



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

**Incubação dos ovos e larvicultura da piava (*Leporinus obtusidens*):  
efeito do pH**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

Orientador: Alex Pires de Oliveira Nuñez

**MÁRIO AUGUSTO GOSMANN**

FLORIANÓPOLIS/SC  
2012

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Gosmann, Mário Augusto

Incubação dos ovos e larvicultura da piava (*Leporinus obtusidens*): efeito do pH / Mário Augusto Gosmann ; orientador, Alex Pires de Oliveira Nuñez - Florianópolis, SC, 2013.

42 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura.

Inclui referências

1. Aquicultura. 2. Piscicultura. 3. Qualidade de água. 4. Anostomidae. I. Nuñez, Alex Pires de Oliveira. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. III. Título.

**Incubação dos ovos e larvicultura da piava (*Leporinus obtusidens*):  
Efeito do pH.**

Por

MARIO AUGUSTO GOSMANN

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

**MESTRE EM AQUICULTURA**

e aprovada em sua forma final pelo Programa de  
Pós-Graduação em Aqüicultura.

---

Prof. Alex Pires de Oliveira Nuñez, Dr.  
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

---

Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez – *Orientador*

---

Dr. Bernardo Baldisserotto

---

Dr. Marcos Weingartner

---

Dr. Vinícius Ronzani Cerqueira



## **AGRADECIMENTOS**

À minha Família, por estar sempre presente nos momentos bons ou ruins e por todo o suporte e apoio.

Ao Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez pela orientação e oportunidade para realização dessa pesquisa.

Aos amigos e colegas do LAPAD, pelos bons momentos de convivência e que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura, pela oportunidade para a obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

À CAPES, pelo financiamento e disponibilização da bolsa de estudos.



## RESUMO

A piava, *Leporinus obtusidens*, é um peixe Anostomidae pertencente à ordem dos Characiformes, que se distribui nas bacias do rio São Francisco, do rio Paraná e do rio Uruguai, considerada uma espécie de grande porte que realiza migrações reprodutivas. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do pH da água na fase de incubação dos ovos e durante a larvicultura de *Leporinus obtusidens*, pois o pH exerce importantes funções na fisiologia e no metabolismo dos peixes. Durante a fase de incubação dos ovos foram testados três níveis de pH (5,0, 7,0 e 9,0), sendo que em pH 7,0 foram registrados os melhores resultados, com taxa de fertilização, de eclosão e peso das larvas eclodidas iguais a  $29,62 \pm 6,01$  %,  $23,57 \pm 2,81$  % e  $0,63 \pm 0,01$  mg, respectivamente. Na larvicultura foram testados cinco níveis de pH (5,0, 6,0, 7,0, 8,0 e 9,0). Os pH 5,0 e 6,0 foram letais para as larvas em 24 e 72 h, respectivamente. Em pH 9,0 foram registrados os melhores resultados em sobrevivência ( $87,22 \pm 3,47$  %) e peso final ( $3,82 \pm 0,19$  mg). O comprimento final das larvas foi o mesmo ( $P > 0,05$ ) nos pH 7,0, 8,0 e 9,0.

*Palavras-chave:* Piscicultura, qualidade de água, Anostomidae.



## ABSTRACT

*Leporinus obtusidens* is an Anostomidae fish that belongs to the Characiformes order, which is found in São Francisco, Paraná and Uruguay River basins. It is considered a large species that carries out reproductive migrations. The aim of this study is to evaluate the effect of water pH during egg incubation and larviculture of *Leporinus obtusidens*, because pH plays an important role in physiology and metabolism of fish. During the egg incubation three levels of pH (5.0, 7.0 and 9.0) were tested. At pH 7.0 the best results were registered with fertilization rate, hatching rate and weight of hatched larvae equal to  $29.62 \pm 6.01\%$ ,  $23.57 \pm 2.81\%$  and  $0.63 \pm 0.01$  mg, respectively. During larval rearing five levels of pH (5.0, 6.0, 7.0, 8.0 and 9.0) were tested. The pH 5.0 and 6.0 were lethal for larvae at 24 and 72 h, respectively. At pH 9.0 better results in survival ( $87.22 \pm 3.47\%$ ) and final weight ( $3.82 \pm 0.19$  mg) were recorded. The final length of the larvae was the same ( $P > 0.05$ ) in pH 7.0, 8.0 and 9.0.

**Keywords:** Fish farming, water quality, Anostomidae.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Sobrevivência (%) das larvas de *Leporinus obtusidens* em diferentes níveis de pH ao longo do tempo. .... 28
- Figura 2. Peso final das larvas de *Leporinus obtusidens* após 10 dias de cultivo criação em diferentes pH. Equação da Regressão:  $Y = 56,26 - 14,38X + 0,95 X^2$ ,  $R^2 = 0,9754$ ..... 28



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Qualidade da água durante a incubação dos ovos de *Leporinus obtusidens* em diferentes níveis de pH..... 25
- Tabela 2. Taxa de fertilização, taxa de eclosão, comprimento total e peso total das larvas eclodidas de *Leporinus obtusidens* em diferentes pH. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os pH. .... 25
- Tabela 3. Modelos de regressão e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) referentes ao diâmetro e ao espaço perivitelínico dos ovos de *Leporinus obtusidens* incubados em pH 5,0, 7,0 e 9,0 em 1 hora após a fertilização (HAF), 3HAF e 9HAF. .... 26
- Tabela 4. Variáveis da qualidade da água durante a larvicultura de *Leporinus obtusidens* em diferentes níveis de pH..... 27
- Tabela 5. Equações da regressão entre a sobrevivência de larvas de *Leporinus obtusidens* e os diferentes pH nos intervalos de 0-72h e de 96-240h..... 27
- Tabela 6. Concentração de íons  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  no início e ao final da larvicultura de *Leporinus obtusidens* em diferentes níveis de pH..... 29



## SUMÁRIO

1. INTODUÇÃO .....	17
1.1. EFEITO DO PH .....	18
1.2. PIAVA ( <i>LEPORINUS OBTUSIDENS</i> VALENCIENNES, 1837).....	18
2. JUSTIFICATIVA.....	19
3. OBJETIVOS.....	19
3.1. OBJETIVO GERAL.....	19
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
4. ARTIGO CIENTÍFICO* .....	20
1. INTRODUÇÃO.....	21
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
2.1. EXPERIMENTO I: INCUBAÇÃO.....	22
2.2. EXPERIMENTO II: LARVICULTURA .....	23
3. RESULTADOS .....	24
3.1. EXPERIMENTO I: INCUBAÇÃO.....	24
3.2. EXPERIMENTO II: LARVICULTURA .....	26
4. DISCUSSÃO.....	29
4.1. EXPERIMENTO I: INCUBAÇÃO.....	29
4.2. EXPERIMENTO II: LARVICULTURA .....	30
5. CONCLUSÕES.....	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO .....	40



## 1. INTRODUÇÃO

A aquicultura no Brasil vem apresentando um crescimento contínuo, sendo que em 2010, a produção aquícola atingiu, aproximadamente 479.397 t, sendo 82,3% proveniente da aquicultura continental (MPA, 2010). Esse valor expressa o potencial que o Brasil apresenta para atingir o patamar de maior produtor aquícola da América do Sul (ROJAS, 2011).

Atualmente, a aquicultura continental no Brasil está centrada no cultivo de tilápias e de carpas, que representam 63,4 % da produção, entretanto a produção de tambaqui, pacu e tambacu está em ascensão, e hoje representa 24,6 % da produção (MPA, 2010). A busca por espécies nativas com potencial para a aquicultura tem sido intensificada, visto que utilizar as espécies em seu ambiente de origem é muito mais vantajoso, pois elas já estão aclimatadas às condições ambientais e sofrem menos com as possíveis variações climáticas (ROJAS, 2011).

O Brasil apresenta uma enorme diversidade de espécies de peixes nativos com características ideais para a piscicultura, mas ainda faltam muitas informações para que as mesmas possam ser utilizadas em cultivos comerciais (ZANIBONI FILHO, 2004). Um dos entraves está na produção de juvenis de alta qualidade, uma vez que o sucesso da aquicultura depende em grande parte deles (MARTINEZ et al. 2000), sendo que para sua produção é necessário conhecer sua fisiologia, seu comportamento e suas exigências ambientais e nutricionais (PIANA; BAUMGARTNER; GOMES, 2003).

