

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS

**INSTITUTO DE PESCA**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**EFEITO DAS UNIDADES TÉRMICAS ACUMULADAS NA  
OVULAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE  
LARVAS DO SURUBIM-DO-PARAÍBA,  
*Steindachneridion parahybae*  
(SILURIFORMES : PIMELODIDAE)**

**Renan Yoshiharu Okawara**

**Orientadora: Prof. Dra. Elizabeth Romagosa**

**Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-graduação em Aquicultura e  
Pesca do Instituto de Pesca – APTA –  
SAA, como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Mestre em  
Aquicultura e Pesca.**

**São Paulo  
Setembro - 2012**

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS

**INSTITUTO DE PESCA**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**EFEITO DAS UNIDADES TÉRMICAS ACUMULADAS NA  
OVULAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE  
LARVAS DO SURUBIM-DO-PARAÍBA,  
*Steindachneridion parahybae*  
(SILURIFORMES : PIMELODIDAE)**

**Renan Yoshiharu Okawara**

**Orientadora: Prof. Dra. Elizabeth Romagosa**

**Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-graduação em Aquicultura e  
Pesca do Instituto de Pesca – APTA –  
SAA, como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Mestre em  
Aquicultura e Pesca.**

**São Paulo  
Setembro - 2012**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

O41e

Okawara, Renan Yoshiharu

Efeito das unidades térmicas acumuladas na ovulação e desenvolvimento inicial de larvas do surubim-do-paraíba, *Steindachneridion parahybae* (Siluriformes : Pimelodidae) / Renan Yoshiharu Okawara. -- São Paulo, 2012. iv, 49f. ; il. ; graf. ; tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientadora: Elizabeth Romagosa

1. Desova artificial. 2. Espécie de peixe em extinção. 3. Horas-grau. 4. Larvicultura. 5. Ovócitos. 6. Temperatura. I. Romagosa, Elizabeth. II. Título.

CDD 597

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
**INSTITUTO DE PESCA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

“EFEITO DAS UNIDADES TÉRMICAS ACUMULADAS NA  
OVULAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE LARVAS DO  
SURUBIM-DO-PARAÍBA, *Steindachneridion parahybae*  
(SILURIFORMES: PIMELODIDAE)”

**AUTOR: RENAN YOSHIHARU OKAWARA**

**ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. ELIZABETH ROMAGOSA**

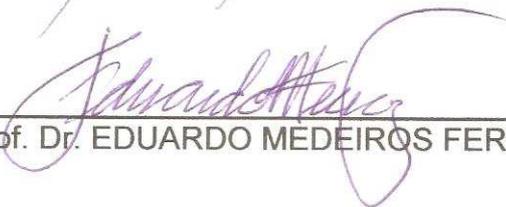
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de  
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em  
Aquicultura, pela Comissão Examinadora:



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. ELIZABETH ROMAGOSA



Prof. Dr. ANTÔNIO FERNANDO GERVASIO LEONARDO



Prof. Dr. EDUARDO MEDEIROS FERRAZ

Data da realização: 31 de agosto de 2012

*“Um tempo em que aprendi a entender as coisas do mar,  
a conversar com as grandes ondas e não discutir com o mau tempo.  
A transformar o medo em respeito, o respeito em confiança.  
Descobri como é bom chegar quando se tem paciência.  
E para se chegar, aonde quer que seja, aprendi que não é preciso  
dominar a força, mas a razão. É preciso, antes de mais nada, querer”*

***Amyr Klink***

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Dr<sup>a</sup>. *Elizabeth Romagosa*, pelos valiosos ensinamentos, apoio, confiança, dedicação, e pela amizade durante esse período de convivência.

Aos amigos e “irmãos científicos”, MSc. *Eduardo Antônio Sanches* e MSc. *Danilo Caneppele* pela “co-orientação informal”, apoio, amizade e bons momentos de muita risada e discussão.

Ao Instituto de Pesca - APTA/SAA-SP e ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca pela oportunidade e ensinamentos. Em especial ao Ocimar, pela atenção e ajuda.

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo) pela concessão do auxílio financeiro (2011/02818-5) e bolsa de mestrado (2011/04780-5) utilizado na realização deste estudo.

À Companhia Energética de São Paulo – CESP, por consentir a realização deste projeto.

À equipe da Estação de Hidrobiologia e Aqüicultura de Paraibuna, *Milton, Benedito, Vicente, Ielzo, César, José Adriano, Zeca, Diego* e *Edmur*, pela força, companheirismo e ensinamentos durante a realização dos experimentos.

Aos amigos Dr<sup>a</sup>. *Danielle de Carla Dias*, Dr. *Leonardo Tachibana*, Dr. *Carlos Massatoshi Ishikawa* pela amizade, ensinamentos, conselhos e apoio durante todo o mestrado.

À banca examinadora, Dr. *Denílson Burkert* e Dr<sup>a</sup>. *Danielle de Carla Dias*, pelas contribuições e sugestões no exame de qualificação.

Aos amigos da Pós-graduação IP – *Fernanda, Katerine, Pedro Xandy, Jú Freitas, Jú Macedo, Soninha, Fabinho, Lígia, Guilherme, Manoel, Bernardo, Ludmila, Leina*, pelos bons momentos juntos durante essa trajetória.

À minha família pelo apoio, confiança e incentivo de sempre.

## SUMÁRIO

<b>Resumo</b>	<b>i</b>
<b>Abstract</b>	<b>ii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b>	<b>3</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>3. REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>4</b>
<b>3.1 A bacia do Rio Paraíba do Sul</b>	<b>4</b>
<b>3.2 Espécie estudada</b>	<b>5</b>
<b>3.3 Reprodução artificial</b>	<b>6</b>
<b>3.4 Unidades Térmicas Acumuladas (UTAs) – horas-grau</b>	<b>7</b>
<b>3.5 Larvas</b>	<b>8</b>
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>10</b>
<b>5. APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>14</b>
<b>Resumo</b>	<b>15</b>
<b>Abstract</b>	<b>15</b>
<b>Introdução</b>	<b>16</b>
<b>Material e Métodos</b>	<b>17</b>
<b>Resultados e Discussão</b>	<b>20</b>
<b>Conclusões</b>	<b>26</b>
<b>Referências</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>30</b>
<b>Resumo</b>	<b>31</b>
<b>Abstract</b>	<b>31</b>
<b>Introdução</b>	<b>32</b>
<b>Material e Métodos</b>	<b>33</b>
<b>Resultados e Discussão</b>	<b>35</b>
<b>Conclusões</b>	<b>39</b>
<b>Referências</b>	<b>39</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS

### CAPÍTULO I

**Tabela 1.** Número de exemplares de *Steindachneridion parahybae*, valores médios de peso, comprimento e desvios-padrão durante o período experimental.....18

**Tabela 2.** Delineamento experimental de fêmeas de *Steindachneridion parahybae* em função das Unidades Térmicas Acumuladas (UTAs), nos dois ciclos - 2011 e 2012.....19

**Tabela 3.** Valores médios e desvios padrões dos parâmetros da qualidade da água registrados durante o período experimental.....21

**Figura 1.** Distribuição de frequência porcentual dos diâmetros dos ovócitos de *Steindachneridion parahybae*, antes da 1ª aplicação hormonal (n=18), nos dois ciclos reprodutivos.....22

**Figura 2.** Distribuições de frequência porcentual dos diâmetros dos ovócitos de *Steindachneridion parahybae* em distintos tempos. (A) Grupo I, (B) Grupo II e (C) Grupo III.....23

**Figura 3.** Valores médios das taxas de fertilização de *Steindachneridion parahybae* nos anos de 2011(A) e 2012 (B).....24

**Figura 4.** Valores médios das taxas de eclosão de *Steindachneridion parahybae* nos anos de 2011 (A) e 2012 (B).....24

**Figura 5.** Valores médios do número de larvas normais de *Steindachneridion parahybae* no ano de 2012.....25

### CAPÍTULO II

**Tabela 1.** Médias e desvios-padrão dos parâmetros corporais de larvas de *S. parahybae* alimentadas com *Artemia salina* durante 15 dias.....38

**Figura 1.** Início da alimentação exógena e desenvolvimento do trato digestório, com abertura da boca (A) e ânus (B) em larvas de *S. parahybae*.....36

**Figura 2.** Presença de náuplios de *Artemia salina* no conteúdo estomacal (A) e coração (cabeça de seta) e desenvolvimento dos rastros branquiais (seta fina) (B).....37

## Resumo

O *Steindachneridion parahybae*, popularmente designado como surubim-do-Paraíba, é um bagre endêmico da bacia do rio Paraíba do Sul, atualmente se encontra na lista de espécies ameaçadas de extinção, sendo considerada regionalmente extinta no estado de São Paulo. Pouco se conhece sobre o manejo reprodutivo desta espécie em cativeiro, adotando-se para esta prática medidas empíricas. Diante disso, objetivou-se: (1) determinar as Unidades Térmicas Acumuladas (UTAs) adequadas no momento da ovulação da espécie, em dois ciclos reprodutivos (janeiro/2011 e janeiro/2012) e, (2) acompanhar o desenvolvimento inicial de larvas, em distintas UTAs (180, 240 e 300 horas-grau), nos primeiros 15 dias de vida. O experimento foi conduzido na Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da Companhia Energética de São Paulo – CESP, Paraibuna, SP. Em um delineamento inteiramente casualizado, nove fêmeas selecionadas, constituíram três grupos experimentais, de três exemplares cada (réplicas), distribuídas em tempos pré-estabelecidos - UTAs: 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300 horas-grau. Foram induzidas com duas doses de 0,5 e 5,0 mg kg<sup>-1</sup> de extrato bruto de hipófise de carpa, respectivamente, em um intervalo de 12 h. A temperatura da água foi monitorada para o controle das UTAs. Os ovócitos liberados (extrusão) foram destinados à fertilização com sêmen proveniente de um único macho e mantidos em incubadoras (1,5 L), com temperatura média da água de 22,35 ± 0,53°C (2011) e 21,88 ± 0,15°C (2012). Verificaram-se os valores das taxas de fertilização e eclosão de 84,22 e 71,33% em 174,2 UTAs no ano de 2011 e 55,58% e 36,13% em 251,0 UTAs no ano de 2012, respectivamente. Em janeiro de 2012, 900 larvas (um dia pós-eclosão) provenientes da reprodução induzida e eclodidas em três unidades térmicas acumuladas distintas – UTAs (180, 240 e 300 horas-grau) foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado composto por três UTAs e três repetições (nove unidades experimentais). Cada unidade experimental foi composta por 100 larvas e mantidas em um recipiente de 5 L (43,0 x 29,0 x 4,5 cm). Após o segundo dia de vida as larvas iniciaram a ingestão do alimento-vivo obedecendo à proporção de 120 náuplios de *Artemia salina* por larva (2º dia); 300 (3º e 4º dias); 600 (5º ao 8º dias) e 1200 (9º ao 15º dias), sendo ofertado às 09h00min; 12h00min; 15h00min; 18h00min; 21h00min e 24h00min. Ao final do experimento, as larvas apresentaram médias de peso (523,67±54,42; 496,67±61,98; 475,00±22,83 mg), comprimento final (17,75±0,57; 17,58±0,51; 17,45±0,25 cm) e porcentual de sobrevivência (63,95±24,50; 71,71±6,61; 79,65±0,82 %) quando eclodidas em 180, 240 e 300 UTAs, respectivamente. Os resultados foram submetidos à análise de variância de um fator a 5 % de significância não sendo verificado efeito ( $p > 0,05$ ) das UTAs sobre os parâmetros corporais. Conclui-se que, para a espécie estudada, a ovulação deva ocorrer a partir de 170 UTAs indicando valores de 174,2 e 251,0 UTAs, em 2011 e 2012, respectivamente. E que os parâmetros corporais das larvas nos primeiros 15 dias de vida não apresentaram diferenças significativas em 180, 240 e 300 horas-grau.

**Palavras-chave:** desova artificial; espécie de peixe em extinção; horas-grau; larvicultura; ovócitos; temperatura

## Abstract

The *Steindachneridion parahybae*, popularly known as surubim-do-Paraíba is an endemic catfish of the Paraíba do Sul river basin and nowadays is in the list of endangered species, being considered regionally extinct in the state of Sao Paulo. Little is known about the reproductive management of this species in captivity, adopting empirical measures for this practice. Therefore, the objective was: (1) determine the adequate Accumulated Thermal Units (ATUs) at the time of ovulation of the species in two reproductive cycles (Jan./2011 and Jan./2012) and (2) the initial development in larvae of *S. parahybae* in different ATUs (180, 240 and 300 degree-hours) in the first 15 days. The experiment was conducted at the Hydrobiology and Aquaculture Station of Sao Paulo Energetic Company - CESP, Paraibuna, SP. In a completely randomized design, nine selected females, formed three groups, with three replicates distributed in pre-established - ATU: 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300 degree-hours. The females were induced with two doses of 0.5 and 5.0 mg kg<sup>-1</sup> crude extract of carp pituitary, respectively, at an interval of 12 h. The water temperature was monitored to control ATU. The released oocytes (extrusion) were used for fertilization with sperm from one male and kept in incubators (1.5 L), with average water temperature of 22.35 ± 0.53 °C (2011) and 21.88 ± 0.15 °C (2012). The values of the rates of fertilization and hatching were 84.22 and 71.33% at 174.2 ATU in 2011 and 55.58 and 36.13% at 251.0 ATU in 2012, respectively. In January 2012, 900 larvae (one day post-hatching) from induced spawning above and hatched in three distinct accumulated thermal units – ATU (180, 240 and 300 degree-hours) were distributed in a completely randomized design consisting of three ATU and three repetitions (nine experimental units). Each experimental unit consisted of 100 larvae and kept in a container of 5 L (43.0 x 29.0 x 4.5 cm). After the second day of life the larvae started eating living food in obedience to the proportion of 120 *Artemia salina* per larva (day 2), 300 (3rd and 4th days), 600 (5th to 8th day) and 1200 (9th to 15th day), being offered at 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00 and 24 h 00 min. At the end of the experiment, the larvae had mean weight (523.67 ± 54.42, 496.67 ± 61.98, 475.00 ± 22.83 mg), length (17.75 ± 0.57, 17.58 ± 0.51, 17.45 ± 0.25 cm) and the survival percentage (63.95 ± 24.50, 71.71 ± 6.61, 79.65 ± 0.82%) when hatched in 180, 240 and 300 ATU, respectively. The results were subjected to analysis of variance of one factor to 5% significance and not being observed significance ( $p > 0.05$ ) of the ATU on the body parameters. We concluded that, for this species, the ovulation should occur from 170 ATU indicating values of 174.2 and 251.0 ATU, in 2011 and 2012, respectively. And the body parameters of the larvae in the first 15 days of life showed no significant differences in 180, 240 and 300 hours-degree.

**Key-Words:** artificial spawning; degree-hours; endangered fish species; hatchery; oocytes; temperature

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Atividades antrópicas têm exercido uma profunda e negativa influência nos peixes de água doce, quer seja em um pequenino córrego ou em um rio complexo. Como exemplo desses impactos temos a extração de areia, pecuária, agricultura, pesca, barramentos hidrelétricos, utilização de produtos químicos, precariedade das práticas de conservação do solo, remoção das matas ciliares e ocupação das bacias (Araújo, 1998; Hilsdorf e Petrer Jr, 2002; Brandão, 2004; Caneppele, 2007), atividades que impactam o meio ambiente e, em geral, não permitem que uma sociedade permaneça em equilíbrio com a natureza. Destacando-se que em poucas décadas, algumas espécies de peixes desapareceram por completo, sendo as endêmicas, as mais afetadas (SMA, 2009).

