Eds.) **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004, p.217-238.

PRIETO, M. J.; LOGATO, P.V.R.; MORAES, G.F.; OKAMURA, D.; ARAÚJO, F.G. Tipo de alimento, sobrevivência e desempenho inicial de pós-larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 1002-1007, 2006.

PEDREIRA, M.M.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Efeito de cinco tratamentos alimentares em sistema de cultivo intensivo na sobrevivência de larvas de tambaqui *Colossoma macropomum*: resultados preliminares. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO DE PESCA, 7., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Pesca, 1998. p.26-26.

PEDREIRA, M.M.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Efeito de cinco tratamentos alimentares na sobrevivência e desenvolvimento de larvas de matrinxã *Brycon cephalus* em cultivo intensivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, 7., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Limnologia, 1999. v.2, p.593-593.

PEDREIRA, M.M. et al. Efeito do tamanho da presa e do acréscimo de ração na larvicultura de pacamã. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1144-1150, 2008.

PROENÇA, C.E.M. & BITTENCOURT, P.R.L. Seleção de áreas para implantação de projetos de piscicultura. In: RODRIGUES, V.A.B (Ed.). **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília: IBAMA, 1994, p.71-76.

SANTOS, J.C.E.; SANTIAGO, K.B.; SAMPAIO, E.V. Desempenho de pós-larvas de pacamã *Lophiosilurus alexandri*, (Steindachner, 1876) submetidas a dois tipos de alimento vivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 13., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: Federação das Associações de Engenheiros de Pesca do Brasil, [2003]. (CD-ROM).

SANTOS, J.C.E.; PEDREIRA, M.M.; LUZ, R.K. The effects of stocking density, prey concentration and feeding on *Rhinelepis aspera* (Spix & Agassiz, 1829) (Pisces: Loricariidae) larviculture. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.34, n.2, p.133-139, 2012.

SAS-Statistical Analysis System. Versão 9.0. Cary: SAS Institute Inc., 2002.

SIPAUBA-TAVARES, L.H. **Limnologia Aplicada a Aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP. 1994, 70p.

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, n.2, p.383-388, 2000.

VIDAL, L.V.O.; ALBINATI, R.C.B.; ALBINATI, A.C.L. et al., Eugenol como anestésico para a tilápia-do-Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.8, p. 1069-1074, 2008.

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

TESSER, M.B., CARNEIRO, D.J., PORTELLA, M.C. Co-feeding of pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) larvae with *Artemia* and microencapsulated diet. **Journal of Applied Aquaculture**, v.17, p.47-59, 2005.

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

TESSER & PORTELLA. Estimulantes alimentares para larvas de pacu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1851-1855, 2011.

3.2. Tempo de digestão do alimento vivo pela larva de *Prochilodus argenteus* e diferentes frequências alimentares

Resumo: O experimento foi dividido em duas partes: a primeira parte teve como objetivo verificar o tempo de digestão no 14º e 24º dia de experimento das larvas submetidas ao alimento vivo. E a segunda parte avaliou o desempenho de larvas alimentadas 2, 3 e 4 vezes ao dia. Para avaliação do tempo de digestão nos diferentes dias de amostragem foi utilizada uma regressão linear e para o experimento de diferentes frequências alimentares um delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições. Ao término do experimento foi observada a taxa de sobrevivência, biomassa, fator de condição de Fulton, número de itens no trato, largura da boca e comprimento da boca das larvas. Verificou-se o oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, temperatura, concentração dos íons amônio e fosfato da água de cada tanque no 14º e 24º dia do experimento. Tais análises de qualidade de água também foram feitas para o estudo de frequência alimentar no 7º, 14º e 21º dia do período experimental. Concluiu-se que o tempo de digestão no 14º dia foi estimado em 15 h e 29 min e no 24º dia 11 h e 44 min, verificou-se ainda a utilização de diferentes frequências de arraçoamento não interferem no desempenho dos animais.

Palavras-chave: artêmia, arraçoamento, trânsito alimentar, peixe nativo.

Digestion time of live food by the larvae of *Prochilodus argenteus* and different feeding frequencies

Abstract: The experiment was divided into two parts: the first trial aimed to verify the digestion time in the 14th and 24th day of the experiment the larvae subjected to the live feed. The second trial assessed the performance fed larvae 2, 3 and 4 times per day. For comparison of the digestion time in different days of sampling linear regression was used for the experiment and different feeding frequencies an trial randomized design with three treatments and four replications. At the end of the experiment the survival rate, biomass, Fulton condition, number of items in the tract, mouth width and length of the larval mouth factor was observed. It was found dissolved oxygen, pH, conductivity, temperature, concentration of ammonium and phosphate ions from each tank of water on the 14th and 24th day of the experiment. Such analyzes of water quality were also made to the study of feeding frequency on the 7th, 14th and 21st day of the experimental period. It was concluded that the digestion time on the 14th day was estimated in 15 h and 29 min and at 24th on 11 h 44 min there was also the use of different frequencies do not interfere with the feeding of animal performance.

Keywords: artemia, feeding, food transit, native fish.

Introdução

A larvicultura é uma prática que vem crescendo de forma significativa ao longo dos anos, devido à existência de muitas espécies de peixes nativos potencialmente cultiváveis (Hayashi et al., 2004). Por esse motivo, muitos trabalhos têm sido realizados nas fases primícias do desenvolvimento dos peixes, principalmente, no início da alimentação exógena.

