

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI

ANSELMO EDUARDO DUPIM

LARVICULTURA DE PIABANHA-DO-PARDO (*Brycon* sp.)
SOB DISTINTAS CONCENTRAÇÕES DE SUBSTRATOS DE BIOFILTROS
E DENSIDADES DE ESTOCAGEM

DIAMANTINA - MG
2011

ANSELMO EDUARDO DUPIM

**LARVICULTURA DE PIABANHA-DO-PARDO (*Brycon* sp.)
SOB DISTINTAS CONCENTRAÇÕES DE SUBSTRATOS DE BIOFILTROS E
DENSIDADES DE ESTOCAGEM**

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

Orientador: Prof. Marcelo Mattos Pedreira

DIAMANTINA - MG
2011

ANSELMO EDUARDO DUPIM

**LARVICULTURA DE PIABANHA-DO-PARDO (*Brycon* sp.)
SOB DISTINTAS CONCENTRAÇÕES DE SUBSTRATOS DE BIOFILTROS E
DENSIDADES DE ESTOCAGEM**

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 30/05/2011.

Prof. Dr. Marcelo Mattos Pedreira - UFVJM
orientador

Prof. Idalmo Garcia Pereira - UFMG

Prof. Robson Campos Silva - UFVJM

DIAMANTINA - MG
2011

DEDICATÓRIA

Dedico os meus trabalhos à mãe das mães, Nossa Senhora Aparecida, que nos momentos de indecisões prontamente mostrou-me a luz.

Aos meus pais que se alegraram e dedicaram comigo.

Aos meus irmãos que me mostram a cada dia que todo esforço vale a pena.

A minha esposa Eliane e filhos (Eduardo, Lucas e Gabriely) que se privaram da minha presença e são o motivo maior de tudo que faço.

“Um sonho que se sonha sozinho, é apenas um sonho.

Um sonho que se sonha junto é

REALIDADE.”

Adaptado Música: Raul Seixas

AGRADECIMENTO

- Primeiramente ao Professor de grande índole e mais novo amigo, Marcelo Mattos Pedreira, por ter me recebido prontamente como orientado sem muitos pormenores.
- Ao professor Aldrin que quando solicitado no momento do ingresso, mostrou-me (e acertou) que mesmo sendo de área diferente eu teria algo a contribuir e muito de interessante a aprender.
- Ao professor Roni Ferreira pelas dicas e o modelo de postura profissional.
- Aos meus amigos e novos irmãos (Carlos Ottoni, Deliane Cristina, Marcos Vinícius, Natália Rincón, Uidemar Barral e Naiara C. Motta) que me acolheram com carinho, dividimos momentos felizes e me auxiliaram nos trabalhos com muita presteza.
- Aos amigos de mestrado e secretária Adriana pela boa convivência.
- À CEMIG e a FADETEC, especialmente a equipe técnica da estação Hidrológica de Machado Mineiro nas pessoas do Sr. Sandro e Sr. Luciano que não mediram esforços para que o experimento fosse conduzido com sucesso.
- A Diretora Dione Malaquias, D. Mercês, Cenira e colegas pelo apoio incondicional e palavras de apoio.
- A amiga, irmã e comadre Desirê Adriane pelas palavras amigas, pelo estímulo nos momentos de dúvidas.
- Aos ilustríssimos Prof. Dr. Márcio Gonçalves Cavalcanti e Dr. Carlos Roberto amigos e propulsores.

RESUMO

DUPIM, Anselmo Eduardo. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Maio de 2011. 36 p. **Larvicultura de Piabanha-do-Pardo (*Brycon sp.*) sob distintas concentrações de substratos de biofiltros e densidades de estocagem.** Orientador: Prof. Marcelo Mattos Pedreira. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Objetivou-se com este trabalho comparar o desenvolvimento e sobrevivência de pós-larva de piabanha-do-pardo em diferentes densidades de peixes e diferentes concentrações de substratos de biofiltros internos de concha/brita/cascalho. Além disso, avaliar a qualidade da água das culturas submetidas aos tratamentos (temperatura, condutividade, pH, amônia, nitrito, nitrato e ortofosfato). As larvas de *Brycon sp.*, piabanha do Pardo, peixe ameaçado de extinção na bacia do rio Pardo, foram de uma mesma desova, com um dia após a eclosão. As concentrações de substratos de concha/brita/cascalho e diferentes densidades de estocagem de larvas (0g/15 larvas/L, 0g/60 larvas/L, 40g/15 larvas/L, 40g/60 larvas/L, 80g/ 15 larvas/L e 80g/60 larvas/L). Os resultados do mostraram que concentrações maiores de biofiltros de concha/brita/cascalho tendem a limpar mais o meio de cultura, diminuindo os compostos nitrogenados, resíduos do metabolismo animal e permitindo um aumento da sobrevivência, mas nem sempre aumentar implica em melhoria dos parâmetros da água. Culturas com substratos com diferentes concentrações de concha/brita/cascalho dão uma melhor resposta a diminuição de compostos nitrogenados, propriedades da água e conseqüentemente melhora ao meio de cultura.

Palavras-chave: Adensamento, biofiltração, espécie nativa, resíduos nitrogenados

ABSTRACT

DUPIM, Anselmo Eduardo. Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys, May 2011. 36 p. Larviculture of the Piabanha of the Pardo (*Brycon* sp.) Under different substrate concentrations of biofilters and stocking densities. Adviser: Marcelo Mattos Pedreira. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

This study aimed to compare the development and survival of post-larvae of the piabanha-do-Pardo densities of fish and different concentrations of substrates biofilters internal shell / gravel / gravel. In addition, to evaluate the water quality of the crops under treatments (temperature, conductivity, pH, ammonia, nitrite, nitrate and orthophosphate. The larvae of *Brycon* sp. Piabanha-do-Pardo, fish threatened with extinction in the Pardo River basin were from the same spawn, one day after hatching. Concentrations of substrates shell / gravel / pebble and different stocking densities of larvae (0g/15larvae/L, 0g/60larvae/L, 40g/15 larvae/L, 40g/60larvae/L, 80g/15larvae/L and 80g/60 larvae/L). The results showed that higher concentrations of biofilter shell / gravel / gravel tend to clean up the culture medium, reducing compounds nitrogen, residues of animal metabolism and allowing an increase in survival, but not always imply increase in improvement of water parameters. Substrates cultures with different concentrations of shell / gravel / pebble give a better response to reduced nitrogen compounds, properties of water and therefore improves the culture medium.

Keywords: densification, biofiltration, a native species, nitrogenous waste

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	20
5. CONCLUSÃO	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma atividade que está aumentando muito nos últimos anos no Brasil. Nenhum setor da agropecuária cresceu tanto quanto a piscicultura. Historicamente ela era apenas uma opção de diversificação das explorações geradoras de renda na propriedade (TINOCO, 2006). Hoje, algumas fazendas e sítios se mantêm exclusivamente com este tipo de cultura. O cultivo de peixes está sendo estimulado por ser grande fonte protéica e devido a necessidade de produção de espécies nativas, para repovoamento de rios. Espécies do gênero *Brycon* nos últimos anos vêm sofrendo uma redução drástica na reprodução e sobrevivência de alevinos em decorrência de atividades antrópicas. Esta situação tem sido descrita para a piabanha (*B. insignis*) na bacia do rio Paraíba do Sul, para o matrinxã do São Francisco (*B. orthotaenia*; *B. lundii*) no reservatório de Três Marias, no rio São Francisco (MG), para a vermelha (*B. vermelha*) no rio Mucuri, na bacia hidrográfica do Mucuri e para a pirapitinga do sul (*B. opalinus*), peixe ameaçado de extinção em rios da Mata Atlântica, na Serra do Mar (FARIA, 1994; FERNANDES et al., 2006; SHIMODA et al., 2007; SATO et al., 1995; POMPEU & MARTINEZ, 2006; GOMIERO et al., 2006). Para o *Brycon* da bacia do rio Pardo, a falta de conhecimento é tamanha que ainda não se tem a certeza da espécie, sendo a piabanha do Pardo conhecida como *Brycon* sp. (DE LIMA, 2001). Portanto, trabalhos que possibilitem a produção de alevinos deste gênero podem servir para implementar a sua criação e o repovoamento.

A larvicultura e alevinagem têm por objetivo incrementar as taxas de sobrevivência e de crescimento a partir do oferecimento de condições ambientais adequadas, dentre elas a boa qualidade da água. Trabalhos com filtros biológicos vêm sendo desenvolvidos visando manter os parâmetros da água aceitáveis para a larvicultura, diminuindo as concentrações de amônia (OLÍVAR et al., 2009; MARTINS et al., 2009). Biofiltros têm sido gerados sob a perspectiva dos engenheiros, tentando adequar a gestão do biofilme (MALONE & PFEIFFER, 2006). Estudos recentes no Brasil têm avaliado o emprego de biofiltros na larvicultura de espécies nativas (PEDREIRA, 2003; PEDREIRA & RIBEIRO, 2008; PEDREIRA et al., 2009), já que a boa condição da água é necessária para a criação de larvas e obtenção de alevinos em quantidade e a qualidade.