Além desses impactos, alterações decorrentes de mudanças climáticas podem afetar a temperatura, prejudicando o desenvolvimento dos peixes, elevando as taxas de mortalidade, a distribuição geográfica com o tempo ou mesmo influenciar nos processos fisiológicos tais como, o crescimento e a reprodução (Barcellos *et al.*, 2000; Prötner, 2002).

É sabido que a reprodução em peixes é modulada por fatores ambientais (temperatura, horas de luz, pluviosidade, entre outros), controlados pelo eixo hipotálamo-hipófise-gônadas, que sintetizam e liberam gonadotropinas, esteróides gonadais e hormônios moduladores do processo reprodutivo, entre outras substâncias (Takei e Loretz, 2006). Porém, esse controle ocorre naturalmente, exceto quando os peixes são mantidos em confinamento, não permitindo a liberação espontânea dos gametas (Rocha e Rocha, 2006). Neste caso, intervenções hormonais exógenas são necessárias para dar continuidade ao processo de maturação gonadal (Zohar e Mylonas, 2001).

Diante dessa realidade, a consolidação da produção de alevinos, sejam eles destinados à piscicultura comercial ou de “conservação”, dependem do conhecimento e controle da biologia reprodutiva das espécies de peixes. No entanto, para peixes nativos de água doce tais processos ainda não são totalmente dominados a ponto de abastecer sistematicamente o mercado de alevinos em larga escala (Romagosa, 2006; Weingartner *et al.*, 2008).

Pesquisas veiculadas sobre espécies de peixes nativos e seus mecanismos reprodutivos em bacias hidrográficas impactadas são raros. Considerando-se o estado de conservação do *Steindachneridion parahybae* na natureza, decidiu-se no presente estudo, avaliar o efeito das unidades térmicas acumuladas na ovulação e no desenvolvimento inicial de larvas.

## **2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar o efeito das unidades térmicas acumuladas (horas-grau) na ovulação de *S. parahybae*, em dois ciclos reprodutivos - 2011 e 2012.

- Acompanhar o desenvolvimento inicial das larvas de *S. parahybae* provenientes de distintas UTAs (180, 240,300), em 2012.

## **3. REVISÃO DA LITERATURA**

### **3.1 A bacia do rio Paraíba do Sul**

A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (Anexo I – A e B) estende-se por territórios pertencentes a três Estados da Região Sudeste (São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais) cuja rede de drenagem ocupa uma área de aproximadamente 57.000 km<sup>2</sup> (Marengo, 2005), sendo esse rio utilizado para fins domésticos e industriais, não só como fonte de abastecimento, mas, também, como receptor de efluentes (Bizerril, 1994). Entretanto, essa bacia apresenta diferenças quanto à formação geológica e história evolutiva, situando-se em uma das poucas regiões do país que apresentam relevo muito acidentado, chegando a mais de 2000 m nos pontos mais elevados, resultando em uma fauna piscícola diferenciada (Ribeiro, 2006).

O rio Paraíba do Sul é formado a partir da confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna. Com cerca de 1.100 km de comprimento, abrange uma das regiões mais industrializadas do país (Hilsdorf e Petrele, 2002 e Caneppele, 2007).

Devido a crescente industrialização, problemas com a qualidade de água são evidentes, ocorrendo redução dos estoques pesqueiros, pelo lançamento de esgoto doméstico, um dos principais fatores para a diminuição no número

de espécies de peixes (Hilsdorf & Petrere Jr., 2002). A perda da biodiversidade, em ambientes aquáticos, configura como um dos principais problemas a serem enfrentados, destacando-se a destruição de habitats, a exploração de areia e remoção das matas ciliares (Agostinho e Zalewski, 1996; Karr *et al.*, 2000; Caneppele, 2007).

Conseqüentemente, estes fatores limitantes vêm contribuindo para a desestruturação da ictiofauna local, reduzindo drasticamente, as populações de espécies de peixes menos tolerantes, hoje restritas somente em pontos da bacia do rio Paraíba do Sul menos impactados pela ação antrópica, como é o caso do surubim-do-Paraíba, *Steindachneridion parahybae* uma espécie reofílica extremamente afetada (Honji *et al.*, 2009).

Um dos únicos registros que relatam à composição da ictiofauna da região foi descrito por Machado & Abreu (1952), onde monitorando a pesca comercial no início da década de 50 no trecho paulista da bacia, relacionaram 26 espécies de peixes, dentre as quais, o surubim-do-Paraíba já aparecia na pesca da região, totalizando a captura de 1989 Kg entre os anos de 1950 e 1951, onde era considerada como uma das poucas espécies nobres.

Estudos realizados por Teixeira *et al.*, (2004) avaliando a distribuição da ictiofauna em locais impactados no rio Paraíba do Sul, constataram o predomínio de espécies oportunistas que podem usar os recursos disponíveis, independente das condições ambientais, sendo uma possível indicação da limitação de habitats ou da baixa qualidade ambiental das águas de nossos rios.

### **3.2 Espécie estudada**

A família Pimelodidae é composta por aproximadamente 300 espécies e 50 a 60 gêneros de Siluriformes neotropicais (Mees, 1974). Dentre essas famílias destaca-se o gênero *Steindachneridion* por possuir distribuição restrita aos rios das bacias da América do Sul. Em registro, existem cinco espécies que compreendem este gênero, sendo uma característica comum o endemismo regional. São descritos assim, *Steindachneridion scripta* dos rios Paraná e Uruguai; *Steindachneridion doceanum*, do rio Doce; *Steindachneridion amblyurum* do rio Jequitinhonha; *Steindachneridion melanodermatum* do Rio Iguaçu; e *Steindachneridion parahybae* (Garavello, 2005).

O surubim-do-Paraíba, *Steindachneridion parahybae* (Anexo II – C) (Siluriformes: Pimelodidae), é um bagre endêmico da bacia do rio Paraíba do Sul, com corpo achatado, marcado por pequenas e alongadas manchas ao longo do dorso, olhos pequenos e pouco eficientes, sendo sua percepção do meio ambiente auxiliada pelos barbilhões, caracterizando-o como uma espécie de atividade noturna (Lundberg e Littman, 2003; Garavello, 2005). Pouco se sabe à respeito de sua biologia (Caneppele *et al.*, 2009; Honji *et al.*, 2009), sendo sua captura normalmente associada à corredeiras, em remansos profundos acima de cachoeiras, e no período noturno em regiões rasas do rio, quando saem em busca de alimento (Caneppele, 2011).

Na década de 50, os maiores valores de capturas dessa espécie de peixe foram de aproximadamente 2.000 kg/ano (Machado e Abreu, 1952), posteriormente, ocorreu uma redução drástica em seu estoque principalmente, devido à pesca desordenada e ações antrópicas, como a poluição decorrente da crescente industrialização (Hilsdorf e Petrere Jr., 2002), classificando a espécie, como criticamente ameaçada de extinção (MMA, 2008) e regionalmente extinta no estado de São Paulo (SMA, 2009).

Desta forma, torna-se necessária a realização de estudos em cativeiro com espécies ameaçadas principalmente, em relação a biologia reprodutiva do surubim-do-Paraíba, visando o domínio das técnicas de manejo reprodutivo e larval nas fases iniciais do desenvolvimento.

### **3.3 Reprodução Artificial**

Um dos principais aspectos para a intensificação da produção piscícola, acompanhada da sustentabilidade tanto econômica como ambiental, é a utilização da propagação artificial ou reprodução induzida (Romagosa, 2006). Para tal, devem-se utilizar gametas de qualidade promovendo máxima fertilização e, subseqüentemente, desenvolvimento normal do embrião (Bobe e Labbé, 2010).

O desenvolvimento da “piscicultura de conservação” requer informações sobre as técnicas de manejo reprodutivo de espécies de peixes nativos (Baldisserotto, 2002; Weingartner *et al.*, 2008), com o intuito de realizar programas de repovoamento e, conseqüentemente, a recuperação da população natural quase inexistente.

Estes estudos poderão contribuir diretamente no uso racional de gametas (Caneppele *et al.*, 2011), aumentar as possibilidades de sucesso da propagação artificial (Sanches *et al.*, 2009) e, contribuir diretamente em programas de conservação da biodiversidade genética por meio do fornecimento de informações básicas necessárias em programas de criopreservação (Rurangwa *et al.*, 2004).

No processo reprodutivo, a capacidade de fertilização dos peixes é um parâmetro que deve ser avaliado, assim como, o tamanho e a qualidade dos ovócitos (Anexo II – D). Esse potencial de desenvolvimento deve ser estimado por meio de medidas/estimativas diretas (tamanho, fertilização, eclosão, percentual de larvas normais) (Shardo, 1995; Brooks *et al.*, 1997; Bobe & Labbé, 2010).

Segundo Romagosa *et al.*, (2001) torna-se necessário o domínio na manipulação das atividades reprodutivas para definir uma tecnologia que se baseie em parâmetros confiáveis, possibilitando a produção de alevinos de boa qualidade. Entretanto, a interpretação dos resultados experimentais nem sempre são fáceis, pois existem vários fatores, como: condições ambientais, fisiologia da própria espécie, hábitos alimentares, idade, estágio de desenvolvimento gonadal em que se encontra o reprodutor, tamanho dos ovos, fecundidade, viabilidade dos ovos e larvas, embriologia, etc., fatores estes que interagem entre si.

### **3.4 Unidades Térmicas Acumuladas (UTAs) – horas-grau**

O conhecimento do ciclo reprodutivo de uma determinada espécie de peixe, bem como, os fatores endógenos e exógenos que controlam essa atividade, são de grande importância quando se pretende estabelecer programas de conservação de estoques naturais (Nikolskii, 1969).

Destaca-se a temperatura como um dos fatores-chave que influenciam no momento da ovulação (Harvey e Hoar, 1979). Cada espécie de peixe possui um intervalo de temperatura para a liberação de seus ovócitos. Quando um animal é submetido à indução hormonal, pequenas diferenças de temperatura podem retardar ou acelerar o processo de ovulação. Assim, pode-se considerar essa variável ambiental, como uma das fundamentais no controle da reprodução induzida, uma vez que, atrasos na coleta de ovócitos podem ter

impactos negativos significativos sobre sua qualidade – regressão ovocitária ou supermaturação dos ovócitos (Fortuny *et al.*, 1988; Formacion *et al.*, 1991; Romagosa, 2008).

O termo “horas-grau” refere-se ao tempo (horas) multiplicado pela temperatura da água (°C), sendo que cada espécie de peixe apresenta necessidades diferenciadas, uma vez que, a temperatura difere conforme a região. Após a aplicação da segunda dose hormonal nas fêmeas (primeira nos machos), os reprodutores atingem o processo de maturação final. A cada hora é registrada a temperatura da água do local onde os reprodutores são mantidos e somadas a cada registro. A hora - grau indicará o momento da extrusão (Ceccarelli *et al.*, 2000).

### **3.5 Larvas**

A ontogenia inicial em peixes é caracterizada por uma série de mudanças na estrutura e função dos principais sistemas orgânicos, reflexo da rápida evolução morfológica e de hábitos e comportamentos, processos pelos quais os embriões e larvas sofrem durante o desenvolvimento inicial (Osse *et al.*, 1997).

Conhecer a fase inicial do ciclo de vida dos peixes é de suma importância, uma vez que os resultados refletem na prática no desenvolvimento da atividade. Segundo Nakatani *et al.*, (2001), as larvas (Anexo II – E), além de representarem uma fase crítica do sucesso de recrutamento, se apresentam como organismos distintos dos adultos em requerimentos ecológicos, tornando estes estudos imprescindíveis ao entendimento da auto-ecologia e dinâmica populacional.

Durante o desenvolvimento inicial observa-se uma grande similaridade entre as larvas de diferentes espécies, o que dificulta o desenvolvimento de técnicas específicas de manejo adequado, reforçando assim, a necessidade de estudos relacionados à fase larval de cada espécie em particular. A larvicultura, quando realizada em laboratório permite investigações detalhadas sobre os hábitos, preferências alimentares e comportamentos. Segundo Sipaúba-Tavares (1993) e Landines (2003), de um modo geral, a sobrevivência da larva é um dos grandes problemas para o pleno desenvolvimento de sistemas de produção intensiva de peixes nativos.

Estudos vêm sendo realizados, adotando o sistema intensivo de produção de larvas e juvenis, onde os animais são mantidos em laboratório, protegidos de predadores e alimentados adequadamente durante seu desenvolvimento inicial. Nestas condições, as larvas têm melhores chances de sobrevivência. Porém, essa é uma técnica que eleva os custos de produção, necessitando maior atenção sobre sua viabilidade econômica (Nakatani *et al.*, 2001).

Segundo Portella (1995), um dos organismos mais utilizados na alimentação inicial das larvas (sistema intensivo) é o microcrustáceo *Artemia* sp. A produção em massa deste organismo encarece a larvicultura, pois apresentam um alto custo de manutenção e demanda intensa mão-de-obra (Kanazawa *et al.*, 1989). Conseqüentemente, a quantificação da necessidade alimentar das larvas durante as primeiras semanas de vida é um parâmetro fundamental a ser estudado, visando um rápido crescimento (Kestemont e Awais, 1989) e, também, diminuindo os custos de produção.

Na fase inicial da larvicultura, em geral, ocorrem às maiores perdas (Landines, 2003), fazendo-se necessário o emprego de técnicas de manejo adequadas para a obtenção de alevinos de qualidade e, em quantidades satisfatórias (Soares *et al.*, 2002; Romagosa, 2006). As perdas nessa fase de criação estão associadas principalmente, a problemas na alimentação inicial e, em algumas espécies, ao comportamento agressivo (canibalismo) que apresentam logo após a absorção do saco vitelino. Isto indica que o animal passa a buscar alimento exógeno, a fim de promover o desenvolvimento estrutural (Bromage, 1995; Landines, 2003).

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, A.A. e ZALEWSKI, M. 1996 *A planície alagável do alto Rio Paraná: importância e preservação*. Maringá: Eduem, 100p.

ARAÚJO, F.G. 1998 Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Biologia*, 58(4): 547-558.

BALDISSEROTTO, B. 2002 *Fisiologia de Peixes Aplicada à Piscicultura*. Ed. UFSM, Santa Maria, 212p.

BARCELLOS, L.G.; SOUZA, S.M.G.; WOEHL, V.M. 2000 Estresse em peixes: Fisiologia da resposta ao estresse, causas e consequências. *Boletim do Instituto de Pesca*, 26(1): 99-111.

BIZERRIL, C.R.S.F. 1994 Análise taxonômica e biogeográfica da ictiofauna de água doce do leste brasileiro. *Acta Biologica Leopoldensia*, 16: 51-80.

BOBE, J. e LABBÉ, C. 2010 Egg and sperm quality in fish. *General and Comparative Endocrinology*, 165: 535-548.

BRANDÃO, T.A. 2004 Paraíba, o rio que corre para a morte. *O Globo*, Rio de Janeiro.

BROMAGE, N. 1995 Broodstock Management and Egg and Larval Quality. In: *Broodstock Management and Seed Quality – Geral Considerations*. Oxford: Blackwell Science Ltd, p.23-52.

BROOKS, S.; TYLER, C.R.; SUMPTER, J.P. 1997 Egg quality in fish: what makes a good egg? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7(4): 387-416.