Assim, Cyrino et al. (2010) citam que a otimização do crescimento dos peixes só pode ser alcançada através do manejo concomitante da qualidade de água, nutrição e alimentação, e que o manejo inadequado pode causar estresse respiratório, bioquímico, dentre outros, além da queda da qualidade do ambiente de cultivo.

Devido às larvas possuírem um pequeno tempo de permanência do bolo alimentar no aparelho digestório, o seu esvaziamento pode se dar dentro de 2 a 9 horas (Baldisserotto, 2002). Assim, é extremamente importante que hajam estudos que visem observar o tempo de esvaziamento do trato digestório, tais como os realizados por Fauconneau et al. (1983) e Braga et al. (2007). De acordo com Silva et al. (2005), é relevante que se saiba a respeito da morfologia do trato digestório e hábitos alimentares dos peixes.

Outro fator importante na criação de peixes está relacionado à frequência de arraçoamento a que os animais são submetidos (Hayashi et al., 2004). De acordo com Carneiro & Mikos (2005), a frequência do fornecimento do alimento pode estimular o peixe a procurar o alimento em momentos pré-determinados, contribuindo para a redução na conversão alimentar, incrementando o ganho de peso, além de possibilitar maior oportunidade de observação do estado de saúde dos peixes.

O gênero *Prochilodus* é amplamente distribuído pela América do Sul, incluindo várias espécies que apresentam certo grau de endemismo nas diferentes bacias (Dias-Koberstein & Durigan, 2001). O *Prochilodus argenteus*, é uma espécie de hábito alimentar detritívoro ou iliófago, que se alimenta de detrito com presença de pequenas quantidades de algas (Godinho & Godinho, 2003) e em cativeiro tem aceitado muito bem dietas artificiais (Dias-Koberstein & Durigan, 2001).

Neste trabalho, objetivou-se verificar o tempo de digestão do alimento vivo e o efeito de diferentes frequências alimentares, na larvicultura do *Prochilodus argenteus*.

Material e Métodos

Experimento I

O experimento foi realizado durante 24 dias, em janeiro de 2013, na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias – EPT, da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF, em Três Marias, Minas Gerais.

Foram utilizadas 400 larvas irmãs de *Prochilodus atrgenteus*, com quatro dias de vida, com peso e comprimento totais médios de 2,0 mg e 6,4 mm, respectivamente. As larvas foram contadas, individualmente, e distribuídas aleatoriamente em dois aquários, contendo 200 larvas cada, providos de aeração constante e fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuridão, mantidos até os dias de amostragem (14º e 24º dias).

As larvas foram mantidas em um tanque, sendo alimentadas com náuplios de artêmia e ração (Tabela 1) até um dia antes de cada amostragem, que foi realizada no 14º e no 24º dia, período em que foram oferecidos somente náuplios de artêmia.

Tabela 1: Ração experimental para larvas de *Prochilodus atrgenteus*.

Ingredientes	Quantidade (g/Kg)
Concentrado proteico de soja	386,3
Farinha de trigo	230,0
Glúten de milho 60	192,0
Milho moído	54,0
Farelo de soja 45%	50,0
Farinha de peixe 60%	20,7
Fosfato bicálcico	30,0
Calcário calcítico	1,0
L-lisina HCl	1,6
Óleo de soja	20,0
Premix mineral e vitamínico ¹	8,0
Vitamina C	8,0
BHT	0,02
Total	1000,0
Composição calculada ⁽²⁾	
Matéria seca (g/kg)	898,1
Proteína bruta (g/kg) ⁽²⁾	430
Energia digestível (kcal/Kg)	3600
Fibra bruta (g/kg)	14,5
Fósforo total (g/kg)	10,5
Fósforo disponível (g/kg)	7,5
Cálcio total (g/kg)	10,0
Lisina total (g/kg)	22,0
Metionina+cistina total (g/Kg)	14,3
Amido (g/Kg)	250,0

⁽¹⁾ Composição por quilograma do produto: 1.200.000 UI de Vitamina A.; 200.000 UI de Vitamina D3; 1.200 mg de Vitamina E; 2.400 mg de Vitamina K3; 4.800 mg de Vitamina B1; 4.800 mg de Vitamina B2; 4.800 mg de Vitamina B6; 4.800 mg de Vitamina B12; 48 g de Vitamina C.; 1200 mg de ácido fólico; 12.000 mg de pantotenato de Ca; 48 mg de biotina ; 108 g de cloreto de colina; 24.000 mg de niacina; 50.000 mg de Fe; 3.000 mg de Cu; 20.000 mg de Mn; 30.000 mg de Zn; 100 mg de I; 10 mg de Co; 100 mg de Se

⁽²⁾ Valores baseados na Tabela Brasileira de Nutrição de Tilápias (Furuya, 2010)

Nos 13º e no 23º dia, as larvas foram colocadas em jejum por 24 h, em água filtrada, para a eliminação de qualquer resíduo alimentar que estivesse em seu trato digestivo. Durante este período, a água foi totalmente renovada por duas vezes, a fim de evitar a cropofagia. Transcorrido o tempo de jejum, as larvas foram alimentadas durante 40 min com náuplios de artêmia em aquário, inserindo-se cerca de 1.000 náuplios de artêmia/larva. Após a alimentação, as larvas foram contadas individualmente e distribuídas em 09 lotes com 20 larvas cada, sendo essas condicionadas em aquários de 10 L de água cada. Esse procedimento foi realizado no 14º e 24º dia de vida dos animais.