O conhecimento sobre a piava (*Leporinus obtusidens*) vem aumentando ao longo dos anos, sendo que estudos relacionados à sua alimentação, aos seus aspectos reprodutivos e a influência de parâmetros de qualidade de água como temperatura e oxigênio dissolvido já foram realizados (RADÜNZ NETO et al, 2006; REYNALTE TATAJE; ZANIBONI FILHO, 2010; ROJAS, 2011), no entanto, o efeito do pH sobre a incubação dos ovos e a larvicultura dessa espécie ainda não é conhecido.

Tendo em vista que altas taxas de mortalidade são registradas durante os estágios iniciais de desenvolvimento dos ovos e das larvas dos peixes, devido à sensibilidade que apresentam às variações do ambiente (MILLER et al. 1988), e que essas variações podem afetar diretamente a qualidade das larvas (CLARAMUNT; WAHL, 2000), o presente estudo configura-se como extremamente relevante nesse processo de produção de informação para a criação desta espécie.

## 1.1. Efeito do pH

O pH exerce grande influência nos ambientes aquáticos, atuando sobre muitos fenômenos químicos e biológicos (ARANA, 2010), e, por apresentar um papel importante sobre o metabolismo e a fisiologia dos peixes (PARRA; BALDISSEROTTO, 2007), pode afetar o seu crescimento e a sua reprodução.

A exposição a valores extremos e a ocorrência de variações bruscas de pH podem afetar as funções fisiológicas e até mesmo levar os peixes à morte, visto que o pH influencia diretamente a regulação iônica do animal (SCOTT; LUCAS; WILSON, 2005). Em casos de extrema acidez o pH pode causar asfixia devido à degeneração das brânquias (BOYD, 1996). Já com pH muito alcalino ocorre a inibição da excreção de amônia, que eleva o pH intracelular (WILKIE; WOOD, 1994).

Estudos com *Rhamdia quelen* mostraram que as larvas apresentaram maior crescimento e sobrevivência em água com pH entre 8,0 e 8,5 (LOPES; SILVA; BALDISSEROTTO, 2001). Para larvas de *Prochilodus lineatus* as maiores taxas de sobrevivência ocorreram com pH entre 4,8 e 9,2 (ZANIBONI FILHO et al. 2009).

Ferreira, Nuñez e Esquivel (2001) mostraram que os ovos de *Rhamdia quelen*, incubados em pH 4,0 apresentaram mortalidade total entre 6 e 12 horas após a fertilização. Já os ovos de *Prochilodus lineatus* apresentaram mortalidade total em pH 5,0 (REYNALTE-TATAJE, 2000).

Para *Leporinus obtusidens* não existe literatura relacionada ao efeito do pH da água sobre a incubação dos ovos e a larvicultura da espécie.

## 1.2. Piava (*Leporinus obtusidens* Valenciennes, 1837)

A piava, *Leporinus obtusidens*, é encontrada nas bacias do rio São Francisco, do rio Paraná (GARAVELLO, 1979) e do rio Uruguai (ZANIBONI FILHO; SHULZ, 2003). Esta espécie pertence à ordem dos Characiformes, família Anostomidae, e é muito conhecida pelos pescadores comerciais e esportivos, além de apresentar excelente qualidade de carne (ZANIBONI FILHO, 2004) e ótima aceitação no mercado, atingindo elevados preços de venda em algumas regiões do Brasil (REYNALTE-TATAJE; ZANIBONI FILHO, 2005).

A espécie é considerada de grande porte, podendo atingir 7,5 kg (TAITSON; CHAMI; GODINHO, 2008), e apresenta desova total que

ocorre durante as suas migrações reprodutivas (TAITSON; CHAMI; GODINHO, 2008; REYNALTE-TATAJE; ZANIBONI FILHO, 2010).

Essa espécie apresenta hábito alimentar onívoro, alimentando-se de insetos, restos de peixes e vegetais (SANTOS, 2000), sendo que Ribeiro et al. (2001) também a classificaram como onívora de amplo espectro, o que proporciona uma vantagem no aproveitamento de alimento. Radünz Neto et al. (2006) concluíram que a utilização de alimentos inertes a base de farinha de soja proporcionou resultados satisfatórios de crescimento para essa espécie.

Em função dessas características a piava é considerada uma espécie com grande potencial para a aquicultura, havendo um crescente interesse para o cultivo dessa espécie (REYNALTE-TATAJE; ZANIBONI FILHO, 2010).

## **2. JUSTIFICATIVA**

Este estudo foi proposto com base no crescente interesse pelo cultivo de espécies nativas na aquicultura continental.

Como atualmente o pacote tecnológico disponível para *Leporinus obtusidens* é muito limitado, estudos são necessários para desenvolver técnicas precisas para otimizar o processo de incubação e larvicultura desta espécie.

O efeito do pH nessas etapas é extremamente importante para a produção de larvas sadias, que posteriormente apresentem desempenho satisfatório no ambiente de cultivo.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1. Objetivo Geral**

Avaliar a influência da qualidade da água sobre o desenvolvimento de *Leporinus obtusidens*.

### **3.2. Objetivos Específicos**

- Avaliar o efeito do pH da água sobre o desenvolvimento de *L. obtusidens* durante a fase de incubação dos ovos;
- Avaliar o efeito do pH da água sobre o desenvolvimento de *L. obtusidens* durante a fase de larvicultura.

#### 4. ARTIGO CIENTÍFICO\*

\*Artigo no formato requerido pelo periódico Journal of the World Aquaculture Society (ISSN: 1749-7345)

##### **Incubação de ovos e larvicultura da piava (*Leporinus obtusidens*): efeito do pH**

Mário Augusto Gosmann<sup>a,b</sup> e Alex Pires de Oliveira Nuñez<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup>Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Aquicultura, Rodovia Admar Gonzaga, 1346, Florianópolis, SC, CEP 88034-001

<sup>b</sup>Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água doce, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Aquicultura, Rodovia SC 406, N° 3532, Florianópolis, SC, CEP 88066-000.

\* Autor para correspondência. Tel/Fax : +55 48 3389-5216. e-mail: alex.nuner@ufsc.br (A. P. O. Nuñez). Endereço postal: Rodovia SC 406, n° 3532, Lagoa do Peri, Florianópolis, SC, CEP 88066-000

#### **Abstract**

The aim of this study is to evaluate the effect of water pH during the egg incubation and the larval rearing of *Leporinus obtusidens*. During the egg incubation three levels of pH were tested (5.0, 7.0 and 9.0). At pH 7.0 higher fertilization and hatching rates and weight were recorded ( $29.62 \pm 6.01\%$ ,  $23.57\% \pm 2.81$  and  $0.63 \pm 0.01$  mg, respectively). At larval rearing five levels of pH (5.0, 6.0, 7.0, 8.0 and 9.0) were tested. The pH 5.0 and 6.0 were lethal for larvae at 24 and 72 h, respectively. At pH 9.0 higher survival ( $87.22 \pm 3.47\%$ ) and final larval weight ( $3.82 \pm 0.19$  mg) were obtained. The final length of the larvae was the same ( $P > 0.05$ ) in pH 7.0, 8.0 and 9.0.

**Keywords:** Fish farming, water quality, Anostomidae.

## 1. Introdução

A qualidade da água exerce um papel fundamental no desenvolvimento adequado dos ovos e das larvas de peixes, sendo que o conhecimento da faixa ideal de pH para desenvolvimento das espécies é de grande importância para o aumento da eficiência da produção aquícola.