CANEPPELE, D. 2007 Peixes. Capítulo 4. In: FERREIRA, P.C. (Coord.). *A Biologia e a Geografia do Vale do Paraíba: Trecho Paulista*. São José dos Campos: IEPA. p.91-103.

CANEPPELE, D.; HONJI, R.M.; HILSDORF, A.W.S.; MOREIRA, R.G. 2009 Induced spawning of the endangered Neotropical species *Steindachneridion parahybae* (Siluriformes: Pimelodidae). *Neotropical Ichthyology*, 7(4): 759-762.

CANEPPELE, D. 2011 *Steindachneridion parahybae* (SILURIFORMES: PIMELODIDAE): produção espermática ao longo de um ciclo reprodutivo. São Paulo. 70p. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesca, APTA). Disponível em: <[http://www.pesca.sp.gov.br/dissertacoes\\_pg.php](http://www.pesca.sp.gov.br/dissertacoes_pg.php)>

CECCARELLI, P.S.; SENHORINI, J.A.; VOLPATO, G.L. 2000 *Dicas em piscicultura; perguntas e respostas*. Botucatu: Santa Gráfica Editora, 247 p.

FORMACIÓN, M.J. 1991 *Overripening of ovulated eggs in goldfish Carassius auratus*. Singapore. (Tese de Doutorado. National University of Singapore).

FORTUNY, A.; ESPINACH ROS, A.; AMUTIO, V.G. 1988 Hormonal induction of final maturation and ovulation in the sabalo *Prochilodus platensis* Holmberg, latency and

incubation times and viability of ovules retained in the ovary after ovulation. *Aquaculture*, 73: 373-381.

GARAVELLO, J.C. 2005 Revision of genus *Steindachneridion* (Siluriformes: Pimelodidae). *Neotropical Ichthyology*, 3(4), 607- 623.

HARVEY, B. e HOAR, W.S. 1979 The theory and practice of induced breeding in fish. International Development Research Center, Ottawa. Publ. N°. IDRC TS 21 E.

HILSDORF, A.W.S.; PETRERE, M. 2002 Conservação de peixes na bacia do rio Paraíba do Sul. *Ciência Hoje*, 30: 62-65.

HONJI, R.M.; CANEPPELE, D.; HILSDORF, A.W.S.; MOREIRA, R.G. 2009 Threatened fishes of the world: *Steindachneridion parahybae* (Steindachner, 1877) (Siluriformes: Pimelodidae). *Environmental Biology of Fishes*, 85: 207-208.

KANAZAWA, A.; KOSHIO, S.; TESHIMA, S.I. 1989 Growth and survival of larval red sea bream *Pagrus major* and japanese flounder *Paralichthys olivaceous* fed microbound diets. *Journal of the World Aquaculture Society*, 20(2): 31-37.

KARR, J.R.; ALLAN, D. & BENKE, A.C. 2000 River conservation in the United States and Canada: Science, Policy, and Practice. In: BOON, P.J.; DAVIS B.R.; G.E. PETTS (eds.). *Global Perspectives on River Conservation: Science, Policy, and Practice*. John Wiley. Chichester, 35p.

KESTMONT, P.; AWAIS, A. 1989 Larval rearing of the gudgeon, *Gobio gobio* L. under optimal conditions of feeding with the rotifer, *Brachionus plicatilis* (O.F. Müller). *Aquaculture*, 83: 305-318.

LANDINES, M.A. 2003 *Efeito da triiodotironina (T3) no desenvolvimento embrionário e no desempenho das larvas de pintado (Pseudoplatystoma coruscans), piracanjuba (Brycon orbignyanus) e dourado (Salminus maxillosus)*. Jaboticabal. 135p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista - Centro de Aquicultura da Unesp). Disponível em: <[http://www.caunesp.unesp.br/pg/trabalhos\\_teses\\_autor.php](http://www.caunesp.unesp.br/pg/trabalhos_teses_autor.php)>

LUNDBERG, J.G. e LITTMANN, M.W., 2003. Family Pimelodidae (Long-whiskered cat fishes). In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS JR.; C.J. (Eds.), *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*. EDIPUCRS, Porto Alegre p.437-452.

MACHADO, C.E.M. e ABREU H.C.F. 1952 Notas preliminares sobre a caça e a pesca no Estado de São Paulo. Apescano Vale do Paraíba. *Boletim da Indústria Animal*, 13: 145-160.

MARENCO, J.A. e ALVES, L.M. 2005 Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 20(2): 215-226.

MEES, G.F. 1974 O Auchenipteridae e Pimelodidae do Suriname (Pisces, Nemathognathi). *Zoologische Verhandelingen*, 132: 1-256.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. 2008 Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção, 1ª.ed. MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. (Ed). Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte - MG: Fundação Biodiversitas. 1420p.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A.A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P.V.; MAKRAKIS, M.C. e PAVANELLI, C.S. 2001 *Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá: EDUEM, 378p.

NIKOLSKII, G.V. 1969 *Theory of fish population dynamics*. Edinburgh, Oliver and Boyd, 352p.

OSSE, J.W.; VAN DEN BOOGART, J.G.M.; VAN SNIK, G.M.J; AN DER SLUYS, L. 1997 Priorities during early growth of fish larvae. *Aquaculture*, 155: 249-258.

PORTELLA, M.C. 1995 *Efeito da utilização de dietas vivas e artificiais enriquecidas com fontes de ácidos graxos essenciais, na sobrevivência, desenvolvimento e composição corporal de larvas e alevinos de curimatá Prochilodus scrofa (Pisces, Prochilodontidae)*. São Carlos. 210p. (Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos).

PRÖTNER, H.O. 2002 Climate variations and the physiological basis of temperature dependent biogeography: systemic to molecular hierarchy of thermal tolerance in animals. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 132: 739-761.

RIBEIRO, A.C. 2006 Tectonic history and the biogeography of the freshwater fishes from the coastal drainages of eastern Brazil: an example of faunal evolution associated with a divergent continental margin. *Neotropical Ichthyology*, 4(2): 225-246.

ROCHA, M.J. e ROCHA, E. 2006 Morphofunctional aspects of reproduction from synchronous to asynchronous fishes – an overview. 570-624. In: REINECKE, M.; ZACCONE, G. e KAPPOR, B.G. *Fish Endocrinology*. Science Publishers. 871p.

ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M.Y.; BORELLA, M.I.; FENERICH-VERANI, N. 2001 Seleção e caracterização de fêmeas de matrinxã, *Brycon cephalus*, induzidas a reprodução. *Boletim do Instituto de Pesca*, 27: 113-121.

ROMAGOSA, E. 2006 Biologia reprodutiva e fisiologia de peixes em confinamento: o cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* como modelo. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI E.C. (Ed) *Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura*. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática. p.108-116.

ROMAGOSA, E. 2008 Avanços na reprodução de peixes migradores. In: Cyrino, J.E.P. & URBINATI, E.C. (Ed.). *Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura*. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática. p.1-16.

RURANGWA, E.; KIME, D.E.; OLLEVIER, F.; NASH, J.P. 2004 The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. *Aquaculture*, 234: 1-28.

SANCHES, E.A.; BOMBARDELLI, R.A.; BAGGIO, D.M.; SOUZA, B.E. 2009 Dose inseminante para fertilização artificial de ovócitos de dourado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(11): 2091-2098.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE - SMA. 2009 *Fauna Ameaçada De Extinção no Estado de São Paulo: Vertebrados*. In: BRESSAN P.M.; KIERULFF M.C.M.; SUGIEDA A.M. (Coordenação). Fundação Parque Zoológico de São Paulo: SMA. São Paulo. 645p.

SHARDO, J.D. 1995 Comparative embryology of teleostean fishes. Development and staging of the American Shad, *Alosa sapidissima* (Wilson, 1811). *Journal of Morphology*, 225: 125-167.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. e GAGLIANONE, M.C. 1993 Estudo preliminar da Sucessão dos Parâmetros Físico, Químico e Biológico em Dois Viveiros de Piscicultura. *Red Acuicultura Boletim*, 7(1): 8-12.

SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; SCHAMBER, C.R. 2002 Efeito da densidade de estocagem do quinguio, *Carassius auratus* L., 1758 (Osteichthyes, Cyprinidae), em suas fases iniciais de desenvolvimento. *Acta Scientiarum*, 24(2): 527-532.

TAKEI, Y. e LORETZ, C.A. 2006 Endocrinology. In: Evans, D.H. e Claiborne, J. B. 2006. *The Physiology of Fish*. 3ª ed. Taylor e Francis Group. p.271-318.

TEIXEIRA, T.P.; TERRA, B.F.; ESTILIANO, E.O.; GRACIA, D.; PINTO, B.C.T.; ARAÚJO, F.G. 2004 Distribuição da Ictiofauna em locais impactados no rio Paraíba do Sul. *Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida*, 24(2): 167-174.

WEINGARTNER, M.; FRACALOSI, D.M.; BEUX, L.F.; NUÑER, A.P.O.; ZANIBONI-FILHO, E. 2008 Desenvolvimento de tecnologia de cultivo para peixes do Alto Rio Uruguai. In: ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P.O. *Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna*. Florianópolis: Ed. da UFSC.p.257-306.

ZOHAR, Y. e MYLONAS, C.C. 2001 Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. *Aquaculture*. 197: 99-136.

## **5. APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS I e II:**

Para facilitar a publicação dos resultados, a dissertação será apresentada em dois capítulos (Artigos científicos) seguindo as normas das revistas a que serão submetidos. No primeiro capítulo constam as normas da revista “Neotropical Ichthyology” e no segundo, as normas do “Boletim do Instituto de Pesca”.

Capítulo I: **EFEITO DAS UNIDADES TÉRMICAS ACUMULADAS NA OVULAÇÃO DE *Steindachneridion parahybae* (SILURIFORMES: PIMELODIDAE)**

*Neotropical Ichthyology*

Capítulo II: **LARVAS DE *Steindachneridion parahybae* PROVENIENTES DE DISTINTAS UNIDADES TÉRMICAS ACUMULADAS (SILURIFORMES: PIMELODIDAE)**

*Boletim do Instituto de Pesca*

Capitulo I:

**EFEITO DAS UNIDADES TÉRMICAS ACUMULADAS NA OVULAÇÃO DE  
*Steindachneridion parahybae* (SILURIFORMES: PIMELODIDAE)**

*Neotropical Ichthyology*

## EFEITO DAS UNIDADES TÉRMICAS ACUMULADAS NA OVULAÇÃO DE *Steindachneridion parahybae* (SILURIFORMES: PIMELODIDAE)

### Resumo

O *Steindachneridion parahybae* é um peixe migrador da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e, atualmente se encontra na lista de peixes ameaçados de extinção. Pouco se conhece sobre o manejo reprodutivo desta espécie em cativeiro, adotando-se para esta prática medidas empíricas. Diante disso, objetivou-se determinar as Unidades Térmicas Acumuladas (UTAs) adequada no momento da ovulação da espécie, em dois ciclos reprodutivos - 2011 e 2012. O experimento foi conduzido na Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da Companhia Energética de São Paulo - CESP, Paraibuna, SP. Em um delineamento inteiramente casualizado, nove fêmeas selecionadas, constituíram três grupos experimentais, de três exemplares cada (réplicas), distribuídas em tempos pré-estabelecidos - UTAs: 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300 horas-grau. Foram induzidas com duas doses de 0,5 e 5,0 mg kg<sup>-1</sup> de extrato bruto de hipófise de carpa, respectivamente, em um intervalo de 12 h. A temperatura da água foi monitorada para o controle das UTAs. Os ovócitos liberados (extrusão) foram destinados à fertilização com sêmen proveniente de um único macho, mantidos em incubadoras de 1,5 L, com temperatura média da água de 22,35 ± 0,53°C (2011) e 21,88 ± 0,15°C (2012). Obtiveram-se os valores das taxas de fertilização e eclosão de 84,22 e 71,33% em 174,2 UTAs no ano de 2011 e 55,58% e 36,13% em 251,0 UTAs no ano de 2012, respectivamente.

**Palavras-chave:** desova artificial, espécie de peixe em extinção, horas-grau, ovócitos, surubim-do-Paraíba, temperatura

### Abstract

The *Steindachneridion parahybae* is a migratory fish of the Paraíba do Sul river basin and currently is in the list of endangered fish. Little is known about the reproductive management of this species in captivity, adopting empirical measures for this practice. Therefore, the objective was to determine the Accumulated Thermal Units (ATU) adequate at the time of ovulation of the specie in two reproductive cycles - 2011 and 2012. The experiment was conducted at the Hydrobiology and Aquaculture Station of Sao Paulo Energetic Company - CESP, Paraibuna, SP. In a completely randomized design, nine selected females, formed three experimental groups, with three replicals, distributed in pre-established - ATU: 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300 degree-hours. The females were induced with two doses of 0.5 and 5.0 mg kg<sup>-1</sup> crude extract of carp pituitary, respectively, at an interval of 12 h. The water temperature was monitored to control ATU. The released oocytes (extrusion) were used for fertilization with sperm from one male and kept in incubators, 1.5 L, with average water temperature of 22.35 ± 0.53°C (2011) and 21.88 ± 0.15°C (2012). The values of the rates of fertilization rate and hatching were 84.22 and 71.33% at 174.2 ATU in 2011 and 55.58% and 36.13% at 251.0 ATU in 2012, respectively.

**Keywords:** artificial spawning, endangered fish species, degree-hours, eggs, surubim-do-Paraíba, temperature

## 1. INTRODUÇÃO

O *Steindachneridion parahybae*, popularmente designado como surubim-do-Paraíba, é um bagre endêmico da bacia do rio Paraíba do Sul, que desde a década de 50, vêm sendo explorado comercialmente (Machado e Abreu, 1952). Essa bacia atravessa três estados do país - Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, onde sua ictiofauna está sujeita aos impactos das ações antropogênicas (extração areia, pecuária, agricultura de subsistência e pesca, barramentos, produtos químicos na agricultura, precariedade das práticas de conservação do solo, remoção das matas ciliares e ocupação das sub-bacias afluentes) (Hilsdorf e Petrere Jr, 2002; Brandão, 2004; Caneppele, 2007). A dimensão desses impactos e seus graus em relação à fauna levaram o *S. parahybae* a constar na lista de espécies de peixes ameaçados em extinção (Honji *et al.*, 2009) com situação crítica na bacia do rio Paraíba do Sul (MMA, 2008). No estado de São Paulo, a espécie é considerada regionalmente extinta, de acordo com o livro da Fauna Ameaçada de Extinção no Estado de São Paulo: Vertebrados (SMA, 2009).

Pesquisas sobre espécies de peixes nativos e seus mecanismos reprodutivos em bacias hidrográficas impactadas são raros. Segundo Caneppele *et al.*, (2009) e Caneppele (2011) informações caracterizando os gametas e o manejo reprodutivo de *S. parahybae* durante o processo de fertilização artificial vem sendo realizadas por meio de aplicações de biotécnicas reprodutivas, em cativeiro. Essas práticas contribuem diretamente para o sucesso da desova (Sanches *et al.*, 2009), promovendo a máxima fertilização e, subsequentemente, desenvolvimento normal do embrião (Brooks *et al.*, 1997; Bobe e Labbé, 2010). Fica evidenciada, também, a necessidade de informações do ciclo reprodutivo associado a fatores externos (ambientais) e internos (hormonais) (Harvey e Hoar, 1979).