O primeiro lote de larvas com zero hora de jejum, imediatamente após alimentação, foi fixado em solução de formalina a 10% tamponada, para posterior realização da biometria em laboratório. Transcorrida uma, duas, três, quatro, cinco, seis, sete e oito horas de jejum, os demais lotes foram fixados em solução de formalina 10%.

Ao término da larvicultura, foram tomadas medidas do peso (mg), comprimento padrão (CP), comprimento total (CT) dos lotes de larvas fixadas e conservadas em solução de formalina a 10%. Além dessas variáveis, foram feitas medidas do comprimento da boca (CBO) e largura da boca (LB), sendo os resultados das medidas comparados entre os dias de amostragem.

Para obtenção do tempo de digestão em laboratório, foi realizada a laparotomia ventral e retirados os intestinos das larvas para observação do conteúdo intestinal ao longo do período de jejum, com contagem do número de itens presentes nos mesmos.

Para avaliação do tempo de digestão, nos diferentes dias de amostragem, foram utilizados os números de itens alimentares a cada horário e os dados foram submetidos uma regressão linear, com posterior teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para caracterização dos estágios de desenvolvimento das larvas nos diferentes dias, foi realizada uma comparação das demais variáveis biológicas realizadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas, usando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute, Inc. Cary, North Carolina, USA).

Experimento II

O experimento foi realizado durante 24 dias, em janeiro de 2013, na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias – EPT, da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF, em Três Marias, Minas Gerais. Foram utilizadas 1.200 larvas irmãs de *Prochilodus atrgenteus*, com quatro dias de vida, com peso e comprimento totais médios de 2,0 mg e 6,4 mm, respectivamente.

As larvas foram contadas, individualmente, e distribuídas em 12 aquários contendo de 10 L de água, com a densidade de 10 larvas/L (100 larvas/aquário). Os aquários foram mantidos sob aeração constante e fotoperíodo de 12h de luz e 12h de escuridão.

Foram utilizadas três frequências alimentares:

F2) 2 refeições/dia;

F3) 3 refeições/dia;

F4) 4 refeições/dia.

Em delineamento experimental, inteiramente ao acaso, com quatro repetições.

Elas foram alimentadas com náuplios de *Artemia* sp., por quatro dias e após esse período, com ração experimental para larvas de *Prochilodus argenteus* (Tabela 1), duas, três e quatro vezes/dia (Tabela 2), sendo ofertada 2,62 g de ração, dividida de acordo com as frequências alimentares diárias.

Tabela 2: Frequências de arraçoamento ao longo do dia, na larvicultura de *Prochilodus argenteus*.

Frequência alimentar	Horários			
2 refeições/dia	8 h	---	---	17 h
3 refeições/dia	8 h	12 h	---	17 h
4 refeições/dia	8 h	12 h	14 h	17 h

Os parâmetros de qualidade de água foram monitorados, mensurando-se o oxigênio dissolvido (mg/L), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) de cada aquário no sétimo, décimo quarto e vigésimo primeiro dia do experimento. Também foi feita a análise de íons amônio e fosfato no sétimo, décimo quarto e vigésimo primeiro dia do experimento, determinadas de acordo com as metodologias de Koroleff (1976) e Golterman et al. (1978), respectivamente.

Diariamente, realizou-se o sifonamento dos aquários para remoção dos dejetos e a troca de 30% do volume de água. As medidas de qualidade de água foram tomadas antes da renovação da mesma.

Ao término da larvicultura, 15 larvas de cada um dos aquários foram fixadas e conservadas em solução de formalina a 10% para posterior biometria, no qual foram tomadas medidas do peso, comprimento padrão (CP), comprimento total (CT) e fator de condição de Fulton ($K = \text{peso} \times 100 / \text{comprimento}^3$).

Para comparação entre a eficiência dos tratamentos, os parâmetros biológicos e os limnológicos, foram analisados como delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições. Para comparação das médias, aplicou-se ANOVA e posterior teste de médias de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. Os valores de sobrevivência foram transformados em arco-seno, para análise estatística, porém são apresentados nas tabelas os valores observados. As análises foram realizadas, usando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute, Inc. Cary, North Carolina, USA).

Resultados

Experimento I

As larvas no 24º dia de experimento mostraram-se mais desenvolvidas do que no 14º dia. Isso é confirmado pela variação significativa entre os valores de peso, comprimento total, comprimento padrão, largura da boca e comprimento da boca (Tabela 3) e pelo maior número de voltas do trato digestório das larvas amostradas no 24º dia de experimento.

Tabela 3: Valores médios ($\pm$ desvio padrão) do peso (mg), comprimento total (mm), comprimento padrão (mm), largura da boca (LB) e comprimento da boca (CB) na larvicultura de *Prochilodus argenteus* (curimatá-pacu), submetidas a diferentes frequências alimentares.

Variáveis	Dias amostrados	
	14º dia	24º dia
Peso (mg)	28,05 $\pm$ 11,23 ^A	46,06 $\pm$ 12,55 ^B
CT (mm)	12,86 $\pm$ 0,33 ^A	14,99 $\pm$ 0,93 ^B
CP (mm)	10,68 $\pm$ 0,28 ^A	12,42 $\pm$ 0,65 ^B
LB (mm)	0,07 $\pm$ 0,02 ^A	0,13 $\pm$ 0,01 ^B
CBO (mm)	0,20 $\pm$ 0,03 ^A	0,29 $\pm$ 0,03 ^B

Médias, na mesma linha, seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5%.