A maioria dos insucessos quando se tenta desenvolver uma tecnologia de produção de alevinos está associada ao pouco conhecimento das necessidades do indivíduo (GARCIA et al., 2003), que podem levar a um reduzido crescimento dos peixes e baixa produção

(BALDISSEROTTO, 2002). Alguns pesquisadores atribuem a ascensão, aos benefícios que a piscicultura vem proporcionando, como lucratividade e menores impactos ambientais. Para se obter lucratividade têm que ser aplicadas técnicas adequadas de manejo (GARUTTI, 2003).

Portanto, este trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento e sobrevivência de larva de piabanha do Pardo em diferentes concentrações de substratos de biofiltros e diferentes densidades de estocagem de peixes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Dentre os diversos parâmetros que influenciam positivamente ou negativamente as condições do meio de cultivo de peixes, pode destacar os seguintes:

2.1 NITRIFICAÇÃO

Acontece na presença de bactérias que oxidam o nitrogênio amoniacal a nitrito e em seguida a nitrato. Os principais gêneros bacterianos responsáveis por esse processo são as nitrosomonas e nitrobacter. Elas crescem utilizando energia da oxidação de nitrogênio inorgânico. Utilizam dióxido de carbono e não carbono orgânico como a maioria das bactérias (SANTIAGO, 1995). Abaixo a equação para a oxidação do nitrogênio amoniacal a nitrito pelas nitrosomonas e do nitrito a nitrato pela nitrobacter:



Estima-se que a liberação de energia livre esta reação seja de 58 a 84 kcal/mol do íon amônio, a energia livre para esta reação está entre 15,4 a 20,9 kcal/mol de nitrito. Sendo assim as nitrosomonas conseguem obter mais energia por mol de nitrogênio oxidado que as nitrobacter. Cada grama de nitrogênio oxidado corresponde a 0,17g de células formadas, 0,15 g de nitrosomonas e 0,02g de células de nitrobacter (SANTIAGO, 1995).

As bactérias nitrificantes são também sensíveis a algumas formas de nitrogênio. Nitrogênio amoniacal na forma não-ionizada ou amônia livre (NH_3) e ácido nitroso não-ionizado (HNO_2) são conhecidos como inibidores em certas concentrações. Amônia livre começa a inibir a nitrosomonas em concentrações de 10-150mg/L, e a nitrobacter na faixa de concentração de 0,1-1,0mg/L. O ácido nitroso inibe as nitrosomonas e nitrobacter em concentrações de 0,22 - 2,8mg/L.

2.2 BIOFILTROS

Existe hoje no mercado uma grande variedade de biofiltros que são utilizados com a tarefa comum de retirar da água os resíduos liberados pelos organismos aquáticos, principalmente nitrogênio amoniacal e compostos fosfatados.

Biofiltros são filtros utilizados para transformar amônia em nitrato (PEDREIRA, 2009). Consiste em sistema aquático composto por colônias de bactérias nitrificantes que decompõem resíduos de matéria orgânica. As bactérias fixam a um determinado tipo de substrato e permanecem no mesmo de acordo com suas características.

Para que ocorra o processo de nitrificação de maneira eficiente, deve-se levar em conta o tipo de substrato (CHEN et al., 2006). A porosidade e rugosidade do substrato são relevantes. A área superficial específica e fluxo de água que passa pelo biofiltro também são relevantes (LEKANG & KLEPPE, 2000). As características do substrato interferem no biofilme que se instala (DRENNAN, 2006).

Filtros biológicos de conchas calcárias diminuem as concentrações de amônia, nitrito e ortofosfato quando comparado a sistemas sem biofiltros. Tem capacidade de melhor conservar as condições ambientais para larvas de Piracanjuba (PEDREIRA, 2003). No entanto Pedreira e Ribeiro (2008) afirmaram que biofiltros de brita, cascalho de quartzo e calcário em pó introduzidos na larvicultura de pacamã, promoveram menor sobrevivência e biomassa quando comparado a sistemas sem biofiltros, ou seja, biofiltro pode comprometer ou não surtir o efeito desejado no sistema de criação.

2.3 PARÂMETROS DA ÁGUA NA LARVICULTURA

É o principal ponto para o sucesso na manutenção de peixes em cultura. Quando existe conforto ambiental para as espécies presentes, os peixes apresentam bom estado de saúde e haverá aumento da produção. Devem ser monitorados uma vez que interferem diretamente nas concentrações e formas que as substâncias químicas apresentam-se na água (SIPAÚBA-TAVARES, 1995). De acordo com Sipaúba-Tavares (1996), os parâmetros da água estão diretamente ligados a variações que ocorrem ao longo dos dias em viveiros.

TEMPERATURA

Afeta direta ou indiretamente o crescimento dos peixes. Influencia diretamente quando o crescimento animal é prejudicado e indiretamente quando afeta primeiro outros parâmetros e posteriormente o animal. Como exemplo, se a temperatura aumenta, também acontece o mesmo com o metabolismo, a ingestão de alimento e o crescimento. A cada acréscimo de 10°C de temperatura da água, o consumo de O₂ dobra e isso altera o metabolismo do peixe (OSTRENSKY et al., 1998). A temperatura influencia a proliferação de bactérias no meio de cultivo sobre os substratos e logicamente a espessura do biofilme formado (ZHU & CHEN, 2002).

Segundo Araújo Jr. (2006) a temperatura influencia na forma que o nitrogênio amoniacal apresenta-se na água, íon amônia (N-NH₃) ou íon amônio (N-NH₄⁺). A relação entre temperatura e porcentagem de nitrogênio amoniacal pode ser calculada pela equação abaixo:

$$(\%) \text{N-NH}_4^+ = \left\{ 1 \left| \frac{1,214 \times 10^{\text{pH}}}{e^{(6344/173+T)} + 10^{\text{pH}}} \right| \right\} \times 100$$

O processo de nitrificação ocorre na faixa de, aproximadamente, 4 - 45 °C, sendo que as bactérias nitrosomonas tem como temperatura ótima 35 °C, e a nitrobacter a faixa ótima é de 35 - 42°C. Valores foram estimados para a taxa máxima de crescimento das nitrosomonas, estão na faixa de 10 - 30 °C (SANTIAGO, 1995).

Segundo Pedreira e Ribeiro (2008) a temperatura da água em aquários com biofiltro e sem biofiltros na larvicultura de pacamã permaneceram similares durante o experimento, indicando portando que a presença do biofiltro não interferiu na temperatura da água.

OXIGÊNIO

Em piscicultura o oxigênio chega a água do meio de cultivo por difusão da atmosfera ou pela injeção por bombas aeradoras. A concentração de oxigênio dissolvido na água tem um efeito significativo na velocidade de crescimento das bactérias nitrificantes, nitrificação e para o processo de oxidação de compostos amoniacais (SANTIAGO, 1995).

Baixos níveis de O₂ são limitantes em piscicultura intensiva. As causas da baixa de oxigênio em meios de cultura podem ser alimentação excessiva (matéria orgânica), alterações

na temperatura da água, pouca água circulante e grande quantidade de animais (BOYD et al., 1989).

AMÔNIA

A amônia é o principal resíduo excretado pelos peixes, subproduto da quebra de proteínas, eliminado pelas brânquias, é uma substância tóxica mesmo em baixas concentrações. Ela apresenta-se nas formas ionizável e não ionizável, sendo que a forma não ionizável é mais tóxica uma vez que é livre e difusível. A sua quantidade é influenciada pelo número de peixes e pela composição da ração utilizada no meio de cultivo (TESTOLIN, 2009). Portanto, em piscicultura, dietas que apresentam alto grau de digestibilidade, contribuem com menores teores de nitrogênio amoniacal para o corpo d'água (PEREIRA et al., 1999).

A quantidade que cada uma das formas de amônia apresentadas, dependem do pH da água na piscicultura (ARANA, 2004).

De acordo com Baldisseroto (2002), o equilíbrio das duas formas de amônia se dá de acordo com a reação $\text{NH}_3 + \text{H}^+$ em pH alcalinos a forma não ionizável (mais tóxica) é mais comum, em pH ácido a forma ionizável prevalece e em pH neutro a excreção de NH_3 pelos peixes é facilitada. Quando o pH é inferior a 8,5, ou seja, quando o meio passa de alcalino a neutro ou ácido, verifica-se que NH_4^+ predomina, enquanto NH_3 prevalece quando o pH está acima de 10, ou seja, quando o meio é alcalino. Por essa razão, quanto mais elevado for o pH, maior será a porcentagem da amônia total presente como NH_3 , forma não ionizada (PEREIRA & MERCANTE, 2005).