O pH exerce grande influência nos ambientes aquáticos, atuando sobre muitos fenômenos químicos e biológicos (Arana, 2010) e apresenta um papel importante no metabolismo e na fisiologia dos peixes (Parra; Baldisserotto, 2007), produzindo alterações histológicas que podem afetar o crescimento e a reprodução (Ferreira et al. 2001). Valores extremos de pH influenciam na regulação iônica, podendo levar à morte (Scott et al. 2005), principalmente nos estágios iniciais de desenvolvimento (Lloyd; Jordan, 1964). Casos de extrema acidez levam à perda iônica, diminuindo a concentração de íons plasmáticos e corporais (Baldisserotto, 2011), aumento na produção de muco e podem ainda degenerar as brânquias, causando asfixia (Boyd, 1996). A rápida perda iônica em pH ácido aumenta o hematócrito e a hemoglobina no plasma sanguíneo, causando um distúrbio no volume de fluídos internos, que levam à falência circulatória (Baldisserotto, 2011). O pH muito alcalino inibe a excreção de amônia, elevando o pH intracelular (Wilkie; Wood, 1994), causa efeitos negativos no funcionamento muscular e na capacidade de locomoção (Scott et al. 2005), além de promover um estado de alcalose interna, diminuindo a concentração de  $H^+$  no plasma sanguíneo e consequentemente diminuindo a troca por  $Na^+$  do ambiente externo (Baldisserotto, 2011).

A piava, *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1837) está distribuída nas bacias do rio São Francisco, do rio Paraná (Garavello, 1979) e do rio Uruguai (Zaniboni Filho; Schulz, 2003). Esta espécie apresenta grande porte, podendo atingir 7,5 kg (Taitson et al. 2008), realiza migrações reprodutivas e apresenta desova total (Taitson et al. 2008; Reynalte-Tataje; Zaniboni Filho, 2010). A piava pertence à ordem dos Characiformes, família Anostomidae, e é muito conhecida pelos pescadores comerciais e esportivos, além de apresentar excelente qualidade de carne (Zaniboni Filho, 2004) e ótima aceitação no mercado, atingindo elevados preços de venda em algumas regiões do Brasil (Reynalte-Tataje; Zaniboni Filho, 2005). Além disso, apresenta hábito alimentar onívoro, alimentando-se de insetos, restos de peixes e vegetais (Santos, 2000), sendo que Ribeiro et al. (2001) também a

classificou como onívora de amplo espectro, o que, para a piscicultura, proporciona uma vantagem no aproveitamento de alimento.

De acordo com essas características considera-se que a espécie apresenta grande potencial para a aquicultura, havendo um crescente interesse para o cultivo dessa espécie (Reynalte-Tataje; Zaniboni Filho, 2010).

O presente estudo tem por objetivo avaliar o efeito do pH da água durante a incubação dos ovos e a larvicultura de *Leporinus obtusidens*.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Experimento I: Incubação

Neste experimento foi avaliado o efeito do pH da água sobre o desenvolvimento de *Leporinus obtusidens* durante a fase de incubação dos ovos.

Para a obtenção dos ovos, foram utilizados reprodutores mantidos no LAPAD em tanques de 1.000 L, sob temperatura controlada, aeração constante e renovação de água de  $2,5 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Os indivíduos foram submetidos à indução hormonal com extrato de pituitária de carpa (EPC), para que ocorresse a maturação final dos gametas. A dosagem de hormônio foi administrada de acordo com o peso dos animais, sendo que, as fêmeas e os machos receberam duas doses, 0,5 e 5,0 mg EPC.kg<sup>-1</sup> e 0,5 e 2,5 mg EPC.kg<sup>-1</sup>, respectivamente, com intervalo de 12 h entre as aplicações (Woynarovich; Horvath, 1983). A fertilização foi realizada a seco e após a fertilização os ovos foram transferidos para incubadoras cilíndrico-cônicas com 10 L de água a 25°C no pH a ser testado, na proporção de 0,3 g de ovos.L<sup>-1</sup> (1 g = 2.020 ovos), com aeração leve e constante.

Os valores de pH testados foram 5,0, 7,0 e 9,0, utilizando-se três repetições para cada tratamento. O pH foi regulado utilizando uma solução de ácido sulfúrico 0,1N para acidificar e uma solução de hidróxido de sódio (10%) para alcalinizar, sendo que o controle do pH foi realizado a cada hora com um peagômetro DIGIMED DM-2P.

O experimento teve duração de 24 h tendo sido avaliada a taxa de fertilização (Tf) sete horas após a fertilização (HAF) dos ovos, a taxa de eclosão (24 HAF), o diâmetro dos ovos e o espaço perivitelínico (1, 3 e 9HAF) e o comprimento das larvas eclodidas. Para o cálculo da taxa de fertilização foram retiradas três amostras com 220 ovos de cada incubadora, realizada a contagem dos ovos fertilizados e posteriormente foi utilizada a fórmula  $Tf = (\text{número de ovos fertilizados} / \text{número total})$

de ovos da amostra) x 100. A taxa de eclosão foi calculada através da fórmula  $Te = \frac{\text{número de larvas viáveis eclodidas}}{(\text{número de ovos mortos} + \text{número de larvas inviáveis})} \times 100$ , sendo que de cada incubadora foram retiradas três amostras com 220 espécimes (ovos e larvas). O diâmetro dos ovos, o espaço perivitelínico e o comprimento das larvas eclodidas foram obtidos com ocular micrométrica (10x) em um microscópio estereoscópico, seguindo as recomendações de Ahlstrom, Butler e Sumida (1976), o peso das larvas recém-eclodidas foi mensurado utilizando-se uma balança analítica com precisão de 0,0001.

A temperatura e oxigênio dissolvido na água foram mensurados a cada duas horas com um oxímetro YSI 550A. A alcalinidade e a dureza foram mensuradas de acordo com Golterman et al. (1978), e a concentração de amônia total foram quantificadas através da metodologia descrita por Koroleff (1976), sendo realizadas duas amostragens, uma no início e outra no final do experimento.

O diâmetro dos ovos e o espaço perivitelínico foram analisados por regressão linear e covariância, utilizando-se o *software* GraphPad Prism® 5. A taxa de eclosão, o comprimento total e o peso das larvas eclodidas em pH 7,0 e 9,0 foram comparadas pelo teste *t* ao nível de significância de 0,05.

## 2.2. Experimento II: Larvicultura

Neste experimento foi avaliado o efeito do pH da água sobre o desenvolvimento de *Leporinus obtusidens* durante a fase de larvicultura.

A indução hormonal dos reprodutores, extrusão dos gametas, fertilização e obtenção dos ovos foi realizada da mesma maneira que no Experimento I, entretanto, a incubação ocorreu apenas em pH 7,0. Um dia após a eclosão, as larvas foram transferidas para tanques retangulares de 8 L, com densidade de 10 larvas.L<sup>-1</sup>, temperatura de 25°C e aeração constante. O peso inicial e o comprimento total inicial das larvas foi 0,62 ± 0,05 mg e 4,77 ± 0,04 mm, respectivamente.

Os valores de pH testados foram: 5,0, 6,0, 7,0, 8,0 e 9,0 com três repetições para cada tratamento. O pH foi regulado utilizando-se uma solução de ácido sulfúrico 0,1N para acidificar e uma solução de hidróxido de sódio (10%) para alcalinizar, sendo que o controle foi realizado duas vezes ao dia (8:00 e 18:00) utilizando-se um peagômetro DIGIMED DM-2P.

O experimento foi conduzido por dez dias e ao final foram avaliados o peso final (Pf), o comprimento total final (CTf) e a

sobrevivência (S) das larvas. O Pf foi determinado com auxílio de uma balança analítica com precisão de 0,001, e o CTf foi determinado com ocular micrométrica (10x) com auxílio de um microscópio estereoscópico. A sobrevivência foi calculada através da fórmula  $S = (\text{número de larvas vivas ao final do experimento} / \text{número inicial de larvas}) \times 100$ .

Diariamente os tanques foram sifonados para limpeza e o volume de água retirado foi repostado.

Após 24 h do início do experimento foi iniciada a alimentação exógena das larvas com náuplios de *Artemia* sp.

A temperatura e a condutividade elétrica da água foram mensuradas com sonda multiparâmetro YSI 63 duas vezes ao dia. O oxigênio dissolvido foi mensurado utilizando um oxímetro YSI 550A duas vezes ao dia. A alcalinidade e a dureza foram mensuradas através da metodologia descrita por Golterman et al. (1978) e a concentração de amônia total foi quantificada através da metodologia descrita por Koroleff (1976), sendo que esses parâmetros foram analisados duas vezes, uma no início do experimento e outro no final. Em pH 7,0, 8,0 e 9,0 a concentração dos íons de sódio, cálcio e magnésio da água foi mensurada através do método da espectrometria de absorção atômica, a partir de duas amostragens, uma no início e outra no final do experimento. Em pH 5,0 e 6,0 a concentração de íons foi mensurada apenas no início do experimento.