Na figura 1, pode-se verificar a estimativa do tempo de digestão das larvas de *Prochilodus argenteus* pelo número médio de itens nos intestinos por hora de jejum, no 14º quarto dia de amostragem, sendo o tempo total de esvaziamento do trato estimado em 15 h e 29 min, calculados através da equação de regressão linear.

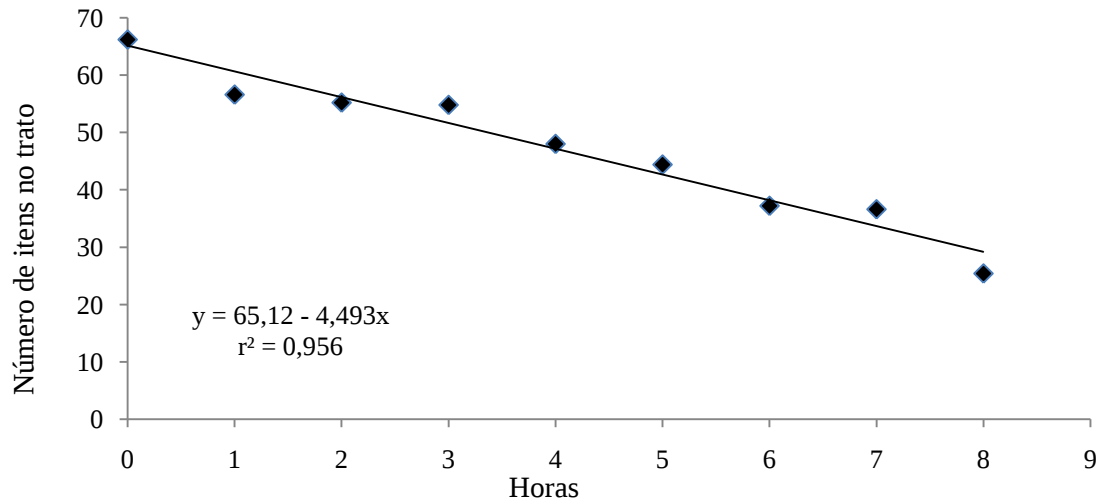


Figura 1: Regressão para o número de itens no trato digestivo de larvas de *Prochilodus argenteus*, após horas de jejum, no 14º dia de experimento ($P < 0,05$).

Na figura 2, podemos verificar a estimativa do tempo de digestão das larvas de *Prochilodus argenteus*, pelo número médio de itens nos intestinos por hora de jejum, no 24º quarto dia do período experimental, sendo o tempo máximo para o esvaziamento total de 11 h e 44 min.

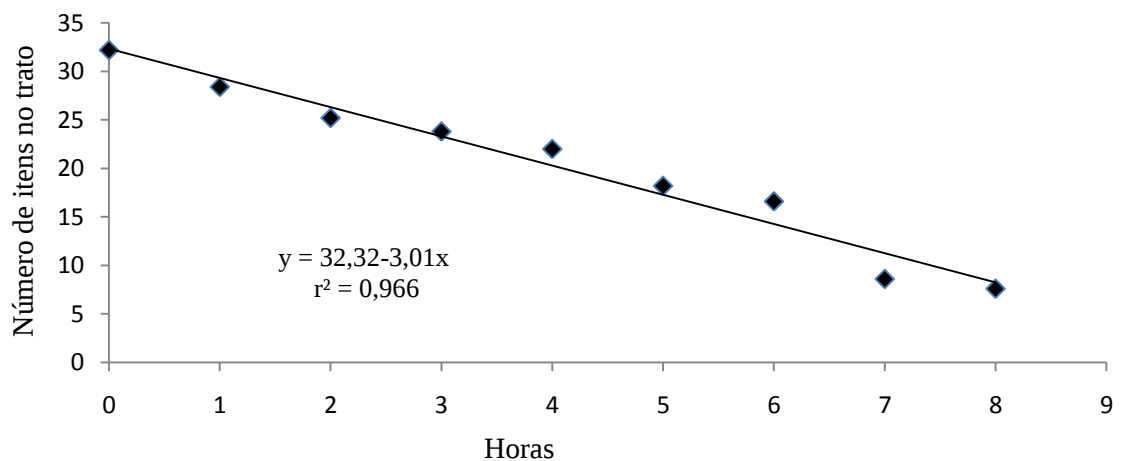


Figura 2: Número de itens no trato digestivo de larvas de *Prochilodus argenteus*, após horas de jejum, no 24º dia de experimento ($P < 0,05$).

Experimento II

Na Tabela 4 são apresentados os dados de peso, comprimento total, comprimento padrão, fator de condição de Fulton, biomassa e sobrevivência de larvas de *Prochilodus argenteus*, ao final do experimento.

Tabela 4: Valores médios (desvio padrão $\pm$) do peso (mg), comprimento total (mm), comprimento padrão (mm), fator de condição de Fulton (K), biomassa (g) e sobrevivência (%) na larvicultura de *Prochilodus argenteus*, submetidas a diferentes frequências alimentares.