As influências de fatores ambientais na sazonalidade reprodutiva de peixes tropicais de água doce foram discutidas por Munro (1990) sendo constatado que muito pouco é conhecido sobre o papel dos gatilhos que regulagem o processo reprodutivo. Existem algumas evidências de que a temperatura pode ser utilizada como uma fonte de informação sobre a iminência ou advento de condições propícias à ovulação (Romagosa, 2008).

É sabido que um dos fatores climáticos que estimula a desova artificial de peixes mantidos em cativeiro é a temperatura da água, determinante na produção de gametas e progênie satisfatórios (Romagosa, 2008). Para tal, é acompanhada a evolução da história térmica dos reprodutores (Ceccarelli *et al.*, 2000), onde os valores de

temperatura da água após a 2ª aplicação hormonal de fêmeas (se necessária 1ª nos machos) e o momento da liberação dos ovócitos (ovulação) são mutáveis, pois, depende das necessidades diferenciadas de cada espécie, bem como, das variações sazonais impostas nos laboratórios de reprodução. Por conseguinte, é realizado o cálculo da hora-grau, também denominada unidade térmica acumulada, intervalo entre o tempo (horas) multiplicado pela temperatura da água (°C), onde a hora-grau indica o momento da extrusão ou manipulação para liberação dos gametas.

Nas fêmeas de *S. parahybae* utilizou-se o extrato de pituitária de carpa, na dosagem preconizada por Caneppele *et al.*, (2009). Entretanto, para machos dessa espécie, Caneppele (2011) constatou que a hipofiseção não apresentou melhoras na capacidade de produção seminal.

Inúmeros protocolos relatam diferenças de horas-graus no momento da extrusão dos gametas em espécies de peixes migradores (Romagosa, 2008). Nesse sentido, Caneppele *et al.*, (2009) constataram que a extrusão dos gametas *S. parahybae* ocorreu após 200 horas-grau (médias de 240 a 255 UTAs), e temperatura da água de 24°C, valores próximos aos de *S. melanodermatum* de 260 ± 20 horas-grau (Ludwig *et al.*, 2005) e superiores aos de *S. scriptum* de 155 ± 26 horas-grau a 23°C. Dentro deste contexto, optou-se pela utilização de um protocolo com uma ampla variação de horas-grau, adotando-se três grupos experimentais, objetivando analisar o efeito das unidades térmicas acumuladas (horas-grau) na ovulação do *S. parahybae*, em dois ciclos reprodutivos - 2011 e 2012.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos meses de janeiro de 2011 e janeiro de 2012, na Estação de Hidrobiologia e Aquicultura de Paraibuna - EHAP (S 23°24.888' W 45°35.991' e altitude 640 m), pertencente à Companhia Energética de São Paulo - CESP, localizada no município de Paraibuna, São Paulo, Brasil. (ANEXO III - F)

Neste estudo os exemplares de *S. parahybae* selecionados (F1) fazem parte de um lote produzido a partir de 33 reprodutores selvagens, em dezembro de 2003 (Caneppele *et al.*, 2009). Os peixes, mantidos em tanques escavados de 200 m<sup>3</sup> (20 x 10 x 1m) (Anexo III - G), foram alimentados com ração comercial (40 % P.B.), oferecida duas vezes ao dia, às 08 h 00 min e às 17 h 00 min, durante sete dias da semana, na proporção de 3% da biomassa total.

Os exemplares aptos à reprodução (fase de maturação final) foram selecionados no próprio tanque escavado, observando-se nas fêmeas, o ventre levemente abaulado e a liberação de ovócitos sob leve compressão abdominal, e nos machos pela capacidade de liberar sêmen. Estes foram identificados eletronicamente (tags), pesados, medidos (Tabela 1), sendo manipulados de acordo com os princípios éticos estabelecidos por Van Zetphen *et al.*, (2001), e transferidos para aquários de 175 L (75x43x54 cm), sob aeração constante. (Anexo III - H; Anexo IV - I, J, K, L).

**Tabela 1.** Número de exemplares de *Steindachneridion parahybae*, valores médios de peso, comprimento e desvios-padrão durante o período experimental.

Parâmetros	Anos	
	jan/11	jan/12
Número de Fêmeas	9	9
PT ± dp (g)	927,67 ± 137,19	855,56 ± 113,04
CT ± dp (cm)	44,44 ± 2,07	44,17 ± 2,14
Número de Machos	1	1
PT (g)	940,00	1010,00
CT (cm)	45,00	47,00

PT = Peso Total; CT = Comprimento Total; dp = desvio padrão

Com a finalidade de se determinar o grau de desenvolvimento dos ovócitos de *S. parahybae*, amostras foram retiradas antes da 1ª dose hormonal (1ª amostra) e no momento da ovulação (2ª amostra), com catéter plástico (sonda uretral humana nº 08), (Anexo V - M), segundo técnica preconizada por Romagosa *et al.*, (2001). Cada amostra, com aproximadamente 100 ovócitos, foi mantida em solução de Gilson (Simpson, 1951), por 30 minutos, para posterior leitura sob estereomicroscópio (Obj.2x; Oc.10x) (Anexo V - N), e representadas graficamente.

Dezoito fêmeas de *S. parahybae* (nove fêmeas em cada ano) foram induzidas com extrato bruto de hipófise de carpa (EBHC), diluído em soro fisiológico (0,6 % NaCl), em duas doses (0,5 e 5,0 mg Kg<sup>-1</sup>), sendo a primeira com 10 % e a segunda, 12 horas após, com o restante (Caneppele *et al.*, 2009). As aplicações foram realizadas no dorso do animal, na região intramuscular (Anexo V - O).

Em seguida, as fêmeas de *S. parahybae* foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo constituídos três grupos experimentais, de três exemplares cada (réplicas), distribuídos em intervalos de tempos pré-

estabelecidos de 20 em 20 horas-grau (somatória da temperatura da água em função do tempo), a partir da 2ª aplicação hormonal, onde as respectivas parcelas de ovócitos foram retiradas por canulação e/ou extrusão, em 140 horas-grau (Grupo I); 160 horas-grau (Grupo II) e 180 horas-grau (Grupo III), nos dois ciclos - 2011 e 2012 (Tabela 2).

**Tabela 2.** Delineamento experimental de fêmeas de *Steindachmeridion parahybae* em função das Unidades Térmicas Acumuladas (UTAs), nos dois ciclos - 2011 e 2012.

Grupos	♀	UNIDADES TÉRMICAS ACUMULADAS - UTAs (horas-grau)								
		140	160	180	200	220	240	260	280	300
I	1	X Yc	-	-	X Ye	-	-	X Ye	-	-
	2	X Yc	-	-	X Ye	-	-	X Ye	-	-
	3	X Yc	-	-	X Ye	-	-	X Ye	-	-
II	4	-	X Yc	-	-	X Ye	-	-	Ye	-
	5	-	X Yc	-	-	X Ye	-	-	Ye	-
	6	-	X Yc	-	-	X Ye	-	-	Ye	-
III	7	-	-	X Ye	-	-	X Ye	-	-	Ye
	8	-	-	X Ye	-	-	X Ye	-	-	Ye
	9	-	-	X Ye	-	-	X Ye	-	-	Ye

X - coleta de ovócitos/2011; X Yc 1ª parcela de ovócitos por canulação.  
Y - coleta de ovócitos/2012; X Ye 1ª parcela de ovócitos por extrusão.

Em função das horas-graus estabelecidas (Tabela 2), cada parcela de ovócitos extrusada (Anexo V - P), foi individualmente, fertilizada a seco (Anexo V - Q) (Leonardo *et al.*, 2004) e transferida para incubadoras experimentais (1,5 L) (Anexo VI - R e S), com temperatura média da água de  $22,35 \pm 0,53^\circ\text{C}$  (2011) e  $21,88 \pm 0,15^\circ\text{C}$  (2012). O sêmen (100  $\mu\text{L}$ ) foi coletado de acordo com Caneppele (2011) (Tabela 1).

Onze horas após a fertilização (fechamento do blastóporo), os ovos foram sifonados e contados de cada unidade experimental, para o cálculo das taxas de fertilização ( $TF, \% = \text{número ovos em divisão} \times 100/\text{número total de ovos}$ ), sendo considerados ovos fertilizados aqueles que se apresentavam translúcidos e não-fertilizados os de aparência opaca.

Após o nascimento das larvas foram calculadas as taxas de eclosão ( $TE, \% = n^\circ \text{ de larvas eclodidas} \times 100/n^\circ \text{ total de ovos}$ ) sendo considerados o percentual do número de

larvas normais ( $Ln = n^\circ \text{ de larvas normais} \times 100 / n^\circ \text{ total de larvas}$ ) e o número de larvas anormais (deformidades da coluna vertebral e cauda).

Os valores das TF e TE foram submetidos à análise de regressão polinomial de segunda ordem a 5% de significância. Os parâmetros não-significativos foram removidos pelo método *back-ward step-wise*. Consideraram-se como variáveis independentes os momentos em que ocorreram as coletas de ovócitos por extrusão nos respectivos anos de 2011 e 2012.

Os pressupostos foram seguidos conforme sugerido por Myers (1990) e Quin & Keough (2002). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o *Software Estatística* (Statsoft, 2005).

Os parâmetros da qualidade de água foram monitorados com o auxílio de um aparelho multianalisador (Horiba U50), como temperatura (°C), pH, concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ) nos aquários e, posteriormente, nas incubadoras experimentais até o momento da eclosão das larvas. Os valores destes parâmetros nos anos de 2011 e 2012 foram submetidos ao teste não-paramétrico de Mann-Whitney, ao nível de 5% de significância ( $p < 0,05$ ). Para tanto, considerou-se o ano como variável independente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando comparado os anos de 2011 e 2012, somente os valores médios do pH da água nos aquários apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ). Todavia, os valores médios de temperatura e oxigênio dissolvido mantiveram-se próximos. Todavia, na EHAP-CESP os valores médios de temperatura da água foram relativamente inferiores nos anos de 2011 e 2012 (Tabela 3).

Aparentemente tanto os valores de pH, quanto do oxigênio dissolvido apresentaram-se adequados para a criação dessa espécie, exigências semelhantes às observadas para outros bagres, tais como o jundiá, *Rhamdia quelen* e o pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Zaniboni-Filho *et al.*, 2010), cujos valores mantiveram-se dentro dos limites estabelecidos para a aquicultura (CONAMA, 2005).

Sabe-se que o monitoramento constante da temperatura da água é um dos fatores-chave no processo reprodutivo (Harvey e Hoar, 1979). Entretanto, Prötner (2002) ressalta a influência das oscilações térmicas decorrentes de distintas regiões geográficas nos processos fisiológicos como, reprodução e crescimento. Segundo Crepaldi *et al.*, (2006), o sistema endócrino dos peixes está diretamente relacionado aos

fatores ambientais e, dentre eles, destacam-se os órgãos reprodutores. Quando os peixes são mantidos em condições de confinamento tendem a ocorrer disfunções reprodutivas, como a falta de maturação final dos ovócitos, ovulação, redução do sêmen (Romagosa, 2008, 2010).

**Tabela 3.** Valores médios e desvios padrões dos parâmetros da qualidade da água registrados durante o período experimental.

Parâmetros	Anos		p-valor*
	jan/2011	jan/2012	
Temperatura da água (°C)	22,34 ± 0,53	21,88 ± 0,15	0,1082
Ph	6,88 ± 0,10	6,10 ± 0,10	0,0029
Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	5,10 ± 0,61	5,97 ± 1,53	0,2986

\* Teste não-paramétrico de Mann-Whitney

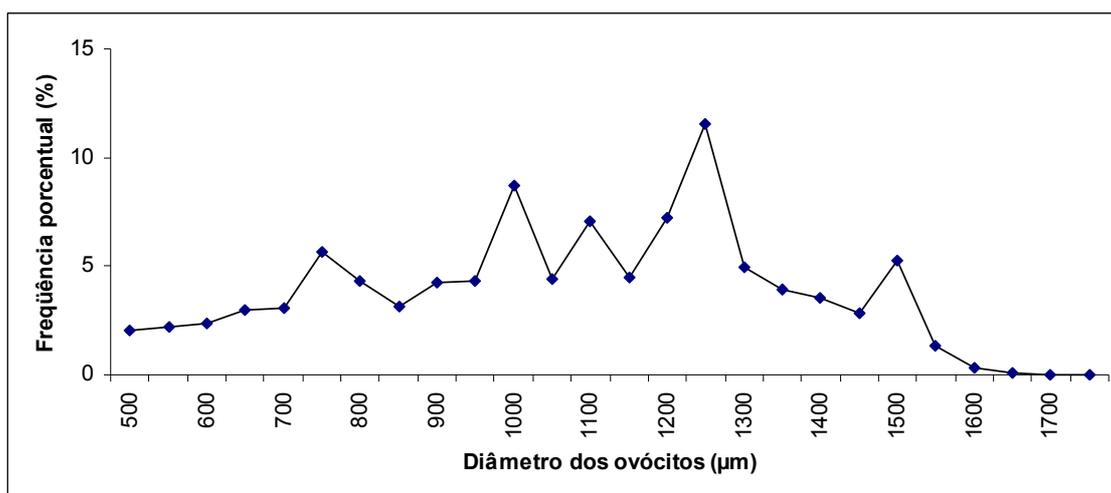
Rotineiramente, a relação entre a somatória das unidades térmicas acumuladas e o momento da liberação dos ovócitos (ovulação) tem sido utilizada na propagação artificial ou a reprodução induzida buscando a inserção de espécies de peixes nativas no contexto da produção comercial (Romagosa, 2008), o que de acordo com Ceccarelli *et al.*, (2000) a estimativa desse intervalo permite reduzir o manuseio dos reprodutores e, conseqüentemente, reflete no desempenho produtivo de ovos e larvas.

O grupo dos Siluriformes mostra dualidade no padrão de comportamento migratório de peixes nativos podendo reproduzir-se nos leitos de rios na estação chuvosa – desova total ou única (Bazzoli *et al.*, 2003; Crepaldi *et al.*, 2006; Romagosa, 2010) ou permanecerem nos sítios de desova ou os visitavam várias vezes durante as enchentes – desova parcelada ou múltipla (Sato *et al.*, 2003; Godinho *et al.*, 2007). Porém, a história da migração do *S. parahybae* dentro e fora do período reprodutivo é praticamente desconhecida. Investigações recentes a respeito de sua reprodução em cativeiro indicam que a espécie apresenta desova parcelada, com populações heterogêneas de ovócitos em desenvolvimento e, liberados em várias ocasiões do período reprodutivo (Romagosa, comunicação pessoal<sup>1</sup>), diferenciando-a de outros surubins como *S. melanodermatum* (Ludwig *et al.*, 2005) e *S. scriptum* (Zaniboni-Filho *et al.*, 2010) que apresentam desova total.

<sup>1</sup> Romagosa “comunicação pessoal”, 2011, São Paulo, Brasil – Instituto de Pesca.

A aplicabilidade da distribuição da frequência porcentual dos diâmetros dos ovócitos permite a avaliação do grau de desenvolvimento ovariano para peixes nativos como, *Prochilodus scrofa* (Fenerich-Verani *et al.*, 1984), *Piaractus mesopotamicus* (Romagosa *et al.*, 1990), *Brycon insignis* (Andrade-Talmelli *et al.*, 2002), *B. cephalus* (Romagosa *et al.*, 2001), *Pseudoplatystoma fasciatum* (Leonardo *et al.*, 2004), *S. melanoderdatum* (Zaniboni-Filho *et al.*, 2010) e *Rhamdia quelen* (Amorim *et al.*, 2009) associadas às características externas, nortearam este trabalho.

