

# Sobrevivência e crescimento de larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes densidades de estocagem

Rodrigo Campagnolo e Alex Pires de Oliveira Nuñez\*

Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD), Departamento de Aqüicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Rod. SC 406, 3532, 88066-000, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. \*Autor para correspondência. e-mail: apon@cca.ufsc.br

**RESUMO.** O objetivo deste estudo foi avaliar a sobrevivência e o crescimento de larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, em cinco densidades de cultivo: 15, 35, 55, 75 e 95 larvas/L, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso com três repetições. Utilizou-se água salinizada (5%) para o cultivo. As larvas foram mantidas em ambiente sem luz e alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. na proporção de 500 náuplios/larva/dia. Ao final do experimento (10<sup>o</sup> dia), a sobrevivência apresentou tendência de redução com o aumento da densidade de estocagem, mas não se verificou relação entre o crescimento e a densidade. As concentrações de amônia não ionizada e de nitrito apresentaram variação diretamente proporcional ao aumento da densidade e podem ter influenciado a sobrevivência final. A maior sobrevivência (52,0 ± 9,3%) foi registrada em cultivo com 15 larvas/L, sendo que essa densidade não produziu efeito negativo sobre a qualidade da água.

**Palavras-chave:** *Pseudoplatystoma corruscans*, surubim, larvas, densidade, sobrevivência, crescimento.

**ABSTRACT.** Survival and growth of surubim *Pseudoplatystoma corruscans* (Pisces, Pimelodidae) larvae in different stocking densities. The aim of this study was to evaluate the survival and the growth of surubim *Pseudoplatystoma corruscans* larvae in five stocking densities: 15, 35, 55, 75 and 95 larvae/L, distributed in a completely randomized design with three repetitions. Brackish water (5%) was used in the cultivation. The larvae were cultivated without light and fed with 500 *Artemia* sp. nauplii/larvae/day. At the end of the experiment (10<sup>th</sup> day), the survival showed tendency to reduction with the increase of the stocking density, but a relationship between growth and density was not registered. The concentrations of non-ionized ammonia and nitrite varied proportionally to density increase and those concentrations probably influenced the final survival. The highest survival (52.0 ± 9.3%) was registered at 15 larvae/L, a density that did not produce negative effect on the quality of water.

**Key words:** *Pseudoplatystoma corruscans*, surubim, larvae, density, survival, growth.

## Introdução

A densidade de estocagem é um fator importante a ser considerado na larvicultura de peixes, uma vez que pode afetar a sobrevivência (Kestemont *et al.*, 2003), o crescimento (Hatzithanasiou *et al.*, 2002) e o comportamento (Baskerville-Bridges e Kling, 2000) das larvas.

Segundo Baldisserotto (2002), o crescimento e a sobrevivência de algumas espécies de peixes podem ser melhores em baixa densidade de estocagem, porém pode ocorrer um sub-aproveitamento do espaço disponível para o cultivo. Por outro lado, uma alta densidade pode causar grande mortalidade e redução do crescimento, uma vez que a decomposição do excesso de alimento e os resíduos nitrogenados provenientes da excreção dos peixes podem prejudicar a qualidade da água (Jobling, 1994;

Baldisserotto, 2002), que junto com o aumento da densidade podem ocasionar estresse e doenças (Barcellos *et al.*, 2000; King *et al.*, 2000; Iguchi *et al.*, 2003).

A influência da densidade de estocagem sobre os peixes varia amplamente entre as espécies durante a fase inicial de alimentação e com o estágio de desenvolvimento ontogenético (Murai, 1979; Bórquez *et al.*, 1996; Leu e Chou, 1996; Sanches e Hayashi, 1999; Ceccarelli e Volpato, 2001; El-Sayed, 2002; Hatzithanasiou *et al.*, 2002; Luz e Zaniboni Filho, 2002; Kestemont *et al.*, 2003; Pereira e Nuñez, 2003), sendo que o mecanismo de resposta das larvas a uma determinada densidade também pode ser fortemente influenciado pela disponibilidade de alimento em seu ambiente (Daniels *et al.*, 1996; Baskerville-Bridges e Kling, 2000; Dou *et al.*, 2003)

e pela qualidade de água (Gall e Bakar, 1999; Barcellos *et al.*, 2000; Alvarez-González *et al.*, 2001; Iguchi *et al.*, 2003).

Estudos relacionados à larvicultura de peixes nativos do Brasil vêm se desenvolvendo rapidamente no entanto, ainda são poucos os relacionados com o surubim, *Pseudoplatystoma corruscans* Spix e Agassiz (1829), ainda que alguns protocolos tenham sido produzidos e venham proporcionando bons resultados (Inoue *et al.*, 2003).