Utilizando o *software* GraphPad Prism® 5 foram analisados os dados do peso final das larvas (Pf) pelo método da regressão polinomial de segunda ordem, o comprimento final (CTf) e a sobrevivência (S) das larvas pelo método da regressão linear e por análise de covariância.

### 3. Resultados

#### 3.1. Experimento I: Incubação

As variáveis da qualidade da água apresentaram pequenas variações (Tabela 1).

Com 1HAF (Tabela 2) observou-se que ao elevar pH houve um incremento no diâmetro dos ovos ( $P < 0,05$ ), porém, com 3HAF (Tabela 3) o pH não influenciou no diâmetro dos ovos ( $P > 0,05$ ). Com 9HAF somente foi possível realizar a medição do diâmetro dos ovos em pH 7,0 (Tabela 3), pois em pH 5,0 e 9,0 os ovos apresentaram rompimento do córion. O espaço perivitelínico dos ovos foi influenciado significativamente pelo pH, uma vez que com a elevação do pH observou-se um incremento no espaço perivitelínico dos ovos ( $P < 0,05$ ).

em 1HAF (Tabela 3). No entanto em 3HAF (Tabela 3), o pH não influenciou significativamente o espaço perivitelínico ( $P > 0,05$ ). Com 9HAF somente em pH 7,0 (Tabela 3) foi possível realizar a medição do espaço perivitelínico, pois em pH 5,0 e 9,0 os ovos apresentaram rompimento do córion.

A taxa de fertilização foi calculada apenas para os ovos incubados em pH 7,0, devido ao rompimento do córion nos demais tratamentos em pH 5,0 e 9,0 (Tabela 2).

A taxa de eclosão em pH 7,0 foi estatisticamente superior ( $P < 0,05$ ) ao pH 9,0 (Tabela 2). Em pH 5,0 não foi possível calcular a taxa de eclosão, pois houve mortalidade total dos ovos antes da eclosão.

As larvas eclodidas em pH 7,0 e pH 9,0 apresentaram comprimento total estatisticamente igual ( $P > 0,05$ ) (Tabela 2).

As larvas eclodidas em pH 7,0 apresentaram peso total estatisticamente superior ( $P < 0,05$ ) ao das larvas eclodidas em pH 9,0 (Tabela 2).

Tabela 1. Qualidade da água durante a incubação dos ovos de *Leporinus obtusidens* em diferentes níveis de pH.

pH	5,0	7,0	9,0
Temperatura (°C)	25,67 ± 0,25	25,47 ± 0,25	25,33 ± 0,15
Oxigênio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	7,70 ± 0,43	7,55 ± 0,30	7,50 ± 0,26
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	50,0 ± 7,1	50,0 ± 7,1	52,5 ± 3,5
Amônia total (mg.L <sup>-1</sup> )	0,17 ± 0,15	0,07 ± 0,06	0,07 ± 0,06
Dureza (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	67,37 ± 6,42	72,37 ± 2,52	48,25 ± 5,20

Tabela 2. Taxa de fertilização, taxa de eclosão, comprimento total e peso total das larvas eclodidas de *Leporinus obtusidens* em diferentes pH. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os pH.

Variáveis	pH	
	7	9
Taxa de Fertilização (%)	29,62 ± 6,01	-
Taxa de Eclosão (%)	23,57 ± 2,81 <sup>a</sup>	16,34 ± 2,19 <sup>b</sup>
Comprimento total (mm)	3,57 ± 0,11 <sup>a</sup>	3,44 ± 0,05 <sup>a</sup>
Peso (mg)	0,63 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,51 ± 0,01 <sup>b</sup>

(-) Não foi possível estimar a taxa de fertilização devido ao rompimento do córion dos ovos.

Tabela 3. Modelos de regressão e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) referentes ao diâmetro e ao espaço perivitelínico dos ovos de *Leporinus obtusidens* incubados em pH 5,0, 7,0 e 9,0 em 1 hora após a fertilização (HAF), 3HAF e 9HAF.

Variável / Tempo	pH 5,0	pH 7,0	pH 9,0	Equação da Regressão
Diâmetro (mm) / 1HAF	1,61 ± 0,03	2,32 ± 0,03	2,17 ± 0,03	Y = 0,14X + 1,052 R <sup>2</sup> = 0,55; P<0,05
Diâmetro (mm) / 3HAF	1,63 ± 0,03	2,44 ± 0,04	1,93 ± 0,03	Y = 0,075X + 1,478* R <sup>2</sup> = 0,13; P>0,05
Diâmetro (mm) / 9HAF	-	2,42 ± 0,06	-	
Espaço Perivitelínico (mm) / 1HAF	0,37 ± 0,03	0,58 ± 0,04	0,55 ± 0,02	Y = 0,045X + 0,185 R <sup>2</sup> = 0,63; P<0,05
Espaço Perivitelínico (mm) / 3HAF	0,37 ± 0,03	0,59 ± 0,04	0,45 ± 0,07	Y = 0,02X + 0,330* R <sup>2</sup> = 0,13; P>0,05
Espaço Perivitelínico (mm) / 9HAF	-	0,59 ± 0,03	-	

(-) Não foi possível mensurar devido ao rompimento do córion dos ovos.

\* - modelo de regressão não significativo.

### 3.2. Experimento II: Larvicultura

As variáveis da qualidade de água apresentaram pequenas variações (Tabela 4).

A sobrevivência média das larvas após 240 horas (Figura 1) nos tratamentos com pH 7,0, 8,0 e 9,0 foi de 78,89 ± 11,09 %, 47,78 ± 5,85 %, e 87,22 ± 3,47 %, respectivamente, sendo que todas apresentaram variações significativas ao longo do experimento e entre os diferentes valores de pH (P<0,05), ou seja, a sobrevivência sofreu influência do pH. Em pH 5,0 as larvas apresentaram sobrevivência de 16,67 ± 7,26 % com 12 horas de experimento e a sobrevivência atingiu zero em menos de 24 horas, não sendo possível a construção de uma linha de regressão para os dados. Em pH 6,0 após 24 h a sobrevivência foi de 43,44 ± 0,16 %, decorridas 36 horas a sobrevivência era de 14,11 ± 0,05 % e após 72 horas a sobrevivência foi zero.

As linhas contínuas (Figura 1) representam as linhas da regressão da sobrevivência no intervalo de 0 – 72H e as linhas tracejadas (Figura 1) representam as linhas da regressão da sobrevivência no intervalo de 96 – 240H, é importante salientar que em ambos os intervalos as regressões apresentaram variações significativas entre os valores de pH (Tabela 5) e no intervalo de 96 – 240H o coeficiente de regressão foi o mesmo. (Tabela 5).

O comprimento final das larvas em pH 7,0, 8,0 e 9,0 foi de  $7,56 \pm 0,17$  mm,  $6,34 \pm 0,05$  mm e  $8,36 \pm 0,05$  mm, respectivamente, não tendo sido registradas variações significativas entre os diferentes valores de pH testados ( $P > 0,05$ ). As larvas em 5,0 e 6,0 não foram mensuradas, pois apresentaram mortalidade total antes do término do experimento.

O peso final das larvas em pH 7,0, 8,0 e 9,0 foi de  $2,17 \pm 0,06$  mg,  $2,05 \pm 0,19$  mg e  $3,82 \pm 0,19$  mg, respectivamente, sendo que houveram variações significativas entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ), indicando que o pH influenciou o peso final das larvas (Figura 2). As larvas em pH 5,0 e 6,0 não foram pesadas, pois apresentaram mortalidade total antes do término do experimento.

A concentração do íon  $\text{Na}^+$  (Tabela 6) apresentou variações entre os valores de pH no início e no final do experimento, ao contrário dos íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  que não apresentaram variações (Tabela 6).