Variáveis	Frequências alimentares		
	2 refeições/dia	3 refeições/dia	4 refeições/dia
Peso (mg)	38,28 $\pm$ 1,56 ^A	38,42 $\pm$ 1,34 ^A	40,66 $\pm$ 1,56 ^A
CT (mm)	14,84 $\pm$ 4,73 ^A	14,33 $\pm$ 3,68 ^A	15,15 $\pm$ 4,45 ^A
CP (mm)	12,77 $\pm$ 4,09 ^A	12,11 $\pm$ 3,09 ^A	12,59 $\pm$ 3,62 ^A
Fulton (K)	1,40 $\pm$ 0,58 ^A	1,70 $\pm$ 0,74 ^A	1,90 $\pm$ 0,47 ^A
Biomassa (g)	1,67 $\pm$ 0,99 ^A	1,89 $\pm$ 1,26 ^A	1,68 $\pm$ 1,54 ^A
Sobrevivência (%)	53,75 $\pm$ 25,37 ^A	54,00 $\pm$ 20,14 ^A	54,75 $\pm$ 20,97 ^A

Médias, na mesma linha, seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5%.
F2: 2 refeições/dia, F3: 3 refeições/dia e F4: 4 refeições/dia

Não houve diferença significativa das variáveis estudadas para as larvas submetidas a diferentes frequências alimentares.

Analisando as variáveis limnológicas, foi possível perceber que, durante o período experimental, os valores mínimos e máximos da temperatura dos aquários foram, respectivamente, 24,40 $\pm$ 0,38 e 25,94 $\pm$ 0,26 (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) dos parâmetros de qualidade de água ao longo da larvicultura de *Prochilodus argenteus*, no 7º, 14º e 21º dias de experimento.

Variável	7º dia	14º dia	21º dia
Temperatura (Cº)	24,40 $\pm$ 0,38 ^A	25,67 $\pm$ 0,45 ^A	25,94 $\pm$ 0,26 ^A
pH	5,50 $\pm$ 0,50 ^A	6,47 $\pm$ 1,90 ^A	6,59 $\pm$ 1,57 ^A
Turbidez (NTU)	0,32 $\pm$ 0,20 ^B	0,84 $\pm$ 0,46 ^B	5,62 $\pm$ 3,19 ^A
Condutividade (mS/cm)	8,40 $\pm$ 0,56 ^B	25,36 $\pm$ 6,45 ^A	29,15 $\pm$ 10,16 ^A
OD (mg/L)	8,40 $\pm$ 0,20 ^A	7,16 $\pm$ 1,79 ^A	5,03 $\pm$ 1,36 ^B

Médias, na mesma linha, seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5%.
F2: 2 refeições/dia, F3: 3 refeições/dia e F4: 4 refeições/dia

Observou-se o pH da água dos tanques que, inicialmente era de $5,50 \pm 0,50$, aumentou ao longo do experimento, passando de $6,47 \pm 1,90$ para $6,59 \pm 1,57$ entre o 14° e 21° dia, respectivamente, apesar de não diferir significativamente entre si.

A turbidez aumentou do 14° para o 21° dia, sendo semelhantes entre o 7° e o 14° dia. O mesmo padrão foi observado para a condutividade ao longo do período experimental.

Os teores médios de oxigênio dissolvido na água diminuíram do 14° para o 21° dia, sendo semelhantes entre o 7° e o 14° dia.

A concentração de amônia aumentou ao longo dos dias, porém não variou significativamente entre as frequências testadas, tendência observada para as concentrações dos íons fosfato, apesar deste manter-se semelhante entre o 7° e o 14° dias de coleta (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios ($\pm$ desvio padrão) da concentração de amônia (mg/L) e fosfato (mg/L), no 7°, 14° e 21° dias de experimentação na larvicultura de *Prochilodus argenteus*, submetidas a diferentes frequências alimentares.

Frequência	7° dia	14° dia	21° dia
Amônia (mg/L)			
2 refeições/dia	$1,08 \pm 0,18^C$	$2,43 \pm 0,21^B$	$4,29 \pm 0,27^A$
3 refeições/dia	$0,98 \pm 0,13^C$	$2,07 \pm 0,32^B$	$5,43 \pm 0,36^A$
4 refeições/dia	$1,02 \pm 0,09^C$	$2,47 \pm 0,22^B$	$5,76 \pm 0,42^A$
Fosfato (mg/L)			
2 refeições/dia	$0,87 \pm 0,27^B$	$1,17 \pm 0,12^B$	$2,99 \pm 0,46^A$
3 refeições/dia	$0,82 \pm 0,18^B$	$1,21 \pm 0,14^B$	$2,95 \pm 0,54^A$
4 refeições/dia	$0,98 \pm 0,23^B$	$1,32 \pm 0,09^B$	$2,19 \pm 0,36^A$

Médias, na mesma linha, seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 0,05%.
F2: 2 refeições/dia, F3: 3 refeições/dia e F4: 4 refeições/dia

Discussão

Experimento I

Observando-se os tratos digestórios, constatou-se que os animais submetidos ao jejum no 24° dia de experimento apresentaram-se mais desenvolvidos em relação aos observados no 14° dia. Assim, o maior enovelamento intestinal observado nas larvas maiores, possibilitaram uma maior eficiência do processo de digestão, o que, segundo Blaxter (1988) e Baldisserotto (2002), influencia diretamente no tempo de passagem do alimento.

Analisando-se os resultados do comprimento e largura da boca, percebeu-se que houve um aumento significativo destas entre os dias amostrados. Segundo Gisbert et al. (2002), o desenvolvimento de estruturas de alimentação é determinante para a captura de presas, o que proporciona o crescimento larval e suas chances de sobrevivência. O tamanho da boca tem sido um critério considerado na alimentação de larvas de peixes, tanto em dietas naturais, como em compostos inertes (Dabrowskil, 1977). Para Nikolsky (1969), o tamanho, o formato e a posição da boca, geralmente estão em íntima relação com os hábitos alimentares e a forma de apreensão do alimento. Assim, o criador deve levar em consideração as dimensões da boca das larvas para oferecer partículas com o tamanho adequado, ou seja, fornecer alimentos com as dimensões que possibilitem que a larva as capturem de forma satisfatória, e, com isso, evitando-se que as mesmas morram por inanição.