Algumas espécies podem ser mais tolerantes a amônia e outras menos tolerantes. Existem registros de espécies de peixes que toleram altos níveis de amônia na água, tais como *Opsanus beta*, *Opsanus tau* e *Porichthys notatus* (PEREIRA & MERCANTE, 2005). Estes organismos desenvolvem estratégias para suportar altos níveis de amônia ou produzem substâncias derivadas que diminuem a ação da amônia, como por exemplo, uréia e glutamina. O pirarucu resiste a concentrações de amônia na água, isso está relacionado ao fato de ter respiração aérea. A tolerância do pirarucu a elevadas concentrações de amônia na água é uma característica de grande importância para sua criação em sistema intensivo (CAVERO et al.,

2004). No entanto ainda não existem trabalhos a respeito da resistência da piabanha-do-Pardo a concentrações específicas de amônia no meio de cultivo.

NITRITO

O nitrito forma-se a partir da oxidação da amônia. É um composto tóxico em baixas concentrações (ARANA, 2004). Apresenta-se em duas formas específicas, na forma de ácido nítrico (HNO_2) e nitrito ionizável (NO_2^-). A toxicidade depende do pH, sendo que em meio ácido está na forma HNO_2 (mais tóxico) e em meio básico na forma NO_2^- que é menos tóxico. O ácido nítrico difunde-se pelas brânquias, e em pH 2,5 encontra-se 90% nesta forma (TESTOLIN, 2009).

O nitrito liga-se a molécula da hemoglobina formando um composto chamado metahemoglobina, que não é capaz de transportar o oxigênio, levando o peixe a morte por anóxia (ARANA, 2004). Estudos recentes mostram que além deste efeito, o nitrito prejudica as células hepáticas (hepatócito), dificultando a digestão (PARRA et al., 2010).

Em piscicultura, níveis de nitrito inferiores a 0,5 mg são ideais, já níveis entre 0,5 e 5,0mg diminui a taxa de crescimento e aumenta o estresse. Níveis superiores a 5,0mg causam a morte dos peixes. Em sistemas com recirculação de água a manutenção da qualidade da água e o controle do teor de nitrito são realizados com a ação de biofiltros (NOGUEIRA FILHO, 2003).

Para reduzir a toxicidade do nitrito uma das opções é a adição de cloreto, esta substância compete com o nitrito por transportadores na membrana plasmática das células branquiais (BALDISSEROTO, 2002).

NITRATO

Segundo Sipauba-Tavares (1996), em viveiros, o alto arraçoamento e conseqüentemente uma alta taxa de excretas, eleva a concentração de nitrato. A taxa de NO_3^- para $\text{NH}_4\text{-N}$ em água doce é variável e relação às fontes de ambas as formas de nitrogênio combinado. O nitrato, em contraste com outras formas nutrimentais como a amônia, fosfato ou íons metálicos, move-se livremente pelo solo com as superfícies aquáticas. É a forma mais altamente oxidada de nitrogênio e é usualmente a forma mais abundante de nitrogênio

combinado. O nitrato não é tóxico nas quantidades encontradas em lagos e rios. A água potável padrão para humanos devem apresentar menos de cerca de 10mg/L de $\text{NO}_3\text{-N}$ (GOMES, 2009). No entanto pela sua baixa toxicidade, poucos trabalhos medem seu efeito (ARANA, 2004).

ALCALINIDADE

É a capacidade da água para neutralizar ácidos, expressa em equivalente de CaCO_3 . Varia de zero até algumas centenas de mg/L. O carbonato (HCO_3^-) é em maior parte o responsável pelo controle da alcalinidade (SAWYER et al., 1978). Altos níveis de alcalinidade não resultam em grande produção. Todos os íons causadores da alcalinidade têm características básicas, sendo assim, reagem quimicamente com soluções ácidas (GOMES, 2009).

pH

É um termo usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução e é uma maneira de expressar a concentração do íon hidrogênio. Os fenômenos de respiração e fermentação dos organismos aquáticos alteram o pH. É altamente influenciado pela quantidade de matéria orgânica. A relação do pH com a matéria orgânica é inversa(GOMES, 2009).

O pH influencia em outros parâmetros da água. Em pH alcalino aumenta a amônia não ionizável que é a forma mais tóxica. Já em pH ácido pode aumentar a quantidade de ácido sulfídrico. Os organismo heterótrofos aquáticos interferem no pH abaixando-o (ARANA, 2004).

CONDUTIVIDADE

A condutividade elétrica (CE) é uma medida da capacidade de conduzir corrente elétrica da água e indiretamente avalia a quantidade de íons e nutrientes presentes.

Varia muito de local para local, devido a origem (fonte) e caminho (tipo de solo, rochas, fontes de poluição) percorrido pela água doce. A sua unidade de medida é μScm^{-1} (microsiemens por centímetro). Devido à facilidade e rapidez de determinação da condutividade elétrica, este se tornou um parâmetro padrão para expressar a concentração total de sais para classificação de solos e das águas destinadas à irrigação. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água (GOMES, 1999).

ORTOFOSFATO

O fósforo na água ocorre em formas orgânicas e inorgânicas. A maior parte do fosfato inorgânico presente está na forma de ortofosfato. O fósforo orgânico dissolvido usualmente representa o maior volume do fósforo solúvel total em um meio de cultivo. Ele não apresenta toxicidade para os organismos aquáticos, mas limita a produtividade e é responsável pela eutrofização no meio (GOLDMAN & HORNE, 1983). Embora não represente toxicidade, é importante, pois, armazena energia, faz parte da estrutura da membrana das células, limita a produtividade e é responsável pela eutrofização em meios de cultura (GOMES, 2009).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de piscicultura da Usina Hidroelétrica de Machado Mineiro, distrito de Águas Vermelhas – MG (- 15°44' S e - 41°27' W), entre os dias 03 a 18 de dezembro de 2009 (15 dias) com larvas de *Brycon* sp., piabanha-do-Pardo, de uma mesma desova, com um dia após a eclosão (comprimento total de $7,8 \pm 0,46$ mm e peso de $24,0 \pm 2,0$ mg).

Elas foram submetidas a três concentrações de substratos de biofiltro e duas densidades de estocagem. Estas foram:

- 0g de substrato / 15 larvas/L (60 larvas/aquário)
- 0g de substrato / 60 larvas/L (240 larvas/aquário)
- 40g de substrato / 15 larvas/L (60 larvas/aquário)
- 40g de substrato / 60 larvas/L (240 larvas/aquário)
- 80g de substrato / 15 larvas/L (60 larvas/aquário)
- 80g de substrato / 60 larvas/L (240 larvas/aquário)

Cada tratamento apresentou três réplicas, ficando os aquários dispostos randomicamente.

O cultivo foi realizado em aquários de 4L d'água com aeração constante, luminosidade obtida por fotoperíodo natural e temperatura de $\pm 28^\circ\text{C}$.

Os substratos foram compostos de iguais proporções em volume de concha (5,35g, peso médio de cada concha), brita (6,52g, de peso médio de cada brita) e cascalho (6,69g peso médio de cada cascalho). Os substratos foram previamente maturados, por 30 dias, em um tanque de 70L, sob forte aeração e adição de ração comercial com 55% de proteína bruta, fonte de nitrogênio, para formação do biofilme. Os substratos foram colocados em um frasco plástico de 13,4 cm de altura, 0,63cm de diâmetro, 0,4L de volume. Verticalmente, no meio do substrato foi colocado um tubo de PVC de 20 mm de diâmetro e 13,5cm de altura, por onde era inserida a aeração (velocidade 600 mL/min), formando o *air-lift*, que recirculou toda a água do aquário 21,6 vezes ao dia. O conjunto foi posicionado na parte central dos aquários.

As larvas foram alimentadas com larvas de curimba *Prochilodus* sp. (5 curimbas/piabanha) duas vezes ao dia (8 e 16 h) até o sétimo dia, posteriormente foi introduzido ração farelada (1 mm) *ad libitum* (Tabela 1).

Tabela 1. Composição da ração comercial fornecida às larvas de piabanha do Pardo (*Brycon* sp.), durante 15 dias

Nutrientes	Porcentagem
Proteína bruta	55,0
Umidade máxima	10,0
Extrato etéreo	4,0
Fibra	6,0
Minerais	18,0
Cálcio	5,0
Fósforo	1,5

Para a limpeza e renovação da água, diariamente foram feitas sifonagens no fundo de aquário, logo após a primeira alimentação. O mesmo volume de água sifonada era repostado, aproximadamente 20%.