Tabela 4. Variáveis da qualidade da água durante a larvicultura de *Leporinus obtusidens* em diferentes níveis de pH.

pH	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Temperatura (°C)	25,5±0,1	25,6±0,1	25,5±0,4	25,5±0,4	25,6±0,4
Oxigênio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	7,77±0,05	7,52±0,21	7,48±0,19	7,60±0,18	7,74±0,23
Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	39,5±1,9	41,5±2,3	45,3±3,4	50,8±1,5	53,3±2,6
Amônia total (mg.L <sup>-1</sup> )	-	0,03±0,05	0,12±0,11	0,24±0,19	0,12±0,11
Dureza (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	68,69±3,20	68,17±4,40	71,84±1,35	60,05±2,28	49,74±1,52
Condutividade (µS.cm <sup>-1</sup> )	179,6±15,1	172,4±17,4	271,4±30,9	352,4±25,0	611,0±13,3

(-) Não realizada devido à rápida mortalidade das larvas.

Tabela 5. Equações da regressão entre a sobrevivência de larvas de *Leporinus obtusidens* e os diferentes pH nos intervalos de 0-72h e de 96-240h.

pH	Intervalo 0-72h		Intervalo 96-240h	
	Equação da Regressão	R <sup>2</sup>	Equação da Regressão	R <sup>2</sup>
6,0	Y=99,02-1,664X	0,87	-	-
7,0	Y=99,83-0,3197X	0,95	Y=79,97-0,0050X	0,65
8,0	Y=106,7-0,7731X	0,93	Y=49,921-0,0099X	0,65
9,0	Y=101,1-0,1943X	0,97	Y=88,08-0,0042X	0,65

(-) Não houve sobrevivência das larvas em pH 6,0 após 72h.

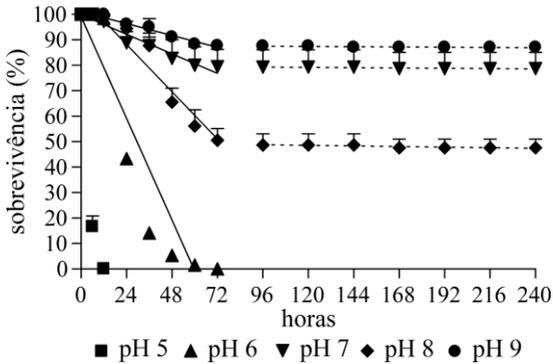


Figura 1. Sobrevivência (%) das larvas de *Leporinus obtusidens* em diferentes níveis de pH ao longo do tempo.

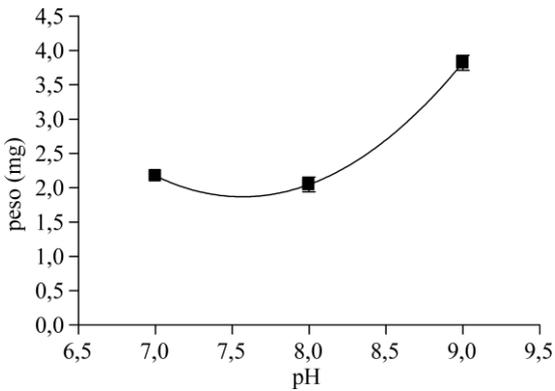


Figura 2. Peso final das larvas de *Leporinus obtusidens* após 10 dias de cultivo criação em diferentes pH. Equação da Regressão:  $Y = 56,26 - 14,38X + 0,95 X^2$ ,  $R^2 = 0,9754$ .

Tabela 6. Concentração de íons  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  no início e ao final da larvicultura de *Leporinus obtusidens* em diferentes níveis de pH.

Íon	fase da experimentação	pH				
		5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
$\text{Na}^+$ (mg.L <sup>-1</sup> )	inicial	2,01	2,61	10,31	23,00	28,00
	final	-	-	36,00	54,00	145,00
$\text{Ca}^{2+}$ (mg.L <sup>-1</sup> )	inicial	4,35	4,38	4,85	3,41	3,41
	final	-	-	4,16	3,27	3,27
$\text{Mg}^{2+}$ (mg.L <sup>-1</sup> )	inicial	0,75	0,77	0,77	0,76	0,67
	final	-	-	0,82	0,73	0,60

## 4. Discussão

### 4.1. Experimento I: Incubação

A maioria das espécies de peixes teleósteos é afetada negativamente por pH ácido abaixo de 6,0 e pelo pH alcalino acima de 9,0 (Parra; Baldisserotto, 2007), sendo que o efeito do pH sobre os peixes está também relacionado à idade e ao estágio de desenvolvimento, sendo as fases embrionária e larval as mais sensíveis (Llyod; Jordan, 1964; Miller et al. 1988).

No presente estudo o pH 5,0 foi letal para os ovos, assim como para *Prochilodus lineatus* (Reynalte-Tataje, 2000) e também para *Rhamdia quelen*, pois Ferreira et al. (2001) observaram mortalidade total dos ovos em pH 4,0 e com pH 5,0 a mortalidade total ocorreu logo após a eclosão das larvas.

A mortalidade em pH ácido pode estar relacionada à alta concentração de íons  $\text{H}^+$  no meio externo, que inibe a captação de  $\text{Na}^+$  (Baldisserotto, 2011), essencial para o desenvolvimento adequado dos embriões e das larvas devido à sua grande importância na osmorregulação (Bentley, 1990; Varsamos et al. 2005).

Outro fator a ser considerado é a dureza da água e sua relação com o pH, uma vez que águas duras em pH ácido podem ter um efeito de proteção aos ovos e larvas às perdas iônicas (Baldisserotto, 2011). No presente estudo a dureza da água em pH 5,0 foi de  $67,37 \pm 6,42 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ , considerada mole (Arana, 2010), o que teria permitido a perda de íons e de fluídos internos, devido à regulação osmótica, fazendo com que os ovos murchassem e, posteriormente, apresentassem rompimento do córion.

Em pH 7,0 as medidas do diâmetro dos ovos e do espaço perivitelínico foram semelhantes aos valores encontrados na literatura para espécies do gênero *Leporinus*. Estudos com *Leporinus macrocephalus* demonstraram que o diâmetro dos ovos e o espaço perivitelínico foi de  $2,2 \pm 0,1$  mm e  $0,6 \pm 0,1$  mm, respectivamente (Reynalte-Tataje et al. 2001). Sanches et al. (2001) apresentaram dados de diâmetro dos ovos e de espaço perivitelínico para *Leporinus friderici*, de  $2,5 \pm 0,1$  mm e de  $0,7 \pm 0,1$  mm, respectivamente.

Comparada a outros estudos a taxa de fertilização obtida no presente estudo foi inferior, uma vez que Reynalte-Tataje e Zaniboni Filho (2010) obtiveram taxa de fertilização de  $48,5 \pm 43,5$  % para *Leporinus obtusidens*, semelhante à *Leporinus friderici* que apresentou 48,1% (Sato et al. 2000), entretanto, outras espécies do gênero, como *Leporinus elongatus*, apresentou taxa de fertilização de  $70,4 \pm 8,4$  % (Vazzoler, 1996) e *Leporinus macrocephalus*, para a qual a taxa de fertilização registrada foi de  $94,5 \pm 3,3$  % (Reynalte-Tataje et al. 2001).

Em pH 9,0 com 9HAF foi constatado o rompimento do córion dos ovos, que pode ter ocorrido devido à baixa dureza da água ( $48,25 \pm 5,20$  mg.L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>) que não inibiu a absorção excessiva de água pelo ovo, o que aumentaria a tensão na membrana e provocaria o seu rompimento (Spade; Bristow, 1999). Entretanto, foi observado que o desenvolvimento das larvas não foi interrompido e foram constatadas larvas viáveis ao final do experimento.

O comprimento total das larvas recém-eclodidas em pH 7,0 e 9,0 foi igual ( $P > 0,05$ ) e ligeiramente superior ao encontrado para *Leporinus elongatus*, de  $2,9 \pm 0,1$  mm (Sato et al. 2000), e para *Leporinus macrocephalus*, que apresentaram comprimento total de  $2,39 \pm 0,12$  mm (Reynalte-Tataje et al. 2001). As larvas recém-eclodidas de *Leporinus friderici* apresentaram comprimento total ligeiramente superior,  $3,90 \pm 0,66$  mm (Sanches et al. 2001).

O peso das larvas recém-eclodidas foi superior ( $P < 0,05$ ) em pH 7,0, e ao comparar com *Leporinus macrocephalus*, que apresenta peso das larvas eclodidas de  $0,5 \pm 0,1$  mg (Reynalte-Tataje et al. 2001), é possível perceber que as larvas tem peso ligeiramente superior.