As larvas de *Prochilodus argenteus* se alimentam do vitelo, em média, até o quarto dia de vida, quando começam a alimentação exógena (Godinho & Godinho, 2003). Assim, o sucesso ou o fracasso na larvicultura depende, principalmente, do fornecimento do alimento vivo em qualidade e quantidade adequadas imediatamente após as larvas iniciarem a alimentação exógena (Soares et al., 2000). Deve se destacar que o alimento vivo contribui com nutrientes essenciais para o crescimento e sobrevivência das larvas, visto que as maiorias das espécies de peixes não possuem sistemas digestório e enzimáticos completamente desenvolvidos (Opuszynski et al., 1984).

O alimento vivo possibilita, aos mesmos, estímulos visuais e químicos (Tesser et al. 2005). Isso pode ser evidenciado pela figura 1, em que os animais capturaram um elevado número de itens alimentares. Porém, como o trato ainda não estava totalmente desenvolvido, a digestão do alimento levou a um intervalo de tempo prolongado. Esse fenômeno pode ser explicado, pois larvas no início do desenvolvimento apresentam trato rudimentar (Baldisserotto, 2002), que, com o tempo, vai se transformando (Govoni et al., 1986), possibilitando melhor assimilação dos nutrientes pelas larvas (Shiau, 1986), justificando o menor tempo de digestão observado para as larvas de maior porte (11 h e 44 min para larvas no 24º dia contra 15 h 29 min para larvas no 14º dia).

Analisando os resultados contidos nas figuras 1 e 2, há uma menor quantidade de itens no trato digestório das larvas de menor porte, apesar de ter sido ofertado a mesma quantidade de presas por larva. Isso pode ser explicado pela maior competição e hierarquia entre as larvas, uma vez que, a quantidade ofertada de alimento até o 24º dia do período experimental foi a mesma. De acordo com López & Sampaio, (2000), a competição entre as larvas pode

estar relacionada, não apenas ao alimento, mas, também, por espaço nos tanques. Sendo assim, tal fato pode prejudicar a apreensão de alimento, uma vez que gera maior competição nas zonas de apreensão do mesmo. Além do fator competição, acredita-se que o menor número de itens no trato está relacionado ao fato do trato digestório já estar mais desenvolvido, o que capacita as larvas a uma melhor digestão (Govoni et al. 1986; Badilsserotto, 2002) nesse período, o que pode ser comprovado pelo tempo estimado de esvaziamento do trato, menor para as larvas maiores.

Experimento II

Apesar de diferentes frequências alimentares serem recomendadas no manejo, principalmente na fase inicial do desenvolvimento de larvas, no presente estudo as frequências testadas não geraram diferenças significativas nas variáveis biológicas das larvas. O efeito da frequência alimentar e consumo do peixe podem variar de espécie para espécie (Carneiro & Mikos, 2006), devido à variações na qualidade de água, como a temperatura (Frasca-Scorvo et al., 2001) e conforme o estágio de desenvolvimento (Kubtiza, 1997). Assim, para um bom manejo da alimentação, é preciso levar em conta os hábitos alimentares dos animais (Silva et al., 2005). De acordo com Kubtza (1997), as espécies carnívoras demandam menor frequência de arraçoamento, quando comparadas com as onívoras. De acordo com Young e Davis (1990), as larvas são preferencialmente zooplancófagas, apresentando, na fase adulta, hábitos alimentares diversos. As larvas do gênero *Prochilodus* são zooplancófagas (Ceccarelli, 1997) e os adultos apresentam hábitos iliógagos (Godinho & Godinho, 2003), o que pode levar a uma variação das frequências de alimentação ao longo da vida.

Neste estudo, o desempenho dos peixes alimentados duas vezes ao dia foi semelhante aos alimentados três e quatro vezes ao dia. Segundo Meurer et al. (2008), um dos fatores que influencia nos custos de produção é a mão de obra empregada. Assim, no cultivo de larvas de curimatá-pacu, recomenda-se a utilização de arraçoamento duas vezes ao dia, por demandar uma menor mão-de-obra e isso refletir nos custos da produção.

Estes resultados diferem dos observados por Hayashi et al., (2004), para lambari do rabo amarelo (*Astyanax bimaculatus*), onde, quanto maior a frequência, melhores rendimentos são apresentados. Também, de forma contrária, foram encontrados para peixe marinho como

o salmão do Atlântico (*Salmo salar*), o aumento no consumo de alimento e melhor crescimento associado ao aumento na frequência alimentar (Thomassen & Fjaera, 1996).

Esta diferença de resultados pode ser explicada pelo tempo de digestão observado para as larvas do *Prochilodus argenteus* no experimento anterior, acima de 11 h, para esvaziamento do trato digestório. De acordo com Rabe & Brown (2000), a utilização de poucas alimentações ao longo do dia, favorece a eficiência de assimilação do alimento por parte do animal, uma vez que evita o consumo de grandes quantidades de alimento em cada refeição. Esta adaptação pode ser explicada, pois, na natureza, as larvas ficam submetidas a intervalos indefinidos sem alimentação, sendo necessário otimizar o aproveitamento do alimento disponível (Cushing, 1990), o que também pode explicar a similaridade observada para as larvas de *Prochilodus argenteus* submetidas à distintas frequências alimentares.