Periodicamente (dias 3, 6, 9, 12, 15 de dezembro), às 8 h, antes do sifonamento, foram mensurados a temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg/L e % saturação), pH e condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$), com aparelhos. Já a concentração dos íons amônio, nitrito, nitrato (KOROLEFF, 1976) e ortofosfato (GOLTERMAN et al., 1978) foram determinados posteriormente em laboratório.

No último dia observou-se a sobrevivência (%) e a biomassa (g). Para avaliação do crescimento (comprimento total, mm; comprimento padrão, mm e peso, mg), foram coletadas 15 larvas por aquário, que foram insensibilizadas com gelo e preservadas em formalina 10%.

Com os resultados de peso e comprimento padrão médios, foi calculado o fator de condição de Fulton (K) = $(\text{peso}/\text{comprimento padrão}^3) \times 100$.

Os valores percentuais de sobrevivência sofreram transformação para arcoseno para as análises estatísticas, mas nas tabelas são apresentados os dados observados. Os parâmetros de desempenho das larvas e de qualidade da água, foram comparados entre as densidades de estocagem das larvas, assim como as concentrações de substrato do biofiltro ao longo do cultivo, aplicando-se ANOVA fatorial de duas vias, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey com 5% de significância, usando-se o programa estatístico SIGMASTAT 3.5 (Systat Software, 2002).

RESULTADO E DISCUSSÃO

A sobrevivência não variou dentro das mesmas densidades de estocagem de larvas e concentrações de 0g e 80g, distinguiu apenas em concentrações de 40g, sendo menor em concentração de 40g/15 Larvas quando comparada com 40g/60 Larvas. A menor densidade de estocagem não afetou a biomassa dentro da densidade de estocagem de 15 larvas/L, mas obtiveram melhor resultado dentro do tratamento com 40g/60 larvas (tabela 2).

Tabela 2. Valores médios (\pm desvio padrão) da sobrevivência (%) e biomassa (g) de piabanha-do-Pardo, ao final de 15 dias de experimento comparando as concentrações de substratos nos biofiltros e densidade de estocagem de larvas.

Sobrevivência (%)	0 g/L	40 g/L	80 g/L
15 Larvas	21,0 \pm 6,0 ^{Aa}	30,7 \pm 3,0 ^{Ba}	50,3 \pm 20,4 ^{Aa}
60 Larvas	19,3 \pm 8,1 ^{Aa}	37,3 \pm 15,4 ^{Aa}	44,0 \pm 19,0 ^{Aa}
Biomassa (g)			
15 Larvas	4,73 \pm 0,83 ^{Aa}	4,54 \pm 0,70 ^{Ba}	4,44 \pm 1,80 ^{Aa}
60 Larvas	4,27 \pm 0,11 ^{Ab}	5,15 \pm 2,41 ^{Aa}	4,02 \pm 1,18 ^{Ab}

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Para os demais parâmetros biológicos, o comprimento total e comprimento padrão não variaram dentro das densidades de estocagens, diferenciaram dentro das concentrações de substratos, sendo que maiores densidades de estocagens em mesmas concentrações de substratos resultaram em menores comprimentos das larvas. O peso não variou dentro das mesmas densidades de estocagens de 15 Larvas/L e 60 Larvas/L de água. Entretanto menores densidades de estocagens obtiveram melhor resposta para o peso e piores em maiores densidades de estocagem e concentrações de substrato de 0g/L e 40g/L, sendo semelhante dentro da concentração de 80g/L (tabela 3).

Existe diferença no comprimento total e padrão, as larvas cultivadas em mesma concentração de biofiltro, apresentam-se maiores em menores densidades. Percebe-se uma tendência do tratamento com biofiltro de 80g apresentar uma maior sobrevivência e menor peso e comprimento, sugerindo um melhor rendimento das larvas submetidas a este tratamento, apesar de existir uma tendência de diminuição da biomassa.

Tabela 3. Valores médios (\pm desvio padrão) do comprimento total (CT), comprimento padrão (CP) e peso (P) das larvas de piabanha-do-Pardo, cultivadas por 15 dias, com biofiltros com distintas combinações de concentrações de substrato e densidades de larvas.

CT (mm)	0 g/L	40 g/L	80 g/L
15 Larvas	21,5 \pm 1,24 ^{Aa}	21,6 \pm 1,15 ^{Aa}	20,7 \pm 1,25 ^{Aa}
60 Larvas	19,8 \pm 1,31 ^{Ba}	19,2 \pm 2,47 ^{Ba}	19,4 \pm 1,82 ^{Ba}
CP (mm)			
15 Larvas	18,8 \pm 1,39 ^{Aa}	18,7 \pm 1,21 ^{Aa}	18,0 \pm 1,03 ^{Aa}
60 Larvas	18,0 \pm 1,79 ^{Ba}	16,6 \pm 2,28 ^{Ba}	16,9 \pm 1,61 ^{Ba}
P (mg)			
15 Larvas	100,3 \pm 18,49 ^{Aa}	97,6 \pm 20,41 ^{Aa}	87,9 \pm 15,57 ^{Aa}
60 Larvas	74,4 \pm 16,83 ^{Ba}	75,9 \pm 58,56 ^{Ba}	77,8 \pm 29,15 ^{Aa}

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A presença dos substratos resultou em uma água de melhor qualidade, quando comparada com ao tratamento sem biofiltro, somente com aeração. Entretanto, comparando as variáveis da qualidade da água, para as concentrações de substrato (40g e 80g), o de 40 g de substrato/L, gerou melhores condições de cultivo, pois apresentou maiores níveis de nitrato e oxigênio, além de menor condutividade e concentração de ortofosfato. A condutividade variou crescentemente ao longo do experimento e de acordo com os tratamentos. Biofiltros de concha/brita/cascalho apresentaram valores mais elevados de condutividade, quanto maior a proporção de substrato, justificando a liberação de íons bicarbonato liberados pela concha e sais ionizados da brita. Observa-se que menores concentrações de amônia são encontradas em biofiltros com maiores concentrações de substrato, mostrando a formação de um biofilme que acelera o processo de nitrificação. Da mesma maneira direta observa-se um aumento na concentração de nitrato em concentrações crescentes de substrato de concha/brita/cascalho. Dentro das mesmas concentrações de substratos (0g/L, 40g/L e 60g/L), observa-se que as maiores densidades de estocagem apresentam maiores valores para todos os parâmetros da água. Dentro das mesmas densidades de estocagem percebe-se um aumento na condutividade com o aumento da concentração de biofiltro, maior concentração de amônia em 0g/L de substrato, maiores teores de nitrito e nitrato em concentrações de 40g/L e 80g/L e maiores quantidades de ortofosfato em 0g/L (tabela 4).

Tabela 4. Valores médios (\pm desvio padrão) da condutividade (μ S), amônia (mg/L) nitrito (mg/L), nitrato (mg/L) e ortofosfato (mg/L) do meio de cultura das larvas de piabanha-do-Pardo, cultivadas por 15 dias, com biofiltros com distintas combinações de concentrações de substrato e densidades de estocagem.

Condutividade (μ S)	0g/L	40g/L	80g/L
15 Larvas	73,5 \pm 5,30 ^{Bc}	156,8 \pm 12,94 ^{Bb}	192,3 \pm 21,5 ^{Ba}
60 Larvas	79,8 \pm 3,59 ^{Ac}	171,0 \pm 11,7 ^{Ab}	191,7 \pm 4,50 ^{Aa}
Amônia (mg/L)			
15 Larvas	2,63 \pm 0,03 ^{Ba}	0,29 \pm 0,02 ^{Bb}	0,48 \pm 0,35 ^{Bb}
60 Larvas	2,97 \pm 0,38 ^{Aa}	0,29 \pm 0,09 ^{Ab}	0,33 \pm 0,19 ^{ab}
Nitrito (mg/L)			
15 Larvas	0,01 \pm 0,00 ^{Bb}	0,01 \pm 0,00 ^{Ba}	0,01 \pm 0,00 ^{Ba}
60 Larvas	0,01 \pm 0,00 ^{Ab}	0,03 \pm 0,01 ^{Aa}	0,02 \pm 0,01 ^{Aa}
Nitrato (mg/L)			
15 Larvas	0,08 \pm 0,04 ^{Bb}	0,69 \pm 0,29 ^{Ba}	0,40 \pm 0,07 ^{Ba}
60 Larvas	0,23 \pm 0,15 ^{Ab}	0,68 \pm 0,20 ^{aa}	0,25 \pm 0,12 ^{Aa}
Ortofosfato (mg/L)			
15 Larvas	1,90 \pm 0,35 ^{Ba}	0,14 \pm 0,07 ^{Bb}	0,39 \pm 0,59 ^{Bb}
60 Larvas	2,05 \pm 0,34 ^{Aa}	0,36 \pm 0,08 ^{Ab}	0,23 \pm 0,11 ^{Ab}

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Quanto a qualidade da água ao longo do cultivo, verifica-se uma efetiva nitrificação com queda da amônia e crescimento do nitrato. Porém também é percebido um processo de saturação da água, pois a condutividade e o ortofosfato aumentam, enquanto que o oxigênio e o pH diminuem, indicando um acúmulo de matéria orgânica.