#### **4.2. Experimento II: Larvicultura**

As larvas de *Leporinus obtusidens* se mostraram muito sensíveis ao pH ácido, pois em menos de 24 h foi observada mortalidade total em pH 5,0. Ferreira et al. (2001) mostraram resultado igual com *Rhamdia*

*quelen* e Lopes et al. (2001) apresentaram resultado semelhante em larvas de *R. quelen* expostas a pH 5,5. Larvas de *Prochilodus lineatus* suportaram faixa de pH de 4,8 a 5,6, apresentando mortalidade em pH inferior a 4,6 (Zaniboni Filho et al. 2008).

No presente estudo, o pH 6,0 foi letal para as larvas após 72 h de exposição. Para *Rhamdia quelen* as larvas suportaram a exposição ao pH 6,0 (Ferreira et al. 2001), entretanto, a sobrevivência, o peso e o comprimento foram negativamente afetados (Lopes et al. 2001).

A mortalidade em pH 5,0 e 6,0 pode ser explicada pela baixa dureza da água, que foi de  $68,69 \pm 3,20 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$  e  $68,17 \pm 4,40 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ , respectivamente. Em níveis mais elevados, a dureza da água pode promover um efeito de proteção contra as perdas iônicas ocorridas em águas ácidas, que são influenciadas pela alta concentração de íons  $\text{H}^+$  (Baldisserotto et al. 2009). Outro fator importante é a diminuição da captação de  $\text{Na}^+$  do meio externo (Baldisserotto, 2011). Concentrações acima de  $120 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$  diminuíram os efeitos negativos do pH 5,5 em juvenis de *Rhamdia quelen* (Copatti et al. 2011) e estudos com *Salvelinus fontinalis* mostraram que em pH 6,5 o crescimento foi maior com a dureza da água em  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$  do que com  $12,5 \text{ mg.L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$  (Rodgers, 1984).

Em pH 7,0 a sobrevivência foi semelhante a de outras espécies que habitam as mesmas bacias hidrográficas. Larvas de *Prochilodus lineatus* apresentaram sobrevivência de 76,7 % (Zaniboni Filho et al. 2008), e as de *Brycon orthotaenia* apresentaram sobrevivência de 62 % (Pedreira et al. 2008). Já as larvas de *Brycon orbignyanus* apresentaram sobrevivência de 50 % (Saccol-Pereira; Nuñez, 2003), e as de *Pseudoplatystoma corruscans* apresentaram sobrevivência de 40 % (Beux; Zaniboni Filho, 2007).

No presente estudo, a sobrevivência das larvas em pH 8,0 foi inferior ao pH 7,0 e ao pH 9,0. Outras espécies apresentam sobrevivência superior em pH 8,0, como *Prochilodus lineatus* que apresentou sobrevivência de 92 % (Reynalte-Tataje, 2000) e *Rhamdia quelen* com 76% (Lopes et al. 2001).

Em pH 9,0 a taxa de sobrevivência foi superior aos demais níveis testados. Estudos com *Prochilodus lineatus* apresentaram resultados semelhantes, com taxa de sobrevivência superior a 90% na faixa de pH entre 8,7 e 9,2 (Zaniboni Filho et al. 2008). Larvas de *Rhamdia quelen* expostas a pH 8,6 apresentaram sobrevivência de 79% (Lopes et al. 2001).

No presente estudo, as mortalidades ocorreram em sua grande maioria nas primeiras 72 h de experimento, e após esse tempo a

sobrevivência manteve-se constante. Segundo Miller et al. (1988) as larvas de peixes apresentam maior sensibilidade às variações do meio externo em comparação às formas mais desenvolvidas. Corroboram esta informação estudos com juvenis de *Leporinus obtusidens*, que foram expostos ao pH 5,5 e 9,0, sem apresentar mortalidade (Copatti; Amaral, 2009). Juvenis de *Rhamdia quelen* expostos a pH entre 4,0 e 9,0 apresentaram sobrevivência próxima a 100 % (Zaions; Baldisserotto, 2000). Townsend e Baldisserotto (2001), avaliando juvenis de *Rhamdia quelen* registraram 90 % de sobrevivência em pH 3,75 ao elevar a dureza da água até 70 mg.L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> e 100% ao elevar a 300 mg.L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>; em pH 10,0 e 10,5 a taxa de sobrevivência foi de 75 % e 60 %, respectivamente, ao elevar a dureza da água a 300 mg.L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>.

O comprimento total das larvas em pH 7,0, 8,0 e 9,0 ao final do experimento foi semelhante a larvas de *Rhamdia quelen* com sete dias após a absorção do saco vitelínico apresentaram comprimento total de 8,93 mm (Lopes et al. 2001). Já as larvas de *Prochilodus lineatus* com dez dias após a eclosão apresentaram comprimento total de 5,85 mm (Reynalte-Tataje, 2000).

O peso final das larvas foi influenciado pelo pH e comparando com larvas de outras espécies, o peso de *Leporinus obtusidens* foi inferior a de *Rhamdia quelen*, que apresentou 10,6 mg sete dias após a absorção do saco vitelínico (Lopes et al. 2001), e de *Pseudoplatystoma corruscans* que atingiu 12,3 mg dez dias após a eclosão (Beux; Zaniboni Filho, 2007). Entretanto, foi semelhante às larvas de *Prochilodus lineatus*, que atingiram 4,2 mg em dez dias após a eclosão.

O íon Na<sup>+</sup> tem um papel muito importante na osmorregulação dos peixes (Varsamos et al. 2005), além de ser essencial para o desenvolvimento das larvas (Bentley, 1990). No presente estudo, a concentração de Na<sup>+</sup> em pH 9,0 foi superior a dos demais tratamentos, e pode ter influenciado diretamente a sobrevivência e o peso final das larvas. Em águas alcalinas, a baixa concentração de íons H<sup>+</sup> no meio externo pode levar a uma diminuição dos níveis de Na<sup>+</sup> no plasma sanguíneo (Bolner; Baldisserotto, 2007), entretanto, com uma grande disponibilidade de íons Na<sup>+</sup> no meio externo essa diminuição pode ser revertida através da osmorregulação (Scott et al. 2005). Em pH 8,0 a concentração de íons Na<sup>+</sup> foi maior que no pH 7,0, no entanto a sobrevivência e o peso das larvas foi inferior (P<0,05). Neste caso, a disponibilidade de íons Na<sup>+</sup> no meio externo pode não ter sido suficiente para diminuir os efeitos do pH alcalino.

As concentrações de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> na água apresentaram pouca variação entre os tratamentos. Esses íons são de grande importância na

regulação iônica, pois influenciam a permeabilidade das membranas e a perda de íons para a água (Silva et al. 2005; Bijvelds et al. 1998). O  $\text{Ca}^{2+}$  também apresenta grande participação no desenvolvimento do esqueleto, sendo o elemento primário na matriz de calcificação do colágeno, de modo que sua deficiência pode influenciar negativamente o desenvolvimento das larvas e causar estresse (Blanksma et al. 2009). Já o  $\text{Mg}^{2+}$  exerce um importante papel no metabolismo energético e na síntese protéica (Bijvelds et al. 1998), sendo que sua deficiência causa perda de apetite, diminuição do crescimento e alterações renais (Dabrowski, 1986).

## 5. Conclusões

Durante a incubação dos ovos de *Leporinus obtusidens* os valores extremos de pH foram prejudiciais ao desenvolvimento, enquanto em pH neutro (7,0) foram obtidos os melhores resultados na taxa de eclosão e no peso das larvas eclodidas.

Na larvicultura de *Leporinus obtusidens* o pH mais alcalino (9,0) propiciou os melhores resultados, sendo que a sobrevivência e o peso final das larvas foram superiores aos obtidos nos demais tratamentos. O pH ácido foi letal para as larvas em poucas horas de exposição.