A utilização de menores frequências alimentares, como observado neste estudo, é extremamente importante. Riche et al. (2004) citam que é essencial respeitar o intervalo entre os arraçoamentos, pois, assim, evita-se que haja uma sobrecarga gástrica, além de melhorar a eficiência de produção. Além de melhorar a eficiência dos animais, o conhecimento do número mais adequado de arraçoamento contribui para a redução do desperdício de alimento, garantindo a qualidade da água e a redução dos custos de produção (Carneiro & Mikos, 2005).

Os valores de temperatura e pH devem estar adequados à espécie, pois estiveram muito próximos aos encontrados no Rio São Francisco, local de distribuição do curimatã, para o mesmo período de estudo (Samapaio et al. 2003) e para larvas do gênero *Prochilodus* por Furuya et al. (1999) e Fabregat et al. (2011).

A condutividade aumentou ao longo do período experimental e isso pode ser explicado pela maior deposição de matéria orgânica e íons ao longo do período experimental. Segundo Sipaúba-Tavares (1994), a condutividade da água aumenta devido a uma maior concentração de sais dissolvidos e matéria orgânica em decomposição, o que pode ter sido provocado pelo manejo do sistema, segundo Mercante et al. (2011).

Para a turbidez, observou-se o mesmo padrão durante o período experimental, ou seja, maior turbidez ao final do experimento. Tal fato pode ser explicado pela deposição de alimento no meio e ao longo do experimento, de acordo com as observações feitas por Sipaúba-Tavares (1994) e Anana (2004).

Quanto ao oxigênio dissolvido, foi possível verificar que houve uma diminuição ao longo do experimento. O emprego da aeração constante manteve a concentração de oxigênio dissolvido, adequada para o desenvolvimento dos peixes, de acordo com o recomendado por

Boyd (1984) e Sipaúba-Tavares (1994), como tem sido observado na larvicultura de o matrinxã (*Osteichthyes, Characidae*) (Pedreira et al. 2006), pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) (Pedreira et al., 2008), piabanha-do-parda (*Brycon* sp.) (Coraspe-Amaral et al., 2012), dentre outras espécies.

A concentração da amônia aumentou ao longo do período experimental, estando dentro da faixa adequada, até o 14º dia. Porém, ao término do experimento atingiu níveis acima dos indicados por Proença e Bittencourt (1994), que é de 0,4 a 2,5 mg/L, que seriam letais aos animais, o que pode explicar as taxas de sobrevivência observadas. Contudo, a manutenção da temperatura ($25,31 \pm 0,36$ °C) e do pH ($6,18 \pm 1,32$), constante ao longo do experimento, não favoreceria a toxicidade da amônia que, segundo Arana (2004), aumenta concomitantemente com a temperatura e o pH. Pedreira et al. (2009) cultivando larvas de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*), encontrou resultados similares aos do estudo em questão, para os valores de amônia não ionizada, obtendo baixas taxas de sobrevivência, assim como os valores encontrados para as larvas de *Prochilodus argenteus*, submetidas a diferentes frequências de arraçoamento.

Também foi possível perceber que, ao longo do experimento, houve um aumento significativo do fosfato nos aquários. Isso se deve pela utilização de ração farelada. É importante ressaltar que o incremento de fósforo pode ser prejudicial aos sistemas de criação (Henry-Silva et al., 2006), prejudicando o desempenho dos animais (Logado, 2000).

As variáveis limnológicas sugerem que qualidade da água esteve dentro do adequado para a maioria dos parâmetros, exceto para amônia e fosfato para o 21º dia de coleta, sugerindo que sistemas de criação estáticos devem receber maiores taxas de renovação de água.

Conclusão

Como as larvas de *Prochilodus argenteus* não possuem um trato digestório desenvolvido o suficiente para digerir todo o alimento ofertado, diferentes frequências de arraçoamento não interferem no desempenho das mesmas, fato este comprovado pelo tempo de digestão.

Referências bibliográficas

- ARANA, L.V. **Fundamentos de aquicultura**. Florianópolis: Ed.UFSC, 2004. 349p.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria, UFSM, 2002, 212p.
- BOYD, C.E. **Water quality management for pond fish culture**. 2 ed. Amsterdam: Elsevier, 1984, 318p.
- BLAXTER, J. H. S. Pattern and variety in development. *In*: Hoar, W. S. & Randall, D. J. eds. **Fish Physiology**. London, Academic Press, 1988, p.1-58.
- BRAGA, L.G.T.; BORGHESI, R; DAIRIKI, J.K.; CYRINO, J.P. Trânsito gastrintestinal de dieta seca em *Salminus brasiliensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.1, p.131-134, 2007.
- CARNEIRO, P.C.F. & MIKOS, J.D. Frequência alimentar de e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p.187-191, 2005.
- CECCARELLI, P.S. Efeitos do nível de alimentação e do tipo de alimento na sobrevivência e no desempenho inicial de larvas de curimbatá *Prochilodus scrofa* (STEINDACHNER, 1881). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.24, n.único, 1997.
- CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R. & DAIRIKI, J.K. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68-87, 2010.
- CORASPE-AMARAL, M.V.; PEDREIRA, M.M.; COSTA, D.C.; DUPIM, A.E.; PELLIA, A.; OLIVEIRA, N.M. Time of feed transition and inclusion levels of exogenous protease in rations for piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. Hatchery. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 34, n. 4, p. 347-353, 2012.
- CUSHING, D.H. Plankton production and year-class strength in fish populations – an update of the match mismatch hypothesis. **Advances in Marine Biology**, v.26, p.249–293, 1990.
- DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.D. & DURIGAN, J.G. Produção de larvas de curimbatá (*Prochilodus scrofa*) submetidas a diferentes densidades de estocagem e níveis de proteína bruta nas dietas. **Ciência Rural**, v. 31, n. 1, 2001.
- DABROWSKI, K.; GLOGOWSKI, J. **Studies on the role of exogenous proteolytic enzymes in digestion processes in fish**. *Hydrobiologia*, v.54, p.129-134, 1977.
- GISBERT, E.; CONKLIN, D.B; PIEDRAHITA, R.H. Effects of delayed first feeding on the nutritional condition and mortality of California halibut larvae. **Journal of Fish Biology**, v.64, p.116-132, 2004.