Maiores quantidades de amônia são observadas no 6º dia por ser um período de acúmulo inicial de material orgânico, em seguida os teores diminuem e praticamente se mantêm à medida que o processo de nitrificação vai ocorrendo. A partir do 9º dia há uma elevação prevista do processo de nitrificação. O acúmulo de fosfato se deve a ação mecânica dos biofiltros limpando a água. Porém seu pico foi no 6º dia, juntamente com a amônia. O teor de oxigênio decaiu próximo ao término do cultivo, sendo um indicativo de processo de nitrificação um pouco mais acentuado. Em maiores densidades a condutividade, teor de amônia, nitrito, nitrato e ortofosfato foram maiores como seria de se espera (tabela 5).

Tabela 5. Valores médios da condutividade, teor de amônia, nitrito, nitrato, ortofosfato, oxigênio e pH na água da larvicultura da piabanha do Pardo *Brycon* sp, ao longo de 15 dias de experimento

Dia	Condutividade (μ S)	Amônia (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)
3	50,06 \pm 16,01 ^f	0,92 \pm 0,97 ^c	0,01 \pm 0,01 ^c	0,03 \pm 0,04 ^b
6	59,46 \pm 18,25 ^e	1,39 \pm 1,24 ^a	0,01 \pm 0,01 ^b	0,06 \pm 0,10 ^b
9	119,69 \pm 30,05 ^d	0,14 \pm 0,10 ^c	0,01 \pm 0,01 ^a	0,20 \pm 0,27 ^b
12	133,38 \pm 33,75 ^c	0,15 \pm 0,16 ^a	0,03 \pm 0,03 ^b	0,54 \pm 0,44 ^a
15	132,75 \pm 43,29 ^b	0,21 \pm 0,25 ^c	0,01 \pm 0,01 ^b	0,26 \pm 0,19 ^a
18	137,00 \pm 49,89 ^a	0,19 \pm 0,23 ^c	0,01 \pm 0,01 ^b	0,23 \pm 0,16 ^a
Dia	Ortofosfato (mg/L)	Oxigênio (%)	Oxigênio (mg/L)	pH
3	0,47 \pm 0,69 ^e	74,78 \pm 8,61 ^a	6,33 \pm 0,75 ^b	7,41 \pm 0,19 ^b
6	1,03 \pm 0,88 ^d	79,27 \pm 7,32 ^b	6,76 \pm 0,72 ^b	7,52 \pm 0,14 ^a
9	0,10 \pm 0,14 ^b	81,94 \pm 6,91 ^b	7,03 \pm 0,61 ^a	7,44 \pm 0,28 ^d
12	0,35 \pm 0,18 ^c	76,29 \pm 5,29 ^b	6,54 \pm 0,53 ^b	7,45 \pm 0,23 ^d
15	0,18 \pm 0,28 ^b	75,97 \pm 5,77 ^b	6,44 \pm 0,46 ^c	7,52 \pm 0,15 ^b
18	0,29 \pm 0,25 ^a	70,73 \pm 18,22 ^c	5,55 \pm 1,55 ^c	7,03 \pm 1,74 ^c

Médias na mesma coluna seguidas de letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05).

O uso de densidades inadequadas podem causar subutilização do espaço ou ser prejudicial a qualidade da água (JOBILING, 1994). A densidade pode afetar a sobrevivência de larvas (LUZ & ZANIBONI FILHO, 2002), o crescimento e comportamento. No entanto, a melhor densidade para ser utilizada para peixes de água doce neotropicais não são definidas para a maior parte das espécies ainda. Em geral, são utilizadas densidades entre 15 e 30 larvas/L (ZANIBONI FILHO, 2000). Apesar de poder ser recomendado a densidade de até 90 larvas/L de traíra *Hoplias malabaricus*, (LUZ & PORTELLA, 2005).

O aumento na densidade de estocagem promoveu uma diminuição no tamanho e aumentou a sobrevivência das larvas de piabanha-do-Pardo, apesar da biomassa, não diferir. Similarmente ao observado neste trabalho Pedreira et al. (2010) cultivando juvenis de matrinxã do São Francisco *Brycon orthotaenia* encontraram uma relação inversa entre densidade com os parâmetros peso e comprimento, mas não observaram diferença entre as sobrevivências. No entanto eles observaram o aumento da biomassa com o aumento da

densidade. López e Sampaio (2000) submetendo larvas de pacamã a três densidades de estocagem observam que o aumento da densidade de 150 larvas / 0,43m² para 500 larvas / 0,43m² interferiu negativamente na sua sobrevivência. Os autores atrelam a queda da sobrevivência ao aumento da densidade populacional, que intensificou a competição por alimento e espaço, a ponto das larvas apresentarem canibalismo. Existe um tendência do uso de sistemas de cultivo cada vez mais intensivos buscando alcançar maior produtividade em menores áreas, menor tempo e custo racionalizado (KUBTIZA, 1999). Para tanto é necessário o aumento da densidade de estocagem, que pode afetar o desempenho, produtividade, sobrevivência e alimentação dos peixes (HENGSAWAT et al., 1997; BARCELLOS et al., 2004; ROWLAND et al., 2006; MARENGONI, 2006; COULIBALY et al., 2007).

Geralmente baixas densidades podem levar a um subaproveitamento do espaço disponível para a criação dos peixes, com baixos rendimentos (MACLEAN & METCALFE, 2001; BALDISSEROTTO, 2002). Em densidades baixas, muitas vezes, o crescimento dos peixes é maior, no entanto, algumas espécies não crescem bem quando em baixas densidades, pois parecem requerer algum tipo de estimulação social com exemplares da mesma espécie (BALDISSEROTTO, 2002). No presente trabalho foi observada a tendência a maior crescimento em densidades mais baixas, mesmo sem a presença de biofiltro, talvez seja pela menor frequência nos encontros dos animais e o manejo alimentar.

Baixas densidades podem interferir na alimentação e comportamento das larvas, fazendo com que as respostas sejam diversas, fugindo do geralmente esperado, o que parece estar atrelado ao canibalismo. Baixas densidades de estocagem influenciaram o aparecimento de classes hierárquicas, dominantes e subordinadas, em que os dominantes monopolizam as zonas de alimentação e o alimento, como aconteceu com a sobrevivência das larvas de piabanha-do-Pardo, observado na criação do salmão do Atlântico (MACLEAN & METCALFE, 2001). Na formação de hierarquia, por baixas densidades, quando as larvas estabelecem territórios bem definidos elas gastam muita energia na defesa deles (BALDISSEROTTO, 2002) e a ingestão de alimento era interrompida por períodos de inatividade ou agressões. (HECHT & UYS, 1997). A hierarquia interferiu no rendimento da larvicultura da piracanjuba *Brycon orbignyanus*, onde manejos alimentares diminuíram a hierarquia das larvas aumentando a biomassa, peso e comprimento (PEDREIRA & SIPAÚBA-TAVARES, 2002).

Um dos entraves no cultivo de larvas das espécies do gênero *Brycon* é o comportamento de canibalismo. Os *Brycon* têm o canibalismo acentuado entorno de 30 a 40

horas após a eclosão, mesmo ainda, apresentando quantidades razoáveis de vitelo (BELMONTE, 1994; PIOVEZAN, 1994; CECCARELLI & VOLPATO, 1996; CECCARELLI & SENHORINI, 1996; CECCARELLI, 1997; DUMONT-NETO et al., 1997; SENHORINI, 1999; ROMAGOSA et al., 2001). Bernadino et al. (1993) afirmaram que o canibalismo na fase de desenvolvimento inicial é a principal dificuldade encontrada no manejo do *Brycon* durante a larvicultura, com alta taxa de mortalidade, que segundo Ceccarelli e Senhorini (1996) pode estar também associada à insuficiência de alimento adequado e/ou qualidade de água. Ostrowski et al., (1996) descreveu que as taxas de canibalismo foram inversamente correlacionadas com a taxa de sobrevivência, e que quanto maior o predador, maior é a sua eficiência, o que agrava o canibalismo. O peso das larvas predadoras (com restos de larvas no estômago) foi 50% maior que o das não predadoras (sem restos de larvas no estômago) e o comprimento 9%. A análise do conteúdo estomacal revelou que o canibalismo ocorreu em cerca de 50-60 % das larvas e os ataques se caracterizaram por confrontos cabeça-cauda e cauda-cabeça (LEONARDO et al., 2008). Larvas de *Brycon* atacam suas irmãs menores (CECCARELLI & SENHORINI 1996), podendo atacar larvas de tamanho aproximado, quando a maior pode morrer por não conseguir engolir completamente a presa (CECCARELLI, 1997). O autor observa também o comportamento de perseguição da larva predadora, que pode atacar a mesma presa mais de uma vez. Todos os comportamentos citados anteriormente foram observados em piabanha-do-Pardo. Como forma de minimizar o canibalismo tem-se ofertado larvas de outras espécies de peixes como alimento, técnica empregada neste experimento, por apresentar maiores sobrevivências quando comparado a oferta apenas de zooplâncton capturados em tanques e artêmia, que tem alto custo (PEDREIRA & SIPAÚBA, 2002)