Considerando-se que as distribuições percentuais dos valores dos diâmetros dos ovócitos das 1<sup>as</sup> amostras (antes da aplicação hormonal) de *S. parahybae* apresentaram comportamento similar, foram agrupadas e analisadas, destacando-se modas de 750, 1000, 1100, 1250, 1500  $\mu\text{m}$  (Fig. 1), cuja coloração era amarelo-clara, constatando que a espécie libera seus ovócitos em parcelas - desova tipo parcelada semelhante ao *Rhamdia quelen* (Reidel *et al.*, 2010).

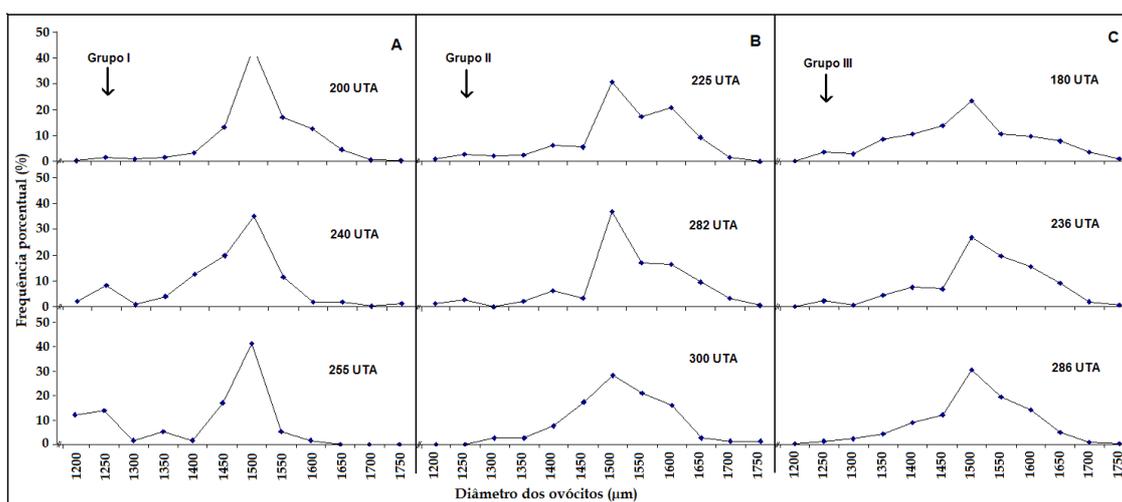


**Fig. 1.** Distribuição de frequência porcentual dos diâmetros dos ovócitos de *Steindachneridion parahybae*, antes da 1<sup>a</sup> aplicação hormonal (n=18), nos dois ciclos reprodutivos.

Analisando-se as três parcelas liberadas da Fig. 2A - grupo I verifica-se uma única moda simétrica em 1500  $\mu\text{m}$ , independentemente dos distintos tempos (200, 240 e 255 UTA). Constataram-se distribuições de diâmetros dos ovócitos do tipo bimodal de 1500 e 1600  $\mu\text{m}$  marcantes na Fig. 2B - grupo II (225, 282 e 300 UTA). Na Fig. 2C - grupo III constata-se a redução dos valores de frequência porcentual mostrando indícios de ovócitos em regressão ovariana similar às descritas por Leonardo *et al.*, (2006) para *Pseudoplatystoma fasciatum*. Entretanto, Gomes *et al.*, (2000) e Amorim *et al.*,

(2009) observaram que, antes da fertilização, os ovócitos de *Rhamdia quelen* apresentaram diâmetros médios inferiores de 1300 e 1471 ± 47,63 µm, respectivamente.

Neste estudo foi considerada a estimativa da taxa de fertilização após o fechamento do blastóporo de acordo com a recomendação de Bobe e Labbé (2010). Entretanto, chama a atenção que para o gênero *Steindachneridion* esse processo de fechamento do blastóporo é lento, onde em *S. parahybae* foi de 11 horas pós-fertilização a 22,12 ± 0,33°C, em *S. scriptum* culminou em oito horas e quarenta e cinco minutos pós-fertilização (25,1 °C) (Zaniboni-Filho *et al.*, 2010). Diferindo de outros Pimelodídeos, o *Pseudoplatystoma fasciatum* apresentou fechamento do blastóporo quatro horas e trinta minutos após a fertilização (25,0± 1,0°C) (Romagosa *et al.*, 2002), em *P. corruscans*, este intervalo foi de seis horas em temperaturas entre 23,5 a 25,5°C (Cardoso *et al.*, 1995).



**Fig. 2.** Distribuições de frequência percentual dos diâmetros dos ovócitos de *Steindachneridion parahybae* em distintos tempos. (A) Grupo I, (B) Grupo II e (C) Grupo III.

Foi observado o efeito ( $p < 0,05$ ) linear no ano de 2011 para as taxas de fertilização (Fig. 3A) e taxas de eclosão (Fig. 4A). Entretanto, no ano de 2012, constatou-se o efeito ( $p < 0,05$ ) quadrático para as taxas de fertilização (Fig. 3B), taxas de eclosão (Fig. 4B) e larvas normais (Fig. 5).

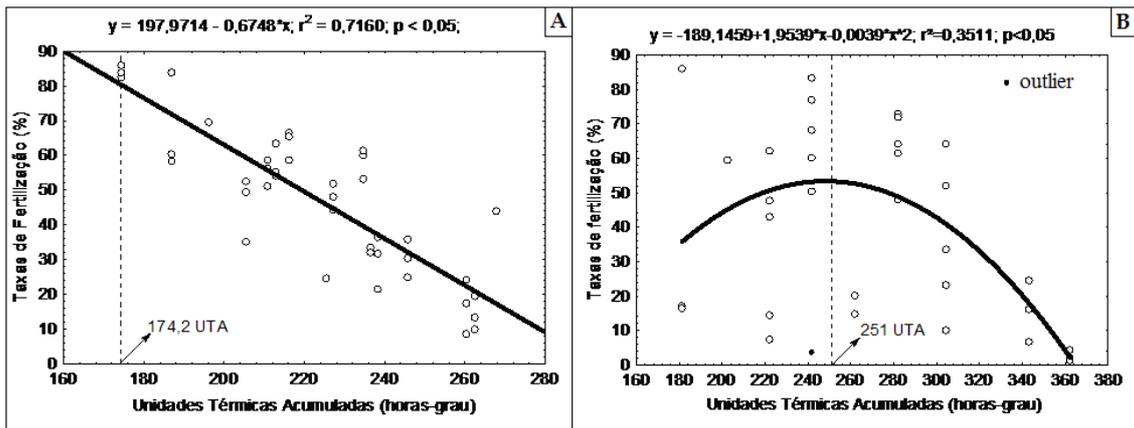


Fig. 3. Valores médios das taxas de fertilização de *Steindachneridion parahybae* nos anos de 2011(A) e 2012 (B).

A princípio a liberação dos ovócitos (extrusão) ocorreu conforme o protocolo, entretanto, uma das fêmeas antecipou a liberação dos mesmos (174,2 horas-grau) obtendo-se os maiores valores de taxas de fertilização (84,22%) no ano de 2011 (Fig. 3A). Em 2012 constataram-se maiores valores de taxas de fertilização (55,58%) em 251 horas-grau (Fig. 3B).

Nota-se na Fig. 3A uma tendência linear negativa conforme o aumento da UTAs, sendo necessária a avaliação constante das fêmeas, pois o atraso na liberação pode ocasionar ovócitos “regredidos” (Fig. 2C) ou “supermaturados” (Romagosa, 2008). Segundo Romagosa *et al.*, (2001), Leonardo *et al.*, (2006) e Zaniboni-Filho e Nuñez (2004), esse processo, denominado regressão ovariana (atresia folicular) pode afetar o desempenho reprodutivo em peixes, especialmente sobre as taxas de fertilização e eclosão.

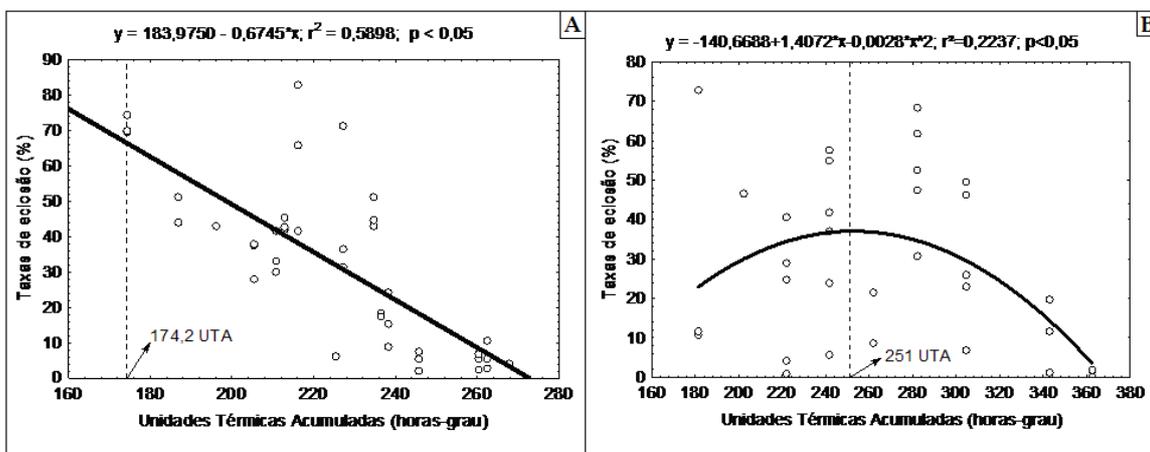


Fig. 4. Valores médios das taxas de eclosão de *Steindachneridion parahybae* nos anos de 2011 (A) e 2012 (B).

No ano de 2011, os maiores valores de taxas de eclosão (71,33%) foram encontrados em 174,2 horas-grau (Fig. 4A). Em 2012, verificaram-se os maiores valores de taxas de eclosão (36,13%) em 251 horas-grau (Fig. 4B).

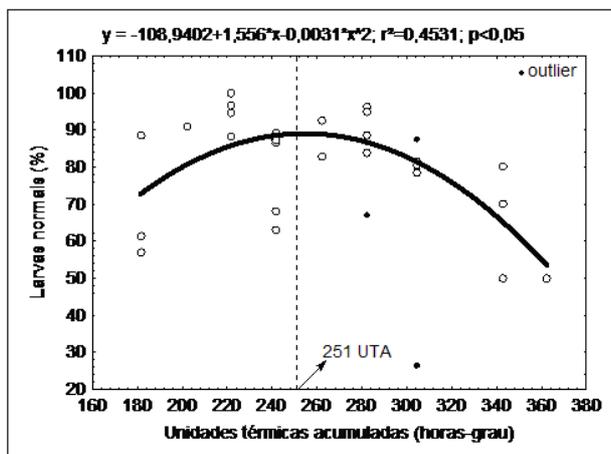


Fig. 5. Valores médios do número de larvas normais de *Steindachneridion parahybae* no ano de 2012.

No ano de 2011 não foi observado o efeito significativo quanto ao percentual do número de larvas normais ( $L_n = 86,42\%$  em 174,2 horas-grau). Entretanto, no ano de 2012 os valores médios de larvas normais de *S. parahybae* encontrados em 251 horas-grau foi de 86,31%.

Averiguou-se que em outras espécies da ordem dos Siluriformes, Sato *et al.*, (2003) realizaram a extrusão dos ovócitos de *Pseudoplatystoma sp* em  $226 \pm 4$  horas-grau, a uma temperatura de  $24,3 \pm 0,7^\circ\text{C}$ , entretanto, Smerman *et al.*, (2002) obtiveram valores inferiores a 200 UTAs, em temperatura média de  $27,31 \pm 0,72^\circ\text{C}$  para a mesma espécie. Diferenças entre as unidades térmicas acumuladas foram descritas para *Rhinelepis áspera*, em 212 UTAs, a uma temperatura média de  $25,8 \pm 0,4^\circ\text{C}$  (Lopez, 2005); *Rhamdia quelen*, em um intervalo de 220-240 horas-grau, em 22-27°C (Baldisserotto *et al.*, 2010) e *Sorubim lima* em 264,5 UTAs, em  $27,6^\circ\text{C}$  (Shibata *et al.*, 2011).

Para o gênero *Steindachneridion*, verifica-se que a liberação dos ovócitos de *S. melanodermatum*, ocorreu em  $260 \pm 20$  UTAs, a  $27^\circ\text{C}$  (Ludwig *et al.*, 2005), entretanto, comparando com ovócitos de *S. scriptum* observaram-se valores inferiores de  $155 \pm 26$  horas-grau, a  $23^\circ\text{C}$  (Zaniboni-Filho *et al.*, 2010). Para *S. parahybae*, constata-se que os valores de temperatura da água na EHAP - CESP, diminuíram ao longo do tempo, mostrando que a ovulação ocorreu em 174,2 e 251 UTAs, em 22,34 e 21,88°C, nos dois

ciclos reprodutivos (2011 e 2012), respectivamente. Entretanto, Caneppele *et al.*,(2009) averiguou a liberação de ovócitos para a espécie, em 240 e 255 UTAs à 24°C, no mesmo local de estudo.

#### 4. CONCLUSÕES

A ovulação de *S. parahybae* ocorreu a partir de 170 horas-grau indicando valores de 174,2 e 251,0 UTAs ( $T = 22,34 \pm 0,53$  e  $21,88 \pm 0,15$  °C), para os anos de 2011 e 2012, respectivamente.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M.P.; GOMES, B.V.C.; MARTINS, Y.S.; SATO, Y.; RIZZO, E.; BAZZOLI, N. 2009 Early development of the silver catfish *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) (Pisces: Heptapteridae) from the São Francisco River Basin, Brazil. *Aquaculture Research*, 40: 172-80.

ANDRADE-TALMELLI, E.F.; KAVAMOTO, E.T.; NARAHARA, M.Y.; FENERICH-VERANI, N. 2002 Reprodução induzida da piabanha, *Brycon insignis* (Steindachner, 1876), mantida em cativeiro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(2): 803-811.

BALDISSEROTTO, B.; NETO J.R.; BARCELLOS, L.G. 2010 Jundiá (*Rhamdia sp.*). In: Baldisserotto, B. e Gomes, L.C. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. (Org.). Santa Maria: Editora da UFSM. p.301-333

BAZZOLI, N. 2003. Parâmetros reprodutivos de peixes de interesse comercial do rio São Francisco na região de Pirapora. In: Godinho, H.P. & Godinho A.L. (Eds.). *Águas, Peixes e Pesca no São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: Editora da PUC. p.285-300.

BOBE, J. e LABBÉ, C. 2010 Egg and sperm quality in fish. *General and Comparative Endocrinology*, 165: 535-548.

BRANDÃO, T.A. 2004 Paraíba, o rio que corre para a morte. *O Globo*, Rio de Janeiro.

BROOKS, S.; TYLER, C.R.; SUMPTER, J.P. 1997 Egg quality in fish: what makes a good egg? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7: 387-416.

CANEPELE, D. 2007 Peixes. In: FERREIRA, P.C. (Coord.). *A Biologia e a Geografia do Vale do Paraíba: Trecho Paulista*. São José dos Campos: IEPA. p.91-103.