## 6. Referências Bibliográficas

- Ahlstrom, E. H., Butler, J. L., Sumida, B. Y. 1976. Pelagic stromateoid fishes (Pisces, Perciformes) of the eastern Pacific: kinds, distributions, and early life histories and observations on five of these from the northwest Atlantic. *Bulletin of Marine Science*. v. 26, n. 3, p. 285-402.
- Arana, L. V. 2010. Qualidade da água em aquicultura: princípios e práticas. 3. ed. Florianópolis: UFSC, p. 238.
- Baldisserotto, B. 2011. Water pH and hardness affect growth of freshwater teleosts. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 40, p. 138-144.
- Baldisserotto, B., Copatti, C. E., Gomes, L. C., Chagas, E. C., Brinn, R. P., Roubach, R. 2009. Calcium fluxes in *Hoplosternum littorale* (tamoatá) exposed to different types of Amazonian waters. *Neotropical Ichthyology*. v. 7, n. 3, p. 465-470.
- Bentley, P. J. 1990. Unidirectional fluxes of  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  and water in fingerling channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*. v. 97A, n. 2, p. 195-197.

- Beux, L. F., Zaniboni Filho, E. 2007. Survival and the growth of pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) post-larvae on different salinities. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. v. 50, n. 5, p. 821-829.
- Bijvelds, M. J. C., Van der Velden, J. A., Kolar, Z. I., Flik, G. 1998. Magnesium transport in freshwater teleosts. *The Journal of Experimental Biology*. v. 201, p. 1981-1990.
- Blanksma, C., Eguía, B., Lott, K., Lazorchak, J. M., Smith, M. E., Wratschko, M., Dawson, T. D., Elonen, C., Kahl, M., Schoenfuss, H. L. 2009. Effects of water hardness on skeletal development and growth in juvenile fathead minnows. *Aquaculture*. v. 286, p. 226-232.
- Bolner, K. C. S, Baldisserotto, B. 2007. Water pH and urinary excretion in silver catfish *Rhamdia quelen*. *Journal of Fish Biology*. v. 70, p. 50-64.
- Boyd, C. E. 1996. Water quality in ponds for aquaculture. Thailand. Shrimp Mart Co. Ltd, p. 482.
- Copatti, C. E., Garcia, L. O., Cunha, M. A., Baldisserotto, B., Kochhann, D. 2011. Interaction of water hardness and pH on growth of silver catfish, *Rhamdia quelen*, juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society*. v. 42, n. 4, p. 580-585.
- Copatti, C. E., Amaral, R. 2009. Osmorregulação em juvenis de piava, *Leporinus obtusidens* (Characiformes: Anostomidae), durante trocas do pH da água. *Biodiversidade Pampeana*. v. 7, n. 1, p. 1-6.
- Dabrowski, K. R. 1986. Ontogenetical aspects of nutritional requirements in fish. 1986. *Comparative Biochemistry and Physiology*. v. 85A, n. 4, p. 639-655.
- Ferreira, A. A., Nuñez, A. P. O., Esquivel, J. R. 2001. Influência do pH sobre ovos e larvas de jundiá, *Rhamdia quelen* (Osteichthyes, Siluriformes). *Acta Scientiarum: Biological Sciences*. Maringá, v. 23, n. 2, p.477-481.
- Garavello, J. C. R. 1979 Revisão taxonômica do gênero *Leporinus* Spix, 1829 (Ostariophysii, Anostomidae) Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Golterman, H., Clymo, R. S., Ohnstad, M. A. M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of fresh water. Blackwell Scientific Publications Ltd, Oxford.
- Koroleff, F. 1976. Determination of ammonia, in: Grasshof, K. (ed.), Methods of seawater analysis. Verlag Chemie, Weinheim, p. 117-181.
- Llyod, R., Jordan, D. H. M. 1964. Some factors affecting the resistance of rainbow trout, *Salmo gairdneri* R. to acid water. International Journal of Air Water Pollution. v. 8, 393-403.
- Lopes, J. M., Silva, L. V. F., Baldisserotto, B. 2001. Survival and growth of silver catfish larvae exposed to different water pH. Aquaculture International. Dordrecht, v. 9, p. 73-80.
- Miller, T. J., Crowder, L. B., Rice, J. A., Marschall, E. A. 1988. Larval size and recruitment mechanisms in fishes: Toward a conceptual framework. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. v. 45, p. 1657-1670.
- Parra, J. E. G., Baldisserotto, B. 2007. Effect of water pH and hardness on survival and growth of freshwater teleosts. In: Baldisserotto, B., Mancera, J.M., Kapoor, B.G. (Eds.) Fish osmoregulation. New Hampshire: Science Publishers, p.135-150.
- Pedreira, M. M., Luz, R. K., Santos, J. C. E., Mattioli, C. C., Silva, C. L. 2008. Larvicultura de matrinxã em tanques de diferentes cores. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v. 43, n. 10, p. 1365-1369.
- Reynalte-Tataje, D. A. 2000. Efeito do pH da água na incubação e larvicultura do curimatá *Prochilodus lineatus* Valenciennes, 1847 (Characiformes, Prochilodontidae). p 13. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Reynalte-Tataje, D., Zaniboni-Filho, E., Muelbert, B. 2001. Stages of embryonic development of the piavuçu *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988). Acta Scientiarum. Maringá, v. 23, n. 4, p. 823-827.
- Reynalte-Tataje, D., Zaniboni-Filho, E., Esquivel, J. R. 2004. Embryonic and larvae development of piracanjuba, *Brycon orbignyanus*

Valenciennes, 1849 (Pisces, Characidae). Acta Scientiarum: Biological Sciences. Maringá, v. 26, n. 1, p. 67-71.

Reynalte-Tataje, D., Zaniboni Filho, E. 2005. Cultivo do gênero *Leporinus*. In: Baldisserotto, B. et al. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: UFSM, p.81-103.

Reynalte-Tataje, D., Zaniboni Filho, E. 2010. Cultivo de piapara, piava piau – gênero *Leporinus*. In: Baldisserotto, B., Carvalho-Gomes, L. Espécies nativas para a piscicultura no Brasil. 2<sup>a</sup> ed. Santa Maria: UFSM, p. 73-92.

Ribeiro, R. P., Hayashi, C., Martins, E. N., Martin-Nieto, L., Sussel, F. R. 2001. Hábito e seletividade alimentar de pós-larvas de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988), submetidos a diferentes dietas em cultivos experimentais. Acta Scientiarum: Biological Sciences. Maringá, v.23, n.4, p.829-834.

Rodgers, D.W. 1984. Ambient pH and calcium concentrations as modifiers of growth and calcium dynamics of brook trout, *Salvelinus fontinalis*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. v.41, p.1774-1780.

Saccol-Pereira, A., Nuñez, A. P. O. 2003 Utilização de diferentes densidades, dietas e formatos de tanques na larvicultura da piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849 (Characiformes, Caracidae). Acta Scientiarum: Biological Sciences. Maringá, v. 25, n. 1, p. 55-61.

Sanches, P. V., Baumgartner, G., Bialecki, A., Suiberto, M. R., Gomes, F. D. C., Nakatani, K., Barbosa, N. D. C. 2001. Caracterização do desenvolvimento inicial de *Leporinus friderici* (Osteichthyes, Anostomidae) da bacia do rio Paraná, Brasil. Acta Scientiarum. Maringá, v. 23, n. 2, p. 383-389.

Santos, G. O. 2000. Aspectos importantes para a piscicultura do gênero *Leporinus* Spix, 1829 – uma revisão. Pesquisa Agropecuária Gaúcha. Porto Alegre, v.6, n.1, p.151-156.

Sato, Y. Fenerich-Verani, N., Verani, J. R., Vieira, L. J. S., Godinho, H. P. 2000. Induced reproductive responses of the neotropical anostomid

fish *Leporinus elongatus* Val. under captive breeding. *Aquaculture Research*. v. 31, n. 2, p. 189-193.

Scott, D. M., Lucas, C. M., Wilson, R. W. 2005. The effect of high pH on ion balance, nitrogen excretion and behaviour in freshwater fish from an eutrophic lake: A laboratory and field study. *Aquatic Toxicology*. Oxford, v. 73, p. 31-43.

Silva, L. V. F., Golombieski, J. I., Baldisserotto, B. 2005. Growth and survival of silver catfish larvae, *Rhamdia quelen* (Heptapteridae), at different calcium and magnesium concentrations. *Neotropical Ichthyology*. v. 3, n. 2, p. 299-304.