O comportamento canibal pode sofrer influencia de inúmeros fatores. Os fatores genéticos estão ligados às diferenças de tamanho em um mesmo lote de indivíduos e determinam a heterogeneidade de crescimento, sendo a proporção de tamanho presa-predador uma importante variação que afeta as taxas de canibalismo (CECCARELLI & VOLPATO, 1996). Os autores relatam que larvas de matrinxã (*B. cephalus*) que apresentavam comportamento canibal geralmente atacavam as presas de tamanho menor que o predador e as que nadavam mais lentamente, o que foi observado também em piabanha-do-Pardo. Os outros fatores comportamentais denominados exógenos, fatores ambientais ou externos, estão ligados á disponibilidade de alimento, freqüência de alimentação, densidade de estocagem, intensidade de luz, dentre outros (ATENCIO et al., 2003).

Considerando-se que baixas densidades de estocagem influenciam o aparecimento de classes hierárquicas (MACLEAN & METCALFE, 2001; BALDISSEROTTO, 2002) e o comportamento canibal das larvas de piabanha-do-Pardo, a menor sobrevivência, em uma menor densidade pode ser explicada pelo aumento de hierarquia e conseqüente aumento do canibalismo, uma vez que partes de animais foram encontrados nos aquários e observado o predatismo. Mas como o canibalismo altera a densidade de estocagem, estes dois fatores variam ao longo do cultivo.

Verifica-se que a determinação da densidade ótima é importante para controlar o comportamento canibal e para isso deve ser considerada a espécie a ser criada, o tamanho dos peixes, alimento, condições de cultivo, manejo adotado entre outros fatores, ressaltando que a densidade ótima muda conforme os fatores envolvidos. Por esses motivos, tem sido difícil estabelecer a densidade ideal para o cultivo das diferentes espécies de peixes brasileiros (LUZ & ZANIBONI FILHO, 2002).

Elevadas densidades iniciais, também apresentaram efeitos negativos no crescimento e na sobrevivência devido as baixas concentrações de presas e/ou freqüências de alimentação gerando uma concorrência exacerbada pelo alimento, levando à formação de hierarquias de dominância social resultando em elevadas mortalidade de peixes (FAULK et al., 2007). O cultivo de juvenis de bijupirá *Rachycentron canadum* sob diferentes taxas de vazão do biofiltro, apresentou uma mortalidade significativamente maior em baixas taxas de fluxo, onde a qualidade de água foi inferior, porém, mortalidades inexplicáveis foram imputadas ao canibalismo, que foi menor no sistema de recirculação (VAN DER MEEREN et al., 2011).

Quanto aos parâmetros da água, biofiltros e suas bactérias vêm sendo utilizados para melhorar a sua qualidade, no cultivo de peixes, ou não, podendo resultar em melhores índices de rendimento dos peixes (RHIDA & CRUZ, 2001; CHEN et al., 2006; AVELLA et al. ; 2010, VAN DER MEEREN et al. ; 2011; AVELLA et al., 2010; VAN DER MEEREN et al., 2011;, PEDREIRA, 2003; FAULK et al., 2007; PEDREIRA et al., 2009). Os resultados diversos podem ser atribuídos a eficiência da nitrificação no filme bacteriano do biofiltro que envolve processos físicos, químicos e biológicos que são regidos por uma série de parâmetros, tais como substratos e concentrações de oxigênio dissolvido, matéria orgânica, temperatura, pH, alcalinidade, salinidade e nível de turbulência (CHEN et al., 2006). Por tanto, escolher o parâmetro adequaquadro para indicar a qualidade da água para o monitoramento do cultivo e o seu valor, é um processo complexo que pode depender fortemente da espécie, tamanho, cultura e objetivos (COLT, 2006).

As diferentes concentrações de substratos empregadas melhoraram a qualidade da água, resultando em maiores concentrações de nitrato e condutividade e menor amônia, em relação ao sistema sem o uso de biofiltro (somente aeração), mantendo uma melhor condição para o cultivo da piabanha-do-Pardo *Brycon* sp. . A melhoria da qualidade da água, sem alteração no crescimento e sobrevivências tem sido descrita, para larvas de espécie deste mesmo gênero a piracanjuba *B. orbignyanus*, onde foram observadas menores concentrações de amônia (PEDREIRA, 2003) e para larvas de pacamã *Lophiosilurus alexandri*, que apresentou menores concentrações de amônia e nitrito e maiores de nitrato em sistema com biofiltro com concha, quando comparados a tanques sem biofiltro (somente com aeração) (PEDREIRA et al., 2009). No entanto, o biofiltro além de manter uma melhor qualidade da água, se comparado a um sistema sem biofiltro, pode possibilitar melhores sobrevivências, para juvenis de bacalhau do Atlântico *Gadus morhua* (VAN DER MEEREN et al., 2011), mas pode algumas vezes piorar (FAULK et al., 2007; PEDREIRA e RIBEIRO, 2008).

Comparando-se as duas concentrações de substrato no biofiltro, verifica-se uma menor eficiência de oxigenação e menor capacidade de formação de nitrato, no tratamento com maior concentração de substrato (80 g/L) evidenciando que seria necessário uma aeração mais forte para este tratamento ter a mesma capacidade de nitrificação.

O maior número de larvas de piabanha-do-Pardo e conseqüente maior quantidade de alimento determinou a diferença dos parâmetros da água. O aumento da densidade de estocagem tem gerado a diminuição do pH, oxigênio e aumento da condutividade (SOARES et al., 2002) e da amônia (GONÇALVES et al., 2010)

Mesmo que não se verifique diferenças nos parâmetros das larvas, a manutenção de uma água de melhor qualidade é importante pois evita condições adversas que podem diminuir o crescimento ou provocar mortalidades em massa (SKJERMO et al., 1997, SKJERMO & VADSTEIN, 1999; MARTINS et al, 2009; AVELLA et al., 2010; VAN DER MEEREN et al., 2011).

Neste sentido a presença de calcário no biofiltro, tem por objetivo aumentar a alcalinidade (ROJAS et al., 2001; ROJAS & ROCHA, 2004), que evita flutuações na qualidade da água, mantendo o pH mais constante apesar do processo de acidificação pelo aporte de matéria orgânica (SCHÄFER, 1985), o que foi observado neste trabalho. Verifica-se que o acúmulo de matéria orgânica, ao longo do tempo, acidificou a água do cultivo, como também verificado por outros autores (NIWOOTI et al. 2004; PEDREIRA et al., 2008; CAVALCANTE & SÁ, 2010), enquanto o calcário tendeu a aumentar o pH, evitando

flutuações bruscas, que seriam prejudiciais. Por este motivo as águas foram mais ácidas quando se aumenta a densidade de estocagem das larvas de piabanha do Pardo, ou no meio que não foi empregado o biofiltro. A relação direta entre concentração de calcário, pH e condutividade tem se mostrado determinante para o maior pH e condutividade (ROJAS et al., 2001; ROJAS & ROCHA, 2004; PEDREIRA & RIBEIRO, 2008). Processo semelhante foi observado em um sistema utilizando água residual da criação do matrinxã *B. cephalus* para cultivo de alface em hidroponia. O pH da água residual apresentou, após a passagem pelos tanques de criação de peixes sem biofiltro, valor médio de 7,2; após o biofiltro (sem calcário) o pH foi reduzido para 5,7 em função da nitrificação e, com a passagem pelo reservatório de rocha calcária, elevou-se para 6,2, em média (CORTEZ et al., 2009).

CONCLUSÃO

Maiores densidades de estocagem das larvas promoveram um menor crescimento e queda na qualidade da água, porém, devido ao canibalismo das larvas de piabanha- do- Pardo, alguns resultados, caso da sobrevivência e biomassa podem diferir dos esperados.

As concentrações de biofiltros geraram uma melhoraria na qualidade da água e conseqüentemente melhor condição de cultivo.

A concentração de biofiltro intermediária (40g/L) resultou em uma melhor qualidade de água, apresentando maiores concentrações de nitrato e teor de oxigênio do que os biofiltros com maior concentração de substrato (80g/L). Aumentar muito a quantidade de substrato do biofiltro, não significa que a resposta aumente na mesma proporção.