CANEPELE, D.; HONJI, R.M.; HILSDORF, A.W.S.; MOREIRA, R.G. 2009 Induced spawning of the endangered Neotropical species *Steindachneridion parahybae* (Siluriformes: Pimelodidae). *Neotropical Ichthyology*, 7(4): 759-762.

CANEPELE, D. 2011 *Steindachneridion parahybae* (SILURIFORMES: PIMELODIDAE): produção espermática ao longo de um ciclo reprodutivo. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesca, APTA). Disponível em: <[http://www.pesca.sp.gov.br/dissertacoes\\_pg.php](http://www.pesca.sp.gov.br/dissertacoes_pg.php)>

CARDOSO, E.L.; ALVES, M.S.D.; FERREIRA, R.M.A.; GODINHO H.P. 1995 Embryogenesis of the neotropical freshwater Siluriformes *Pseudoplatystoma corruscans*. *Aquatic Living Resource*, 8:343-346.

CECCARELLI, P.S.; SENHORINI, J.A.; VOLPATO, G.L. 2000 Dicas em piscicultura; perguntas e respostas. Botucatu: Santa Gráfica Editora, 247 p.

CONAMA, 2005 Resolução nº 357. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Conselho Nacional de Meio Ambiente. MMA. <http://www.mma.gov.br/port/conama>.

CREPALDI, D.V.; FARIA, P.M.C.; TEIXEIRA, E.A.; RIBEIRO, L.P.; COSTA, A.A.P.; MELO, D.C.; CINTRA, A.P.R.; PRADO, S.A.; COSTA, F.A.A.; DRUMOND, M.L.; LOPES, V.E.; MORAES V.E. 2006 Biologia reprodutiva do surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*). *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 30(3/4): 159-167.

FENERICH-VERANI, N.; NARAHARA, M.Y.; GODINHO, H.M. 1984 The size composition of eggs of curimbatá *Prochilodus scrofa* (Steindachner, 1881) induced to spawn human chorionic gonadotropin (HCG). *Aquaculture Research*, 42: 37- 41.

GODINHO, A.L.; KYNARD, B.; GODINHO, H.P. 2007 Migration and spawning of female surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*, Pimelodidae) in the São Francisco river, Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 80(4): 421-433.

GOMES, L.C.; GOLOMBIESKI, J.I.; GOMES, A.R.C.; Baldisserotto, B. 2000 Biologia do jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei, Pimelodidae). *Ciência Rural*, 27(2): 179-185.

HARVEY, B. e HOAR, W.S. 1979 The theory and practice of induced breeding in fish. International Development Research Center, Ottawa. Publ. Nº. IDRC TS 21 E.

HILSDORF, A.W.S. e PETRERE, M. 2002 Conservação de peixes na bacia do rio Paraíba do Sul. *Ciência Hoje*, 30: 62-65.

HONJI, R.M.; CANEPPELE, D.; HILSDORF, A.W.S.; MOREIRA, R.G. 2009 Threatened fishes of the world: *Steindachneridion parahybae* (Steindachner, 1877) (Siluriformes: Pimelodidae). *Environmental Biology of Fishes*, 85(3): 207-208.

LEONARDO, A.F.G.; ROMAGOSA, E.; BATLOUNI, S.R.; BORELLA, M.I. 2004 Induced spawning of hatchery-raised Brazilian catfish, cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766). *Aquaculture*, 240: 451-461.

LEONARDO, A.F.G.; ROMAGOSA, E.; BATLOUNI, S.R. 2006 Ocorrência e importância da regressão ovariana e folicular em cacharas, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766). Enfoque histológico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 58: 831-840.

LÓPEZ C.M. 2005 Crescimento de larvas de cascudo-preto (*Rhinelepis aspera*) Spix & Agassiz, 1829 (Osteichthyes: Siluriformes, Loricariidae), submetidos a diferentes dietas alimentares. Jaboticabal. 45p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Centro de Aquicultura)  
<[http://www.caunesp.unesp.br/pg/trabalhos\\_dissertacoes\\_autor.php](http://www.caunesp.unesp.br/pg/trabalhos_dissertacoes_autor.php)>

LUDWIG, L.A.M.; GOMES, E.; ARTONI, R.F. 2005 Um método de reprodução induzida para o surubim *Steindachneridion melanodermatum* (Siluriformes, Pimelodidae) do rio Iguaçú. *UEPG Ciências Biológicas e da Saúde*, 11(3/4): 23-27.

MACHADO, C.E.M. e ABREU, H.C.F. 1952 Notas preliminares sobre a caça e a pesca no Estado de São Paulo. A pesca no Vale do Paraíba. *Boletim da Indústria Animal*, 13:145-160.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. 2008 Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção. MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. (Ed). - 1ª ed - Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG : Fundação Biodiversitas. 1420p.

MUNRO, A.D. 1990 General introduction. In: SCOTT, A.P. e T.J. L.A.M. *Reproductive seasonality in teleosts: Environmental influences*. Boca Raton: CRS Press. p.1-11.

MYERS, R.H. 1990 Classical and modern regression with applications. 2<sup>nd</sup> ed. Belmont: Duxbury Press. 488p.

PRÖTNER, H.O. 2002 Climate variations and the physiological basis of temperature dependent biogeography: systemic to molecular hierarchy of thermal tolerance in animals. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 132: 739-761.

QUINN, G.P. e KEOUGH, M.J. 2002 Experimental design and data analysis for biologists. New York: Cambridge University Press. 537p.

REIDEL, A.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; ROMAGOSA, E. 2010 The effect of diets with different levels of protein and energy on the process of final maturation of the gametes of *Rhamdia quelen* stocked in cages. *Aquaculture*, 298: 354 - 359.

ROMAGOSA, E.; PAIVA, P.; GODINHO, H.M. 1990 Pattern of oocyte diameter frequency distribution in females of the pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (*Colossoma mitrei* Berg, 1895) induced to spawn. *Aquaculture*, 86: 105-110.

ROMAGOSA, E.; NARAHARA, M.Y.; BORELLA, M.I.; FENERICH-VERANI, N. 2001 Seleção e caracterização de fêmeas de matrinxã, *Brycon cephalus*, induzidas a reprodução. *Boletim do Instituto de Pesca*, 27: 113-121.

ROMAGOSA, E.; SCORVO-FILHO, J.D.; NARAHARA, M.Y.; LEONARDO, A.F.G.; GAMEIRO, H.S.; AGUIAR, A.P.M. 2002 Desenvolvimento de ovos e larvas de cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA (SIMBRAq), 12., Goiânia, *Anais... Resumos*: 386.

ROMAGOSA, E. 2006 Biologia reprodutiva e fisiologia de peixes em confinamento: o cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* como modelo. In: CYRINO, J.E.P. & E.C. URBINATI (Ed). *Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura*. Jaboticabal. p.108-116.

ROMAGOSA, E. 2008. Avanços na reprodução de peixes migradores. In: CYRINO, J.E.P. & E.C. URBINATI (Ed.). *Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura*. Jaboticabal. p.1-16.

ROMAGOSA, E. 2010 Reproductive status of Brazilian female's catfish, *Pseudoplatystoma fasciatum* reared in cages. *Journal Applied Ichthyology*, 26: 806-811.

SANCHES, E.A.; BOMBARDELLI, R.A.; BAGGIO, D.M.; SOUZA, B.E. 2009 Dose inseminante para fertilização artificial de ovócitos de dourado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(11): 2091-2098.

SATO, Y.; FENERICH-VERANI, N.; NUÑER, A.P.O; GODINHO, H.P.; VERANI, J.R. 2003 Padrões reprodutivos de peixes da bacia do São Francisco. In: GODINHO, H.P. & GODINHO, A.L. *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas. p.229-279.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE - SMA. 2009 Fauna Ameaçada de Extinção no Estado de São Paulo: Vertebrados. Bressan P. M.; Kierulff M. C. M.; Sugieda A. M. (Coord.). Fundação Parque Zoológico de São Paulo: SMA. São Paulo. 645p.

SHIBATA, O.A.; NOVELLI, J.L.; DIAS, J.H.P.; CASTRO-BRITO, S.G.; CAETANO-FILHO, M. 2011 Reprodução em cativeiro do jurupê *Sorubim lima* (Siluriformes, Pimelodidae) por meio de indução hormonal. *Semina: Ciências Agrárias*, 32(1): 363-372.

SIMPSON, A. C. 1951 The fecundity of the plaice. *Fish Investigation*, 17 (5): 1-27.

SMERMAN, W.; CASTRO, J.G.D.; TOLEDO, J.J.; ROSA, C.A.S.; GODOI, D.S. 2002 Larvicultura de Pintado (*Pseudoplatystoma* sp) em Alta Floresta - Mato Grosso. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 2(1): 1-8.

STATSOFT, INC. 2005 Statistica (data analysis software system), version 7.1. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

VAN ZUTPHEN, L.F.M.; BAUMANS, V.; BEYNEN, A.C. 2001 Principles of Laboratory Animal Science - A contribution to the humane use and care of animals and to the quality of experimental results. Revised edition, Elsevier, Amsterdam, 428p.

ZANIBONI-FILHO E. e NUÑER, A.P.O. 2004 Fisiologia da reprodução e propagação artificial dos peixes. In: CYRINO, J.E.P.; Urbinati, E.C.; Fracalossi, D.M.; Castagnolli, N. Tópicos especiais em piscicultura de água doce. São Paulo, SP: TecArt, 45-73.

ZANIBONI-FILHO, E.; REYNALTE-TATAJE, D.; HERMES-SILVA, S. 2010 Cultivo de bagres do gênero *Steindachneridion*. In: Baldisserotto, B. e Gomes, L. C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. (Org.). Santa Maria: Editora da UFSM. p. 363-378.

Capítulo II

**LARVAS DE *Steindachneridion parahybae* PROVENIENTES DE DISTINTAS  
UNIDADES TÉRMICAS ACUMULADAS (SILURIFORMES: PIMELODIDAE)**

## LARVAS DE *Steindachneridion parahybae* PROVENIENTES DE DISTINTAS UNIDADES TÉRMICAS ACUMULADAS (SILURIFORMES: PIMELODIDAE)

### Resumo

O surubim-do-Paraíba, *Steindachneridion parahybae* enquadra-se no grupo de peixes ameaçados de extinção na bacia do rio Paraíba-do-Sul. Dados referentes à sua criação são escassos, todavia, necessários para a recuperação da espécie. Objetivou-se acompanhar os primeiros 15 dias de vida das larvas, eclodidas em distintas Unidades Térmicas Acumuladas (UTAs). O experimento foi conduzido na Estação de Hidrobiologia e Aquicultura da Companhia Energética de São Paulo - CESP, Paraibuna, SP, utilizando-se 900 larvas (um dia pós-eclosão) provenientes de fêmeas induzidas por hipofisacção (0,5 e 5,0 mg kg<sup>-1</sup>) e ovuladas em parcelas em três UTAs distintas (180, 240 e 300 horas-grau). As larvas foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado sendo três repetições (em triplicata). Cada unidade experimental foi composta por 100 larvas, mantidas em um recipiente de 5 L (43,0 x 29,0 x 4,5 cm). Após o segundo dia de vida as larvas iniciaram a ingestão do alimento-vivo obedecendo à proporção de 120 náuplios de *Artemia salina* por larva (2º dia); 300 (3º e 4º dias); 600 (5º ao 8º dias) e 1200 (9º ao 15º dias), sendo ofertado às 09h00min; 12h00min; 15h00min; 18h00min; 21h00min e 24h00min. Ao final do experimento, as larvas apresentaram médias de peso (523,67±54,42; 496,67±61,98; 475,00±22,83 mg), comprimento final (17,75±0,57; 17,58±0,51; 17,45±0,25 cm) e porcentual de sobrevivência (63,95±24,50; 71,71±6,61; 79,65±0,82%) quando eclodidas em 180, 240 e 300 UTAs, respectivamente. Os resultados foram submetidos à análise de variância de um fator a 5 % de significância não sendo verificado efeito ( $p > 0,05$ ) das UTAs sobre os parâmetros zootécnicos.

**Palavras-chave:** desova artificial; espécie de peixe em extinção; larvicultura

### Abstract

The surubim-do-Paraíba, *Steindachneridion parahybae* fits into the group of endangered fish in the Paraíba do Sul river basin. Data relating to its creation are scarce, however, necessary for the recovery of the species. The objective was to view the first 15 days of larvae, in distinct Accumulated Thermal Units (ATUs). The experiment was conducted at the Hydrobiology and Aquaculture Station of Sao Paulo Energetic Company - CESP, Paraibuna, SP, using 900 larvae (one day post-hatching) from females induced by hypophysation (0.5 and 5.0 mg kg<sup>-1</sup>) and ovulated in parcels in three distinct ATUs (180, 240 and 300 degree-hours). The larvae were distributed in a completely randomized design with three repetitions (in triplicate). Each experimental unit consisted of 100 larvae and, kept in a container of 5 L (43.0 x 29.0 x 4.5 cm). After the second day of life the larvae started eating living food in obedience to the proportion of 120 *Artemia salina* per larvae (day 2), 300 (3rd and 4th days), 600 (5th to 8th day) and 1200 (9th to 15th day), being offered at 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00 and 24 h 00 min. At the end of the experiment, the larvae had mean weight (523.67±54.42, 496.67±61.98, 475.00±22.83 mg), length (17.75±0.57, 17.58±0.51, 17.45±0.25 cm) and survival percentage (63.95±24.50, 71.71±6.61, 79.65±0.82%) when hatched in 180, 240 and 300 ATU, respectively. The results were subjected to analysis of variance of one factor to 5% significance and not being verified significance ( $p > 0.05$ ) on the zootechnical parameters.

**Key-words:** artificial spawning; endangered fish specie; hatchery

## 1. INTRODUÇÃO

O surubim-do-Paraíba, *Steindachneridion parahybae* é um bagre endêmico da bacia do rio Paraíba do Sul, que atravessa três estados do país (Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo), vem sofrendo com a degradação ambiental desde os ciclos agropecuários, passando pela industrialização, urbanização, exploração de areia e barramentos hidroelétricos (Hilsdorf e Petrere, 2002). Agostinho e Zalewski (1996) afirmam que os represamentos e a destruição de ambientes utilizados na reprodução e no desenvolvimento de juvenis contribuem para a depleção dos estoques naturais.

Estes fatores limitantes contribuíram para a desestruturação da ictiofauna local, reduzindo drasticamente, as populações de espécies de peixes menos tolerantes, hoje restritas somente em pontos da bacia do rio Paraíba-do-Sul menos impactado pela ação antrópica, como é o caso de *S. parahybae*, uma espécie reofílica extremamente afetada (Caneppele, 2007; Honji *et al.*, 2009).

A espécie considerada extinta no estado de São Paulo (SMA, 2009) requer estudos sobre o desenvolvimento inicial, visando o conhecimento sobre a produção de juvenis, tanto para peixamentos no ambiente natural como para a piscicultura, uma vez que, praticamente são inexistentes as informações sobre seu comportamento (Romagosa, 2008; Caneppele, 2011). Nos últimos anos, a criação das espécies nativas vem aumentando, impulsionada por empresas de energia elétrica que vêm investindo na produção de alevinos para repovoamento dos reservatórios de hidrelétricas (Zaniboni-Filho, 2000; Caneppele, 2007, 2011).