Spade, S., Bristow, B. 1999. Effects of increasing water hardness on egg diameter and hatching rates of striped bass eggs. *North American Journal of Aquaculture*. v.61, p.263–265.

Taitson, P. F., Chami, E., Godinho, H. P. 2008. Gene banking of the neotropical fish *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1836): A protocol to freeze its sperm in the field. *Animal Reproduction Science*. Oxford, v. 105, p. 283-291.

Townsend, C. R., Baldisserotto, B. 2001. Survival of silver catfish fingerlings exposed to acute changes of water pH and hardness. *Aquaculture International*. v. 9, p. 413-419.

Varsamos, S., Nebel, C., Charmantier, G. 2005. Ontogeny of osmoregulation in postembryonic fish: A review. *Comparative Biochemistry and Physiology*. v. 141A, p. 401-429.

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

Wilkie, M. P., Wood, C. M. 1994. The effects of extremely alkaline water (pH 9.5) on rainbow trout gill function and morphology. *Journal of Fish Biology*. Dumfries, v. 45, p. 87–98.

Woynarovich, E., Horvath, L. 1983. *A propagação artificial de peixes tropicais – Manual de extensão*. FAO / CODEVASF / CNPq – Brasília, DF. 220p.

Zaions, M. I., Baldisserotto, B. 2000. Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> body levels and survival of finferlings of *Rhamdia quelen* (Siluriformes, Pimelodidae) exposed to acute changes of water pH. *Ciência Rural*. Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 1041-1045.

Zaniboni Filho, E., Nuñez, A. P. O., Reynalte-Tataje, D. A., Serafini, R. L. 2009. Water pH *Prochilodus lineatus* larvae survival. *Fish Physiology and Biochemistry*. Amsterdam, v. 35, p. 151-155.

Zaniboni Filho, E. 2004. Piscicultura de espécies nativas de água doce. In: Poli, C. R. et al. *Aqüicultura Experiências Brasileiras*. Florianópolis: Multitarefa. Cap. 13, p. 337-368.

Zaniboni Filho, E., Schulz, U. H. 2003. Migratory fishes of the Uruguai River. In: Carosfeld, J. et al. (Comp.). *Migratory fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status*. World Fisheries Trust, p. 159-194.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização de trabalhos voltados ao conhecimento da fisiologia dos peixes é de grande importância para a evolução da aquicultura. As variáveis da qualidade de água influenciam diretamente a fisiologia dos peixes, e como demonstrado neste trabalho, as variações podem causar danos irreversíveis aos indivíduos. Novos estudos com valores mais aproximados de pH devem ser desenvolvidos para que se defina o valor ótimo a ser utilizado durante a incubação dos ovos e a larvicultura de *Leporinus obtusidens*.

Entretanto, alguns aspectos devem ser levados em consideração após a realização deste trabalho e as dificuldades enfrentadas. O pH é muito sensível a variações e deve-se manter o ambiente o mais estável possível para atingir o sucesso em experimentos similares.

Variáveis como a dureza da água e a alcalinidade podem sofrer alterações à medida que os valores de pH são alterados, podendo influenciar o resultado final.

O planejamento do experimento é a chave para o sucesso: preparar as estruturas e o ambiente de cultivo com antecedência facilitam o trabalho.

Alem disso, outros estudos, com foco econômico, devem ser implementados para determinar se é viável alterar alguma variável da qualidade de água ou se a utilização de ambientes com pH neutro é menos onerosa.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO

ARANA, L. V. **Qualidade da água em aquíicultura: princípios e praticas**. 3. ed. Florianópolis: UFSC, 2010. 238 p.

BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Thailand. Shrimp Mart Co. Ltd, 1996. 482 p.

CLARAMUNT, R.M.; WAHL, D.H. The effects of abiotic and biotic factors in determining larval fish growth rates: A comparison across species and reservoirs. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 129, p. 835-851, 2000.

FERREIRA, A. A.; NUÑER, A. P. O.; ESQUIVEL, J. R. Influência do pH sobre ovos e larvas de jundiá, *Rhamdia quelen* (Osteichthyes, Siluriformes). **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 23, n. 2, p.477-481, 2001.

GARAVELLO, J. C. R. **Revisão taxonômica do gênero *Leporinus Spix, 1829* (Ostariophysi, Anostomidae)** Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

LOPES, J. M.; SILVA, L. V. F.; BALDISSEROTTO, B. Survival and growth of silver catfish larvae exposed to different water pH. **Aquaculture International**, Dordrecht, v. 9, p. 73-80, 2001.

MARTÍNEZ, G. et al. Interactive Effects of Diet and Temperature on Reproductive Conditioning of *Argopisten purpuratus* Broodstock. **Aquaculture**, Vidalia, v.183, n.1-2, p.149-159, 2000.

MILLER, T.J. et al. Larval size and recruitment mechanisms in fishes: Toward a conceptual framework. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. v. 45, p. 1657-1670, 1988.

MPA: MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura -Brasil 2010**. Brasília, 2010.

PARRA, J.E.G.; BALDISSEROTTO, B. Effect of water pH and hardness on survival and growth of freshwater teleosts. In: BALDISSEROTTO, B.; MANCERA, J.M.; KAPOOR, B.G. (Eds.) **Fish osmoregulation**. New Hampshire: Science Publishers, 2007. p.135-150.

PIANA, P. A.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C. Influência da temperatura sobre o desenvolvimento de juvenis de piarara (*Leporinus cf. obtusidens*). **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p.87-94, 2003.

RADÜNZ NETO et al. Alimentação da piava (*Leporinus obtusidens*) com diferentes fontes protéicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1611-1616, 2006.

REYNALTE-TATAJE, D., ZANIBONI FILHO, E. Cultivo de piapara, piava piau – gênero *Leporinus*. In: BALDISSEROTTO, B.; CARVALHO-GOMES, L. **Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**. 2<sup>a</sup> ed. Santa Maria: UFSM, 2010. p. 73-92.

REYNALTE-TATAJE, D., ZANIBONI FILHO, E. Cultivo do gênero *Leporinus*. In: BALDISSEROTTO, B. et al. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: UFSM, p.81-103, 2005.

REYNALTE-TATAJE, D.A. **Efeito do pH da água na incubação e larvicultura do curimatá *Prochilodus lineatus* Valenciennes, 1847 (Characiformes, Prochilodontidae)**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

RIBEIRO, R.P. et al. Hábito e seletividade alimentar de pós-larvas de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988), submetidos a diferentes dietas em cultivos experimentais. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v.23, n.4, p.829-834, 2001.

ROJAS, J. E. J. **Influência do oxigênio dissolvido no desempenho de juvenis de piava (*Leporinus obtusidens*)**. 2011, p. 15. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis.

SANTOS, G.O. Aspectos importantes para a piscicultura do gênero *Leporinus* Spix, 1829 – uma revisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.6, n.1, p.151-156, 2000.

SCOTT, D. M.; LUCAS, M. C., WILSON, R. W. The effect of high pH on ion balance, nitrogen excretion and behaviour in freshwater fish from

an eutrophic lake: A laboratory and field study. **Aquatic Toxicology**, Oxford, v. 73, p. 31-43, 2005.

TAITSON, P. F.; CHAMI, E.; GODINHO, H. P. Gene banking of the Neotropical fish *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1836): A protocol to freeze its sperm in the field. **Animal Reproduction Science**, Oxford, v. 105, p. 283-291, 2008.

WILKIE, M.P., WOOD, C.M. The effects of extremely alkaline water (pH 9.5) on rainbow trout gill function and morphology. **Journal of Fish Biology**, Dumfries, v. 45, p. 87-98, 1994.

ZANIBONI FILHO et al. Water pH *Prochilodus lineatus* larvae survival. **Fish Physiology and Biochemistry**, Amsterdam, v. 35, p. 151-155, 2009.

ZANIBONI FILHO, E. Piscicultura de espécies nativas de água doce. In: POLI, C. R. et al. **Aqüicultura Experiências Brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa. Cap. 13, p. 337-368, 2004.

ZANIBONI FILHO, E.; SCHULZ, U. H. Migratory fishes of the Uruguai River. In: CAROLSFELD, J. et al. (Comp.). **Migratory fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status**. World Fisheries Trust, p. 159-194, 2003.