Com maior eficiência, e menos material utilizado, indica-se o emprego de concentrações de substrato de 40 g de substrato/L.

A cultura com biofiltros permite aumentar a densidade de estocagem de larvas, uma vez que exerce uma melhoria nos parâmetros da água, além de permitir o controle e diminuição de resíduos, causando menores impactos ambientais.

AGRADECIMENTO

Agradecemos ao convênio Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq, ao Etene/Fundeci Banco do Nordeste do Brasil - BNB, a Fundação de Apoio e Desenvolvimento do Ensino Tecnológico do Instituto Federal Campus Salinas (FADETEC Salinas) na pessoa do professor Luciano Xavier dos Santos e a Carlos Ottoni (Técnico do laboratório de Aquicultura da UFVJM).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANA, L. V. **Princípios químicos de qualidade da água em aquíicultura: uma revisão para peixes e camarões**. 2 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004. 766p.
- ARAÚJO JR., M. M. **Reator combinado anaeróbio-aeróbio de leito fixo para remoção de matéria orgânica e nitrogênio de água residuária de indústria produtora de lisina**. 2006. 136p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2006.
- ATENCIO-GARCÍA, V.; ZANIBONI-FILHO, E.; PARDO-CARRASCO, S.; ARIAS-CASTELLANOS, A. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.25, n.1, p.61-72, 2003.
- AVELLA, M.A.; GIOACCHINI, G.; DECAMP, O., MAKRIDIS, P.; BRACCIATELLI, C.; CARNEVALI, O. Application of multi-species of *Bacillus* in sea bream larviculture. **Aquaculture**, Amsterdam, v.305, p.12–19, 2010.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Florianópolis: Editora UFSM, 211p., 2002.
- BARBOSA, J. M.; BRUGIOLO, S.S.S.; CAROLSFELD, J.; LEITÃO, S.S. Heterogeneous growth fingerlings of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: effects of density and initial size variability. **Brazilian Journal Biological**, Maringá, v.66, n.2, p.537-541, 2006.
- BARCELLOS, L.J.G.; KREUTZ, L.C.; QUEVEDO, R.M. et al. Nursery rearing of jundiá, *Rhamdia quelen* (quoy & gaimard) in cages: cage type, stocking density and stress response to confinement. **Aquaculture**, Amsterdam, v.232, n.1-4, p.383-394, 2004.
- BELMONTE, R.A.F. **Considerações sobre a propagação artificial da piracanjuba, *Brycon orbignyanus*** - CESP. In: *Anais... Seminário Sobre Criação de Espécies do Gênero *Brycon**, 1. p.17-18, 1994.
- BERNARDINO, G.; SENHORINI, J.A.; FONTES, N.A. Propagação artificial de matrighã *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Teleostei, Characidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 8. Aracaju. Programa de resumos. p.49, 1993.
- CAVALCANTE, D.H.; SÁ, M.V.C. Efeito da fotossíntese na alcalinidade da água de cultivo da tilápia do Nilo. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.1, p.67-72, 2010.

- CECCARELLI, P. S. **Canibalismo em larvas de matrinxã *Brycon cephalus*** (Günther, 1869). Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, São Paulo, Brasil, 1997.
- CECCARELLI, P. S.; VOLPATO, G. L. Canibalismo em larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*: efeito da densidade e de consorciação com pacu e curimatã. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA (SIMBRAQ). *Resumos...* p.114, 1996.
- CECCARELLI, P. S.; SENHORINI, J. A. *Brycon* viabilização da produção de alevinos. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.6, n.35, p.10-11, 1996.
- CHEN, S.L.; LING, J.; BLANCHETON, J.P. Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. **Aquacultural Engineering**, Essex, v.34, p.179-197, 2006.
- COLT, J.; LAMOUREUX, J.; PATTERSON R.; ROGERS, G. Reporting standards for biofilter performance studies. **Aquacultural Engineering**, Essex , v.34, p.377-388, 2006.
- CORTEZ, G.E.P., DE ARAÚJO, J.A.C., BELLINGIERI, P.A., DALRI, A.B. Qualidade química da água residual da criação de peixes para cultivo de alface em hidroponia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.4, p.494-498, 2009.
- COULIBALY, A.; OUATTARA, I. N.; KONÉ, T.; N'DOUBA, V.; SNOEKS, J.; GOORÉ BI, G.; KOUAMÉLAN, E. P. First results of floating cage culture of the African catfish *Heterobranchus longifilis* Valenciennes, 1840: effect of stocking density on survival and growth rates. **Aquaculture**, Amsterdam, v.263, n.1, p.61-67, 2007.
- De LIMA, F.C.T. **Revisão taxonômica do gênero *Brycon* Müller e Troschel, 1844, dos rios da América do Sul cisandina (Pisces, Ostariophysi, Characiformes, Characidae)**. 312p. Dissertação (Mestrado – Ciências Biológicas) USP, 2001.
- DRENNAN, D. G. et al. Standardized evaluation and rating of biofilters. **Aquacultural Engineering**, Essex, v.34, p.403-416, 2006.
- DUMONT-NETO, R.; PELLI, A.J.L; FREITAS, C.L.; COSTA, A.E.; de-FREITAS, E.N.; BARBOSA, D.C. Reprodução induzida da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*, Valenciennes, 1903), durante a primeira maturação sexual, cultivada em cativeiro, na estação de pesquisa e desenvolvimento ambiental de Volta Grande - CEMIG. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.24, p.105-107, 1997.

- FARIA, C.A. Propagação artificial de piabanha (*Brycon insignis*) na seção de hidrobiologia e aqüicultura de Paraibuna - CESP. In: *Anais... Seminário Sobre Criação de Espécies do Gênero Brycon*, 1. p.9-16, 1994.
- FAULK, C.K.; KAISER, J.B.; HOLT, G.J. Growth and survival of larval and juvenile cobia *Rachycentron canadum* in a recirculating raceway system. **Aquaculture**, Amsterdam, v.270, p.149–157, 2007.
- FERNANDES, G.Q.; PEREIRA, M.A.V.C.; JÚNIOR, D.G. M.; SOUZA, G. Levantamento de parasitos em infrapopulação de *Brycon insignis* STEINDACHNER, 1876 (Pisces, Characidae), criada na região norte fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.7, n.3, p.309-313, 2006.
- GARUTTI, V. **Piscicultura Ecológica**. São Paulo: Editora UNESP, 2003. 332 p.
- GOLDMAN, C.R.; HORNE, A.J. **Limnology**. New York: MacGraw-Hill, 1983.
- 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).
- GOMES, M.V.T. **Limnologia parâmetros físicos e químicos (teoria e prática)**. Três Marias: CODEVASF, Nov., 2009.
- GOMIERO, L. M ; BRIANI, D. C.; GIASSON, L.M. Vertebrados consumidos por *Brycon opalinus* (Pisces, Characidae) em rios do Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Biota Neotropical**, Buenos Aires, v.6, n.3, 2006.
- GONÇALVES, A. F. N.; TAKAHASHI, L. S.; URBINATI, E. C.; BILLER, J. D.; FERNANDES, J. B. K. Transporte de juvenis de curimatá *Prochilodus lineatus* em diferentes densidades. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.32, n.2, p.205-211, 2010
- HENGSAWAT, K.; WARD, F.J.; JARURATJAMORN, P. The effect of stocking density on yield, growth and mortality of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell 1822) cultured in cages. **Aquaculture**, Amsterdam, v.152, p.67-76, 1997.
- JOBLING, M. **Fish bioenergetics**. London: Chapman e Hall, 294p, 1994.

- KOEBELE, B.P. Growth and size hierarchy effect: an experimental assessment of three proposed mechanisms; activity differences, disproportional food acquisition, physiological stress. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v.12, p.181-188, 1985.
- KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. (Ed.). **Methods of sea water analysis**. Weinheim: Verlag Chemie, 1976. p.117-181.
- LEKANG, O.I.; KLEPPE, H. Efficiency of nitrification in trickling filters using different filter media. **Aquacultural Engineering**, Essex, v.21, p.181-199, 2000.
- LEONARDO; A.F.G.; HOSHIBA, M.A.; SENHORINI, J.A.; URBINATI, E.C. Canibalismo EM Larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*, após imersão dos ovos à diferentes concentrações de triiodotironina (T3). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.34, n.2, p.231-239, 2008.
- 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 Biological Sciences**, Maringá, v. 22,2000.
- LUZ, R.K.; 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**, Viçosa, v.31, p.560-565, 2002.
- MACLEAN, A.; METCALFE, N. B. Social status, access to food, and compensatory growth in juvenile Atlantic salmon. **Journal of Fish Biology**, London, v.58, n.5, p.1331-1346, 2001.
- MALONE, R.F.; PFEIFFER, T.J. Rating fixed film nitrifying biofilters used in recirculating aquaculture systems. **Aquacultural Engineering**, Essex, v.34, n.3, p.389-402, 2006.
- MARENGONI, N. G. Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 55, n.210, p.127-138, 2006.
- MARTINS, C.I.M.; PISTRIN, M.G.; ENDE, S.S.W.; Eding, EP.H.; VERRETH, J.A.J. The accumulation of substances in Recirculation Aquaculture Systems (RAS) affects embryonic and larval development common carp *Cyprinus carpio*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 291, 65-73, 2009.
- MENDONÇA, J.O.J. Criação de espécies do gênero *Brycon* no CEPTA/IBAMA. In: *Anais... Seminário Sobre Criação de Espécies do Gênero Brycon*, 1., 1994. P.31-48