Embora as técnicas de reprodução induzida sejam suficientemente conhecidas, o mesmo não acontece na larvicultura, fase que em geral, ocorrem às maiores perdas do processo produtivo (Landines, 2003), fazendo-se necessário o emprego de técnicas de manejo adequadas nesta fase de criação para a obtenção de alevinos de qualidade e em quantidade satisfatórias (Soares *et al.*, 2002; Romagosa, 2006). Estas perdas estão associadas principalmente, a problemas na alimentação inicial das larvas e, em algumas espécies, ao comportamento agressivo que apresentam logo após a absorção do saco vitelino. Isto indica que o animal passa a buscar alimento exógeno, a fim de promover o desenvolvimento estrutural. Entender estas fases garante a sobrevivência principalmente, em ambientes de cultivo (Landines, 2003).

Como foi dito, um dos fatores que afetam a sobrevivência das larvas é o canibalismo (Basile-Martins, 1984; Leonardo *et al.*, 2008) comprometendo a produção de juvenis, além das

altas densidades de estocagem, que segundo Li e Mathias (1982) favorecem a predação intra-específica, sendo necessária a oferta de uma maior quantidade de alimento o que conseqüentemente, gera uma maior excreção de resíduos nitrogenados pelos peixes, com prejuízos na qualidade da água (Jobling, 1994).

Nessa fase, a qualidade do alimento a ser fornecido também é fundamental para o sucesso da atividade. Segundo Luz e Portella (2005); Feiden *et al.*, (2006); Behr (1997), o uso de náuplios de *Artemia salina* no início da alimentação exógena das larvas é uma alternativa viável por seu elevado valor protéico (Diemer *et al.*, 2010).

Segundo Nakatani *et al.*, (2001), são raros os estudos na fase inicial de desenvolvimento de larvas do gênero *Steindachneridion*. Honji *et al.*, (2012) descreveram a ontogenia inicial e os primeiros estágios larvais de *S. parahybae* contribuindo para a recuperação desta espécie ameaçada.

Caminhando nesse sentido sugeriu-se avaliar o desenvolvimento inicial de larvas de *S. parahybae* eclodidas em distintas UTAs (180, 240 e 300 horas-grau), nos primeiros 15 dias de vida, em condições laboratoriais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em janeiro de 2012, na Estação de Hidrobiologia e Aquicultura de Paraibuna (S 23°24.888'; W 45°35.991'; altitude 640 m), pertencente à Companhia Energética de São Paulo - CESP, localizada no município de Paraibuna, São Paulo, Brasil.

Foram utilizadas 900 larvas (um dia pós-eclosão, dpe) de *S. parahybae* provenientes de fêmeas induzidas por hipofiseação (0,5 e 5,0 mg kg<sup>-1</sup> EBHC), segundo metodologia utilizada por Caneppele *et al.*, (2009), e ovuladas em parcelas (desenvolvimento assincrônico) mantendo-se três unidades térmicas acumuladas distintas - UTAs (180, 240 e 300 horas-grau). Os ovos foram transferidos para incubadoras experimentais (1,5 L), em fotoperíodo natural. A eclosão ocorreu aproximadamente 11 horas pós-fertilização, sendo as larvas constantemente, observadas em microscópio estereomicroscópio, até o momento da abertura da boca.

As larvas foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado composto por três UTAs e três repetições (nove unidades experimentais) (Anexo VI - T). Cada unidade experimental foi composta por uma bandeja (cor branca) de 5 litros (43,0 x 29,0 x 4,5 cm) contendo 100 larvas cada (20 larvas/L), com

comprimentos e pesos médios iniciais de  $7,25 \pm 0,32$  mm e  $35,47 \pm 3,23$  mg, respectivamente.

Após o segundo dia de vida, com a abertura da boca, as larvas iniciaram a ingestão do alimento-vivo obedecendo à proporção de 120 náuplios de *A. salina* por larva (2º dia); 300 (3º e 4º dias); 600 (5º ao 8º dias) e 1200 (9º ao 15º dias), sendo ofertado às 09h00min; 12h00min; 15h00min; 18h00min; 21h00min e 24h00min.

Os cistos de *A. salina* foram incubados a cada dois dias, em incubadoras transparentes de 10 L de volume, mantidos durante 48 horas em água salina. A estimativa dos náuplios foi realizada por meio da quantificação média de três alíquotas de 1 mL coletados das incubadoras, avaliadas, contadas sob microscópio estereomicroscópio, sendo este procedimento realizado em cada alimentação.

Os recipientes foram submetidos em fluxo contínuo de água, sendo suspenso somente no momento da alimentação (15 min) e a sifonagem realizada a cada dois dias para a retirada de resíduos e sobras de alimentos.

Foram retiradas duas larvas de cada recipiente (seis larvas/tratamento) a cada dois dias e 10 larvas de cada bandeja (30 larvas/tratamento) ao final do experimento, sendo estas larvas fotografadas (microscópio trinocular NIKON Eclipse E-501) para a análise do desenvolvimento das estruturas corporais e, posteriormente, fixadas em formol tamponado 10%.

Para padronizar as pequenas variações no tamanho e peso das larvas de *S. parahybae* foram estabelecidos os parâmetros corporais de acordo com Pedreira *et al.*, (2008), onde as larvas foram secas, individualmente, em papel filtro, pesadas em balança analítica (precisão de 0,1 mg) e, as medidas de comprimento feitas com auxílio de um estereomicroscópio (Obj. 2x; Oc.10x). Ao final do experimento foram avaliados o peso final, o comprimento final e o ganho em peso diário.

A sobrevivência das larvas foi obtida pela relação entre o número de peixes utilizados no início da criação e, os remanescentes encontrados ao final do experimento, conforme descrito:

$$S = (Nf / Ni - Ns) \times 100$$

S = Sobrevivência (%)

Ni = Número de larvas estocadas no início do cultivo

Nf = Número de larvas retiradas ao final do cultivo

Ns = Número de larvas sacrificadas para biometria durante o experimento.

A qualidade da água foi monitorada por meio da análise dos parâmetros físicos e químicos da água diariamente. Para tal, foi utilizado o aparelho multiparâmetros da marca Horiba, sendo efetuadas medidas de temperatura, pH e concentração de oxigênio dissolvido.

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância de um fator, *one-way* ANOVA, à 5% de significância. O *software* utilizado para a realização das análises foi o Statistica 7.0 (Statsoft, 2005).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios e desvios padrões dos parâmetros da qualidade da água registrados durante o período experimental foram de  $22,62 \pm 0,60$  (T °C),  $7,53 \pm 0,54$  (pH) e  $7,54 \pm 0,61$  (oxigênio dissolvido). Tanto os valores de pH, quanto do oxigênio dissolvido apresentaram-se adequados para o *S. parahybae*, exigências semelhantes às observadas para outros bagres utilizados criados em viveiros escavados, tais como o jundiá, *Rhamdia quelen* e o pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Zaniboni-Filho *et al.*, 2010), cujos valores mantiveram-se dentro dos limites estabelecidos para a aquicultura (CONAMA, 2005).

A absorção do saco vitelino é vital para a larva, pois nessa fase, o sistema digestório ainda rudimentar se encontra em diferenciação (Zaiden *et al.*, 1998), sendo que em muitas espécies de peixes, a maioria dos órgãos começa a ser funcional após a primeira alimentação e durante a diferenciação dos estágios larvais e metamorfose (Godinho *et al.*, 2003), apresentando preferências alimentares que refletem suas necessidades nutricionais, habilidade de captura, manipulação do alimento, capacidade de digestão e absorção.

Na Figura 1 pode-se visualizar o início da alimentação exógena e desenvolvimento do trato digestório, como a abertura da boca (Figura 1A) e o ânus (Figura 1B) das larvas de *S. parahybae*, dois dias pós-eclosão.

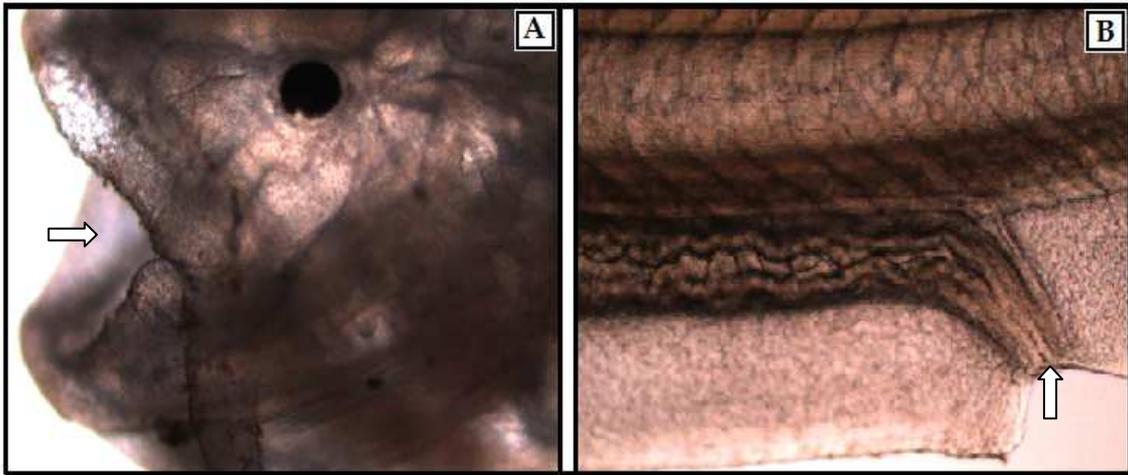


Figura 1. Início da alimentação exógena e desenvolvimento do trato digestório, com abertura da boca (A) e ânus (B) em larvas de *S.parahybae*.

Com a abertura da boca, as larvas de *S. parahybae* iniciaram o consumo de náuplios 2 dpe, sendo visível a completa absorção do saco vitelino 5 dpe, quando as larvas apresentavam comprimento total médio de  $9,19 \pm 0,30$  mm e peso de  $75,83 \pm 12,10$  mg. A alimentação exógena antes da completa absorção do vitelo também foi verificada por Santos *et al.*, (1993).

Em *S. scriptum*, as larvas terminam de absorver o saco vitelino com comprimento total médio de  $8,6 \pm 0,42$  mm e peso de  $7,7 \pm 1,4$  mg, desenvolvendo comportamento canibal a partir desse período (Adamante *et al.*, 2007). Semelhante aos relatos de Ludwig *et al.*, (2005) estudando o suruvi, *S. melanodermatum* observaram intenso canibalismo logo após a absorção das reservas de vitelo, quando apresentavam comprimento total médio de  $8,35 \pm 0,85$  mm e peso de  $6,75 \pm 0,64$  mg (Feiden *et al.*, 2005). Santos e Godinho (1994) constataram que a completa absorção do saco vitelino, ocorre em torno do quinto dia de vida, sob condições experimentais com larvas de *Pseudoplatystoma corruscans*. Landines *et al.*, (2003) verificaram que o saco vitelino foi totalmente absorvido, 60 horas após a eclosão, indicando que a temperatura da água tem um efeito importante no metabolismo, acelerando ou retardando o tempo de cada estágio das larvas.

Na Figura 2, observa-se a presença de náuplios de artêmia no estômago (Figura 2A) e coração juntamente com rastros branquiais (Figura 2B) das larvas de *S.parahybae*, cinco dias pós-eclosão (dpe).

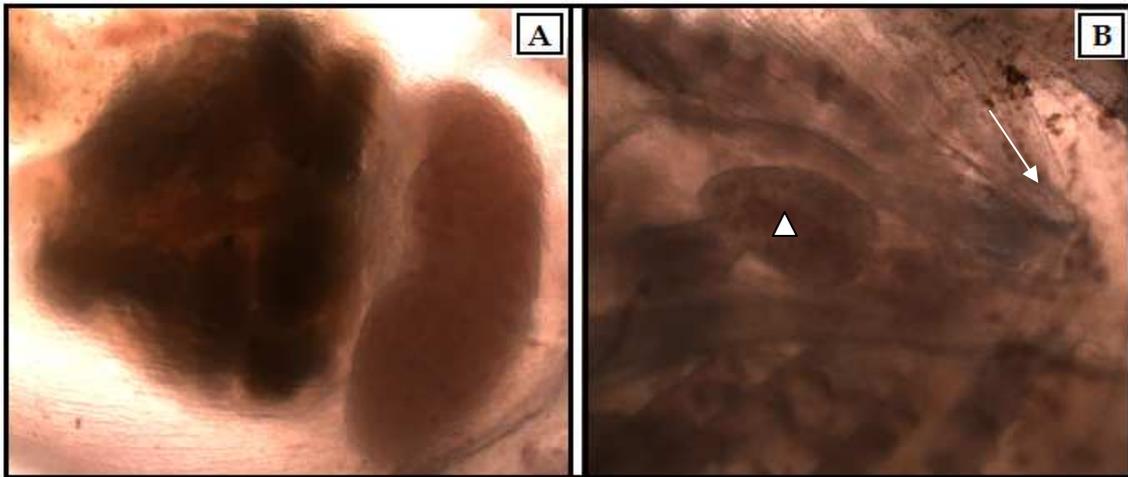


Figura 2. Presença de náuplios de *Artemia salina* no conteúdo estomacal (A) e coração (cabeça de seta) e desenvolvimento dos rastros branquiais (seta fina) (B).

Segundo Luz e Portella (2005); Feiden *et al.*, (2006); Behr (1997), o uso náuplios de *Artemia sp* no início da alimentação exógena é comum, pois proporciona resultados satisfatórios. De acordo com Alvarez-Lajonchère (1998), a *Artemia sp* possui um alto valor nutricional, 40-60% de proteína, e uma adequada composição de aminoácidos.

Durante o manejo alimentar realizado no presente trabalho, foi observado que as larvas de surubim-do-Paraíba permaneciam preferencialmente no fundo ou adjacente às paredes dos recipientes, fato também observado por Lopes *et al.*, (1996) estudando larvas do surubim-pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* caracterizando o comportamento bentônico da espécie, onde os náuplios de artêmia também se distribuem de forma semelhante, agrupando-se nos cantos, junto ao fundo, próximos às paredes das unidades experimentais, o que facilita a captura por parte das larvas.

Entretanto, como a *Artemia salina* é um organismo de água salgada, tem seu tempo de vida limitado em água doce, fato este que acarreta a mortalidade dos náuplios, podendo provocar problemas de qualidade da água (decomposição/resíduos nitrogenados), além de limitar o tempo de exposição do alimento vivo às larvas (Luz e Portella, 2002). Entretanto, a utilização de *A. salina* destaca-se pela fácil produção laboratorial, e tecnologia de criação conhecida, de modo que pode se tornar uma alternativa viável devido ao elevado valor protéico (Diemer *et al.*, 2010).

Os resultados dos parâmetros que constam na tabela 1 foram submetidos à análise de variância de um fator a 5 % de significância, sendo que não foi verificado o efeito ( $p > 0,05$ ) das unidades térmicas acumuladas sobre os mesmos.

Tabela 1. Médias e desvios-padrão dos parâmetros corporais de larvas de *S. parahybae* alimentadas com *Artemia salina* durante 15 dias.