GODINHO A. L.; GODINHO H. P. Breve visão do São Francisco. In: GODINHO H.P.; GODINHO A.L. (ed.). **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas. 2003, p.15-24.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S.; OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, p.213, 1978. (IPB Handbook, 8).

GOVONI, J.J.; BOEHLERT, G.W.; WATANABE, Y. The physiology of digestion in fish larvae. **Environmental Biology of Fishes**, v.16, n.1-3, p.59-77, 1986.

FAUCONNEAU, B.; CHOUBERT, D.B.; BREQUE, J.; LUQUET, P. Influence of environmental temperature on flow rate of foodstuffs the gastrointestinal tract of rainbow trout. **Aquaculture**, v. 34, p. 27-39, 1983.

FABREGAT, T.E.P; PEREIRA, T.S.; BOSCOLO, C.N.; ALVARADO, J.D.; FERNANDES, J.B.K. Substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para juvenis de curimba. **Boletim Instituto de Pesca**, v. 37, n. 3, p.289 – 294, 2011.

FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B. Comportamento alimentar do (*Brycon cephalus*) no período de temperaturas mais baixas. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27, n.1; p.1 - 5, 2001.

FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M.; SOARES, C.M.; GALDIOLI, E.M. Efeitos da dieta sobre o desempenho de curimatá. **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p. 699-703, 1999.

FURUYA, W.M. Tabelas Brasileiras para a nutrição de Tilápias. Toledo: GFM, 2010. 100 p.

HAYASHI, C.; MEUER, F.; BOSCOLO, W.R.; LACERDA, C.H.F.; KAVATA, L.C.B. Frequência de arraçoamento para alevinos de lambari do rabo-amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.21-26, 2004.

HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.; PEZZATO, L.E. Digestibilidade aparente de macrófitas aquáticas pela tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e qualidade da água em relação às concentrações de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.641-647, 2006

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. (ed.). **Methods of sea water analysis**. Weinheim: Verlag Chemie, p.117-181, 1976.

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.

LOGADO, P.V.R. Forma física da ração. In: VIEIRA, E.A. **Nutrição e alimentação de peixes de água doce**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2000, p.87-106.

LÓPEZ, C.M.; SAMPAIO, E.V. Sobrevivência e crescimento larval do pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner 1876 (Siluriformes, Pimelodidae), em função de três densidades de estocagem em laboratório. **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.491-494, 2000.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BARBERO, L. M.; SANTOS, L. D.; BOMBARDELLI, R. A.; COLPINI, L. M. S. Farelo de soja na alimentação de tilápias-do-Nilo durante o período de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n .5, p. 791-794, 2008.

NIKOLSKY, G. V. **The Ecology of Fishes**. 2nd ed.. London:Academic Press, 352p.,1978.

OPUSZYNSKY, K.; SHIREMAN, J.V.; ALDRIDGE, F.J.; ROTTMANN, R.W. Environmental manipulation to stimulate rotifers in fish ponds. **Aquaculture**, n.42, v.3/4, p.343-348, 1984.

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

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

PEDREIRA, M.M.; LUZ, R.K.; SANTOS, J.C.E.; SAMPAIO, E.V.; SILVA, R.S.F. Biofiltração da água e tipos de substrato na larvicultura do pacamã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.5, p.511-518, 2009.

PROENÇA, C.E.M. & BITTENCOURT, P.R.L. Seleção de áreas para implantação de projetos de piscicultura. In: RODRIGUES, V.A.B (Ed.). **Manual de Piscicultura Tropical. Brasília: IBAMA**, 1994, p.71-76.

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

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.

SAMPAIO,E.V.; LÓPEZ, C.M. Limnologias física, química e biológica da represa de Três Marias e do São Francisco. p.71-92. In. **Águas e peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Ed. Godinho Hugo Pereira e Godinho Alexandre Lima, Editora PUCMinas, Belo Horizonte, 468 p, 2003.

SAS-Statistical Analysis System.Versão 9.0. Cary: SAS Institute Inc., 2002.

SHIAU, S.Y. Utilization of carbohydrates in warmwater fish –with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Aquaculture**, v.151, p.79-96, 1997.

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. **Limnologia Aplicada a Aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP. 1994, p.70.

TESSER, M.B., CARNEIRO, D.J., PORTELLA, M.C. Co-feeding of pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) larvae with *Artemia* and microencapsulated diet. **Journal of Applied Aquaculture**, v.17, p.47-59, 2005.

THOMASSEN, JM; FJAERA, S.O. Studies of feeding frequency for Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquacultural Engineering**, v.15, p.149-157, 1996.

YOUNG, J.W. & DAVIS, T. L. O. Feeding ecology of larvae of southern bluefin albacore and skipjack tunas (Pisces: Scombridae) in eastern Indian Ocean. **Marine Ecology Progressive Series**, v.61. p.17-29, 1990.