- NIWOOTI, N.; MIGO, V.P.; ALFAFARA, C.G.; YOUNG, H.K. NOMURA, N. MATSUMURA, M. Strategies for alkalinity and pH control for ozonated shrimp pond water. **Aquacultural Engineering, Essex**, v.30, p.1–13, 2004.
- NIWOOTI, N.; MIGO, V.P.; ALFAFARA, C.G.; YOUNG, H.K.; NOMURA, N.; MATSUMURA, M. Strategies Tolerância e Juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambientes confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.5, p.513-516, 2004.
- NOGUEIRA FILHO, H. **Aquaponia**: cultivo hidropônico de alface com a utilização de água residual da criação de tilápias. 52p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- OLÍVAR, M.P., AMBROSIO, P.P., CATALÁN I.A. A closed water recirculation system for ecological studies in marine fish larvae: growth and survival of sea bass larvae fed with live prey. **Aquatic Living Resource**, Montrouge, v.13, p.29-35, 2000.
- OSTRENSK, A.; BOEGER W. **Piscicultura**: fundamentos e técnicas de manejo. Guaíba: Editora Agropecuária, 211 p., 1998.
- OSTROWSKI, A.; IWAI, T.; MONAHAN, S.; UNGER, S.; AND DAGDAGAN, D. Nursery production technology for Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.139, n.1, p.19-29, 1996.
- PARRA, J.E.G.; RADÜNZ NETO, J.; VEIVERBERG, C.A.; LAZZARI, R.; BERGAMIN, G.T.; CORRÊIA, V.; FERREIRA, C.C.; FERREIRA, F.W. Desempenho reprodutivo de fêmeas de jundiá alimentadas com diferentes fontes protéicas. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v.59, n.226, 2010.
- PEDREIRA, M.M.; SAMPAIO, E.V.; dos SANTOS, C.E.J.; LUZ, R.K. Cultivo de matrinxã *Brycon orthotaenia* (Gunther, 1964) em tanques-rede, em diferentes densidades de estocagem. **Acta scientiarum**, Maringá, v.32, n.1, p.17-22, 2010.
- PEDREIRA, M. M.; LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E. dos; SAMPAIO, E. V.; SILVA, R. S. F. Biofiltração da água e tipos de substrato na larvicultura do pacamã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.5, p.511-518, 2009.
- PEDREIRA, M.M.; RIBEIRO, S.J. Efeito e um tipo de biofiltro na larvicultura de Pacamã *Lophiosilurus alexandri* (Siluriformes). **Agropecuária Técnica**, Areia, v.29, n.1-2, 2008.

- PEDREIRA, M.M. Comparação entre três sistemas no cultivo de larvas de piracanjuba. **Revista Ceres**, Viçosa, v.50, n.292, p.779-786, 2003.
- PEDREIRA, M. M.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Effect of prey selection and ration addition on the rearing of piracanjuba larvae, *Brycon orbignyanus*. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, São Luiz, v.14/15, p.99–109, 2002.
- PEREIRA, J.A.; CAVALHEIRO, J.M.O; LEITE, R.L.; PAZ, R.J. Considerações sobre algumas variáveis limnológicas em tanque de cultivo do camurim (*Centropomus parallelus* POYE, 1860) no brejo paraibano. Anais do CONBEP e CONLAEP, Recife, 1999. V.1, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.5, 2009.
- PIOVEZAN, U. Efeito da dieta na sobrevivência de larvas de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). CAUNESP. In: Anais... Seminário Sobre Criação de Espécies do Gênero *Brycon*, 1. P.21-24, 1994.
- POMPEU, P.S.; MARTINEZ, C.B. Variações temporais na passagem de peixes pelo elevador da Usina Hidrelétrica de Santa Clara, rio Mucuri, leste brasileiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 23, n. 2, 2006.
- RHIDA, M.T.; CRUZ, E.M. Effect of biofilter media on water quality and biological performance of the Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* L. Reared in a simple recirculating system. **Aquacultural Engineering, Essex**, v.24, p.157-166, 2001.
- ROJAS, N. E. T. *et al.* O efeito da alcalinidade da água sobre a sobrevivência e o crescimento das larvas do curimatã, *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae), mantidas em laboratório. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 129-136, 2001.
- ROJAS, N. E. T.; ROCHA, O. Influência da alcalinidade da água sobre o crescimento de larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 Perciformes, Cichlidae) **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, no. 2, p. 163-167, 2004.
- ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M.Y.; FENERICH-VERANI, N. Stages of embryonic development of the “matrinxã”, *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.27, n.1, p.27-32, 2001.
- ROWLAND, S. J.; MIFSUD, C.; NIXON, M.; BOYD, P. Effects of stocking density on the performance of Australian freshwater silver perch (*Bidyanus bidyanus*) in cages. **Aquaculture**, Amsterdam, v.253, n.1-4, p.301-308, 2006.

- SANTIAGO, V.M.J. **Nitrificação em biodisco**. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; In: *Anais...* Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 19., 1995. p.958-970,
- SATO, Y.; MIRANDA, M. O. T.; BAZZOLI, N.; RIZZO, E. Impacto do reservatório de Três Marias sobre a piracema a jusante da barragem. In: *Anais...* Encontro Brasileiro de Ictiologia, 11., 1995.
- SCHÄFER, A. **Fundamentos de ecologia e biologia das águas continentais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 532p.
- SENHORINI, J.A. Biologia larval do matrinxã *Brycon cephalus* (Günther, 1869) e do piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849), (Pisces Characidae) em viveiros. 264p. Tese (Doutorado) Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, 1999.
- SHIMODA et al. Determinação da razão ótima de espermatozoides por ovócitos de piabanha *Brycon insignis*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, 2007.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Variação diurna de alguns parâmetros limnológicos em três viveiros de piscicultura submetidos a diferentes tempos de residência. **Acta limnológica**, Lund, v.8, p.29-30, 1996.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Limnologia aplicada a aqüicultura. FUNEP/UNESP, **Boletim Técnico**, n. 1, 1995. 72p.
- SKJERMO, J.; VADSTEIN, O. Techniques for microbial control in the intensive rearing of marine larvae. **Aquaculture**, Amsterdam, v.177, n. 1-4, 1 p.333-343, 1999.
- SKJERMO, J.; SAIVESSEN, I. ; OIE, G.; OLSEN, Y.; VADSTEIN, O. Microbially matured water: a technique for selection of a non-opportunistic bacterial flora in water that may improve performance of marine larvae. **Aquaculture International**, London, v.5, p.13-28, 1997.
- SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; SCHAMBER, C. R. Efeito da densidade de estocagem do quinguio, *Carassius auratus* L., 1758 (Osteichthyes, Cyprinidae), em suas fases iniciais de desenvolvimento **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 527-532, 2002.

- TESTOLIN, G. Avaliação da alface hidropônica usando água de piscicultura mistura com diferentes porcentagens de soluções nutritivas. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 75p, 2009.
- TINOCO, S.T.J. Análise Sócio-Econômica da Piscicultura em Unidades de Produção Agropecuária Familiares da Região de Tupã, SP. In: FONSECA, C. **Estudos da alimentação das pós larvas e alevinos de *Leporinus frederici***. Dissertação (Mestrado) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Jaboticabal, 1999.
- VAN DER MEEREN, T.; BRUNVOLD, L.; SANDAA, R.A.; BERGH, O.; CASTBERG, T.; THYRHAUG, R.; MANGOR-JENSEN, A. Water quality and microbial community structure in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) cultures. **Aquaculture**, Amsterdam, v.316, n.1-4, p.111-120, 2011.
- WOYNAROVICH, E.; SATO, Y. Special rearing of larvae and post-larvae of matrinxã (*Brycon lundii*) and dourado (*Salminus brasiliensis*). In: HARVEY, B, CAROSFELD, J., (eds). **Workshop on larval rearing of finfish**. (s.l.) CIDA, ICSU, ICSU, CASAFA, 1990.
- ZANIBONI FILHO, E.; REYNALTE-TATAJE, D.; WEINGARTNER, M. Potencialidad del género *Brycon* en la piscicultura brasileña. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, Medellin, v.19, p.233-240, 2006.