Parâmetros	UTA (horas-grau)			p-valor
	180	240	300	
Peso inicial (mg)	39,20 ± 5,87	33,50 ± 5,34	33,70 ± 6,75	n.a.
Peso final (mg)	523,67 ± 54,42	496,67 ± 61,98	475,00 ± 2,83	0.6125
Ganho em peso (mg)	484,47 ± 54,42	463,17 ± 61,98	441,30 ± 2,83	0.6804
Comprimento inicial (mm)	7,54 ± 0,28	6,91 ± 0,30	7,30 ± 0,26	n.a.
Comprimento final (mm)	17,75 ± 0,57	17,58 ± 0,51	17,45 ± 0,25	0.7885
Sobrevivência (%)	63,95 ± 24,50	71,71 ± 6,61	79,65 ± 0,82	0.5928

No presente estudo, as larvas de *S. parahybae* aceitaram bem a alimentação com náuplios de *A. salina*, sendo observado o canibalismo intra-específico durante o experimento. Para a mesma espécie, Honji *et al.*, (2012) observou o mesmo comportamento. Embora a espécie tenha apresentado altas taxas de sobrevivência ( $\geq 63\%$ ), quando comparadas a outras espécies da família Pimelodidae, e 79,65% no tratamento onde as larvas eram provenientes de extrusão em 300 UTA, seguidas de 71,71% em 240 UTA e 63,95% quando em 180 UTA (Tabela 1). Estes elevados percentuais de sobrevivência devem-se ao oferecimento abundante de alimento-vivo (6 vezes/dia).

Behr e Hayashi (1997), alimentando larvas de surubim, *Pseudoplatystoma coruscans* exclusivamente com náuplios de artêmia, obtiveram taxas de sobrevivência de 65,6 % com nove dias de experimento, em densidades de 10 larvas/litro. Resultados semelhantes foram encontrados por Marinho (2007), no décimo dia de experimento, com taxas de sobrevivência de 70,29%, peso e comprimento médio de  $4,76 \pm 0,21$  mg e  $15,2 \pm 0,29$  mm, respectivamente, em densidade estimada de 50 larvas/litro.

Feiden *et al.*, (2006), mensurando larvas de *S. melanodermatum*, alimentadas com *A. salina* em uma densidade de 0,4 larvas/litro, obtiveram comprimento final de  $36,0 \pm 0,9$  mm, peso final de  $446 \pm 37,7$  mg e sobrevivência de  $75 \pm 6,4\%$  em um período de 28 dias. Adamante *et al.*, (2007), alimentando larvas de *S. scriptum* em um período de oito dias, numa densidade de 10 larvas/litro, obtiveram um peso final, comprimento final e sobrevivência de  $31,8 \pm 8,8$  mg,  $13,8 \pm 1,0$  mm e  $53,3 \pm 20,4$  %, respectivamente.

Luz e Zaniboni-Filho (2001), estudando diferentes dietas na primeira alimentação de *Pimelodus maculatus*, obtiveram sobrevivência de 39,3% com redução das taxas de canibalismo (28,2%) quando forneceu náuplios de artêmia, entretanto, quando ofertou zooplâncton selvagem e ração extrusada (> 50% PB) a taxa de canibalismo aumentou, reduzindo conseqüentemente, a sobrevivência das larvas. Preferência no consumo de artêmia também foi observada em *Pseudoplatystoma corruscans* quando comparada a rotíferos (Lopes *et al.*, 1996) e em *Brycon orbignyianus* quando comparada a rações comerciais (Piovezan, 1994). Entretanto, a utilização desse microcrustáceo apresentou-se menos eficiente para espécies de bagre africano (Adeyemo *et al.*, 1994) e para *Salminus maxillosus* (Luz *et al.*, 2000).

Em resumo, o presente trabalho, teve como iniciativa gerar informações imprescindíveis para a conservação da diversidade de peixes de uma fauna única.

#### 4. CONCLUSÕES

Os parâmetros zootécnicos das larvas de *S. parahybae*, nos primeiros 15 dias de vida, não apresentaram diferenças significativas em 180, 240 e 300 horas-grau.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ADEYEMO, A.A.; OLADOSU, G.A.; AYINLA, A.O. 1994 Growth and survival of fry African catfish species, *Clarias gariepinus* Burchell, *Heterobranchus bidorsalis* Geoffery and *Heteroclarias* reared on *Moina dubia* in comparison with other first feed sources. *Aquaculture*, Amsterdam, 119: 41-45.

AGOSTINHO, A.A. e ZALEWSKI, M. 1996 A planície alagável do alto Rio Paraná: importância e preservação. Maringá: Eduem, 100p.

ALVAREZ-LAJONCHÉRE, L. e HERNÁNDEZ MOLEJÓN, O.G. 1998 Curso Reproducción y Larvicultura de Peces Marinos. In: I CONGRESO SUL AMERICANO DE ACUICULTURA, Recife/nov/1998. *Apostila...* Recife: 105p.

BASILE-MARTINS, M.A. 1984 Criação de organismos para alimentação de larvas de peixes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1., São Carlos, *Anais...* São Carlos: Abraq. p.97-100.

BEHR, E.R. 1997 *Efeitos de diferentes dietas sobre a sobrevivência e crescimento das larvas de Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) (Pisces: Pimelodidae). Maringá. 36p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, UEM).

BEHR, E.R. e HAYASHI, C. 1997 Alimentação de larvas de *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) em bandejas berçário durante o período crítico. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 12., São Paulo, 24-28/Fev./1997. Resumos... p.51.

CANEPPELE, D. 2007. Peixes. Capítulo 4. In: Ferreira, P.C. (Coord.). A Biologia e a Geografia do Vale do Paraíba: Trecho Paulista. São José dos Campos, IEPA. p.91-103.

CANEPPELE, D.; HONJI, R.M.; HILSDORF, A.W.S.; MOREIRA, R.G. 2009 Induced spawning of the endangered Neotropical species *Steindachneridion parahybae* (Siluriformes: Pimelodidae). *Neotropical Ichthyology*, 7(4): 759-762.

CANEPPELE, D. 2011 *Steindachneridion parahybae* (SILURIFORMES: PIMELODIDAE): produção espermática ao longo de um ciclo reprodutivo. São Paulo. 70p. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesca, APTA). Disponível em: <[http://www.pesca.sp.gov.br/dissertacoes\\_pg.php](http://www.pesca.sp.gov.br/dissertacoes_pg.php)> Acesso em: 22 ago. 2009.

CONAMA, 2005. Resolução nº357. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Conselho Nacional de Meio Ambiente. MMA. <http://www.mma.gov.br/port/conama>.

DIEMER, O.; NEU, D.H.; SARY, C.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.A. 2010 Manejo alimentar na larvicultura do mandi-pintado (*Pimelodus britskii*). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, 11(3): 903-908.

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

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

GODINHO, H.P.; SANTOS, J.E.; SATO, Y. 2003 Ontogênese larval de cinco espécies do São Francisco. In: GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L. (Ed.) *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: CNPq/PADCT, Editora PUC Minas. p.133-148.

HILSDORF, A.W.S. e PETRERE, M. 2002 Peixes da Bacia do Rio Paraíba do Sul: Aspecto de sua Diversidade e Conservação. *Ciência Hoje*, São Paulo, 30 (180): 62-65.

HONJI, R.M.; CANEPPELE, D.; HILSDORF, A.W.S.; MOREIRA, R.G. 2009 Threatened fishes of the world: *Steindachneridion parahybae* (Steindachner, 1877) (Siluriformes: Pimelodidae). *Environmental Biology of Fishes*, 85: 207-208.

HONJI, R.M.; TOLUSSI, C.E.; MELLO, P.H.; CANEPPELE, D.; MOREIRA, R.G. 2012 Embryonic development and larval stages of *Steindachneridion parahybae* (Siluriformes:

Pimelodidae) - implications for the conservation and rearing of this endangered Neotropical species. *Neotropical Ichthyology*, 10(2): 313-327.

JOBLING, M. 1994 Fish bioenergetics. London: Chapman & Hall. 294p.

LANDINES, M.A. 2003 *Efeito da triiodotironina (T<sub>3</sub>) no desenvolvimento embrionário e no desempenho das larvas de pintado (Pseudoplatystoma coruscans), piracanjuba (Brycon orbignyanus) e dourado (Salminus maxillosus)*. Jaboticabal. 135p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista - Centro de Aqüicultura da Unesp). Disponível em: <[http://www.caunesp.unesp.br/pg/trabalhos\\_teses\\_autor.php](http://www.caunesp.unesp.br/pg/trabalhos_teses_autor.php)>

LANDINES, M.A.; SENHORINI, J.A.; SANABRIA, A.I.; URBINATI, E.C. 2003 Desenvolvimento embrionário do pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*, Agassiz, 1829). *Boletim Técnico do CEPTA*, Pirassununga, 16: 1-13.

LEONARDO, A.F.G.; HOSHIBA, M.A.; SENHORINI, J.A.; URBINATI, E.C. 2008 Canibalismo em larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*, após imersão dos ovos à diferentes concentrações de triiodotironina (T<sub>3</sub>). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 34(2): 231-239.

LI, S. e MATHIAS, J.A. 1982 Causes of high mortality among cultured larval walleyes. *Transactions of the American Fisheries Society*, Winnipeg, 111: 710-721.

LOPES, M.C.; FREIRE, R.A.B.; VICENSOTTO, J.R.M.; SENHORINI, J.A. 1996 Alimentação de larvas de surubim-pintado, *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829), em laboratório na primeira semana de vida. *Boletim Técnico do CEPTA*, 9: 11-29.

LUDWIG, L.A.M.; GOMES, E.; ARTONI, R.F. 2005 Um método de reprodução induzida para o surubim *Steindachneridion melanodermatum* (Siluriformes, Pimelodidae) do rio Iguaçu. *UEPG Ciências Biológicas e da Saúde*, Ponta Grossa, 11(3/4): 23-27.

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

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

LUZ, R.K. e PORTELLA, M.C. 2002 Larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*) em água doce e água salinizada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31: 829-834.

LUZ, R.K. e PORTELLA, M.C. 2005 Freqüência alimentar na larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(5): 1442-1448.

MARINHO, S.A.M. 2007 *Sobrevivência e crescimento de larvas de surubim Pseudoplatystoma coruscans (Spix & Agassiz, 1829) sob diferentes condições alimentares*. Recife. 80p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRP). Disponível em: <<http://www.pgpa.ufrpe.br/Trabalhos/2007/T2007samm.pdf>>.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A.A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P.V.; MAKRAKIS, M.C. e PAVANELLI, C.S. 2001 *Ovos e larvas de peixes de água doce: Desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá: Eduem, 378p.

PEDREIRA, M.M.; SANTOS, J.C.E.; SAMPAIO, E.V.; SILVA, J.L.; FERREIRA, F.N. 2008 Fontes de erros na mensuração do comprimento e peso de larvas de peixes. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, Maringá, 30(3): 245-251.

PIOVEZAN, U. 1994 Efeito da dieta na sobrevivência de larvas de piracanjuba (*Brycon orbignyianus*) - CAUNESP. In: SEMINÁRIO SOBRE CRIAÇÃO DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Brycon*, 1., Pirassununga, *Anais...* p.17-18.

ROMAGOSA, E. 2006 Biologia reprodutiva e fisiologia de peixes em confinamento: o cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* como modelo. In: Cyrino, J.E.P. e Urbinati, E.C. (Ed). *Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura*. Jaboticabal. p.108-116.

ROMAGOSA, E. 2008 Avanços na reprodução de peixes migradores. In: Cyrino, J. E. P. & Urbinati, E.C. (Ed.). *Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura*. Jaboticabal. p.1-16.

SANTOS, S.C.A.; GUGLIELMONI, L.A.; FRIGATTI SOBRINHO, J.; OLIVEIRA, C.A. 1993 Reprodução induzida e larvicultura de *Salminus maxillosus* (PISCES CHARACIDAE) na CESP - COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 10., São Paulo, 09-13/fev./1993. *Resumos...* São Paulo: IOUSP. p.94.

SANTOS, J.E. e GODINHO, H.P. 1994 Morfogênese e comportamento larvais do surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, sob condições experimentais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, 46(2): 139-147.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE - SMA. 2009 Fauna Ameaçada de Extinção no Estado de São Paulo: Vertebrados. BRESSAN P.M.; KIERULFF M.C.M.; SUGIEDA A.M. (Coordenação). Fundação Parque Zoológico de São Paulo. São Paulo. 645p.

SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; SCHAMBER, C.R. 2002 Efeito da densidade de estocagem do quinguio, *Carassius auratus* L., 1758 (Osteichthyes, Cyprinidae), em suas fases iniciais de desenvolvimento. *Acta Scientiarum*, Maringá, 24 (2): 527-532.

STASOFT, I. 2005. Statistic (data analysis software system) Version 7.1. STATSOFT

ZAIDEN, S.F.; LEME dos SANTOS, H.S.; VASQUES, L.H.; SOUZA, V.L.; FONSECA, C.; NAKAGHI, L.S.O. 1998 Características ultraestruturais e morfofuncionais do aparato bucal de pós-larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com aproximadamente 65 horas de desenvolvimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10., Recife. *Anais...* Sociedade Brasileira de Aqüicultura.

ZANIBONI-FILHO, E. 2000 Larvicultura de peixes de água doce. *Revista Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 21(203): 69-77.

ZANIBONI-FILHO, E.; REYNALTE-TATAJE, D; HERMES-SILVA, S. 2010 Cultivo de bagres do gênero *Steindachneridion*. In: BALDISSEROTTO, B. E GOMES, L. C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. (Org.). Santa Maria, Ed. da UFSM. p.363-378.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A variação das horas-grau mostra que é preciso investigar mais profundamente as inter-relações (ovulação X UTAs) objetivando aumentar as taxas de fertilização, eclosão e sobrevivência de larvas, contribuindo para a conservação do *Steindacheridion parahybae*.

## ANEXO I



(A) Bacia do Rio Paraíba do Sul – Segmentação por barramentos

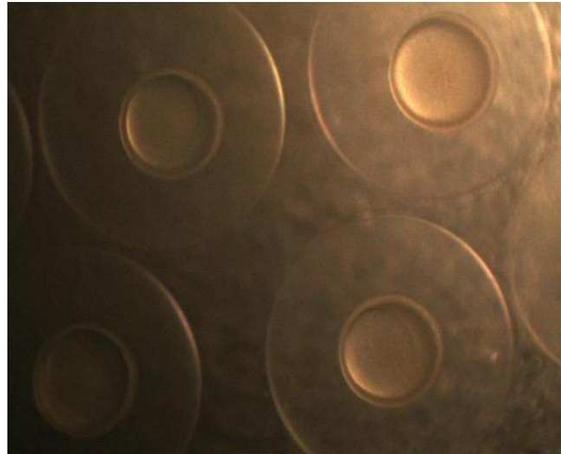


(B) Rio Paraíba do Sul, Paraibuna – São Paulo, SP.

ANEXO II



(C) Exemplar de surubim-do-Paraíba, *Steindachneridion parahybae*



(D) Ovócitos de *Steindachneridion parahybae*



(E) Larvas de *Steindachneridion parahybae*

### ANEXO III



(F) Estação de Hidrobiologia e Aqüicultura de Paraibuna, CESP, São Paulo – SP



(G) Tanques escavados - 200 m<sup>3</sup> (20 X 10 X 1 m)



(H) Aquários 175 litros

## ANEXO IV



(I) Seleção de reprodutores



(J) Identificação dos reprodutores (chips)



(K) Pesagem dos reprodutores



(L) Comprimento dos reprodutores

**ANEXO V**



(M) Canulação – retirada de ovócitos



(N) Leitura dos ovócitos



(O) Aplicação hormonal (hipofisação)



(P) Liberação de ovócitos



(Q) homogeneização dos gametas

## ANEXO VI



(R) Sistema de Incubação



(S) Incubadoras experimentais



(T) Recipientes para larvicultura