O surubim é uma das espécies que apresenta alto valor econômico entre os peixes sul-americanos de água doce, e vem despertando o interesse dos consumidores e dos aquícultores (Miranda e Ribeiro, 1997; Souza *et al.*, 1997). Além disso, desponta como uma das melhores espécies nativas para a piscicultura por apresentar excelente sabor de carne, ausência de espinhos intramusculares (Curry, 1992; Inoue *et al.*, 2003) e por se prestar bem ao processamento (Ribeiro e Miranda, 1997).

Devido à importância da densidade de estocagem no cultivo inicial de peixes e à escassez de estudos sobre a larvicultura do surubim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da densidade de cultivo sobre a sobrevivência e o crescimento de larvas dessa espécie durante a fase inicial de alimentação.

## Material e métodos

O estudo foi realizado no mês de dezembro de 2002 na Estação de Piscicultura de São Carlos, localizada no município de São Carlos, Estado de Santa Catarina, e vinculada ao Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce da Universidade Federal de Santa Catarina.

Os reprodutores foram capturados no rio Uruguai e as larvas utilizadas foram obtidas a partir de reprodução induzida, utilizando-se o protocolo descrito em Zaniboni Filho e Barbosa (1996). Os ovos foram incubados em incubadoras cilindro-cônicas de 200 L, mantidos em fluxo constante de água e em fotoperíodo natural.

Após a eclosão, as larvas foram continuamente observadas no microscópio estereoscópico até que a abertura da boca fosse registrada. Naquele momento, as larvas apresentavam comprimento total médio ( $\pm$  erro padrão) de  $4,45 \pm 0,03$  mm e peso médio de  $0,57 \pm 0,04$  mg. Essas larvas foram transferidas para unidades experimentais, formadas por aquários plásticos de coloração branca com formato circular, volume útil de 5 L com água salinizada a 5‰ sem recirculação e provida de aeração, que foram mantidas em ambiente sem luz durante todo o experimento.

Cinco densidades de estocagem foram utilizadas: 15, 35, 55, 75 e 95 larvas/L, as quais foram

distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso com três repetições. As larvas foram alimentadas com náuplios de *Artemia* sp. na proporção de 500 náuplios/larva/dia, distribuídos em seis alimentações diárias, ofertadas em intervalos de quatro horas, com início às 8h.

A temperatura e a concentração de oxigênio dissolvido da água foram monitoradas diariamente, nos períodos da manhã e da tarde, com um oxímetro YSI-55. O pH e as concentrações de amônia total e de nitrito foram avaliados no período da tarde com o uso de um peagômetro YSI-60 e pelo método colorimétrico, respectivamente. As concentrações de amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ ) foram calculadas a partir da concentração de amônia total, da temperatura, do pH e da salinidade, utilizando-se a equação de Johansson e Wedborg (1980). Diariamente no período da tarde, após a análise das variáveis de qualidade de água, as unidades experimentais foram sifonadas utilizando-se mangueira fina e tela de 0,2 mm, até a retirada de 40% do volume de água para efeito de renovação.

No quinto dia após o início do experimento foi realizada a aferição da sobrevivência através da contagem total do número de larvas. No décimo dia, o estudo foi encerrado, e todas as larvas de cada unidade experimental foram preservadas em formol 4% para biometria posterior.

A análise de regressão (Zar, 1996) foi utilizada para a análise dos dados ao nível de significância de 5%.

## Resultados e discussão

No quinto dia de cultivo, a sobrevivência (Tabela 1) não esteve relacionada com a densidade de estocagem ( $p > 0,05$ ), sendo que as larvas nos diferentes tratamentos apresentaram sobrevivência média superior a 70%, com exceção da densidade 55 larvas/L, aonde foi registrada a menor sobrevivência. Esses elevados valores de sobrevivência demonstraram a adequação dos náuplios de *Artemia* sp. como alimento vivo para as larvas de surubim. A ausência de relação entre a sobrevivência e o aumento da densidade de estocagem também foi verificada em outros estudos, como no cultivo de larvas de *Dicentrarchus labrax* alimentadas com presas vivas por um período de 30 dias e densidade de 50 a 200 larvas/L, em sistema aberto (Hatzithanasiou *et al.*, 2002) e fechado (Kestemont *et al.*, 2003) de recirculação, e no cultivo de larvas de *Brycon orbignyanus* em densidades de 5 a 25 larvas/L e sistema fechado sem recirculação de água (Pereira e Nuñez, 2003).

**Tabela 1.** Sobrevivência (médias  $\pm$  erro padrão) no quinto e no décimo dia de cultivo, e peso e comprimento totais médios no décimo dia de cultivo de larvas de surubim, *Pseudoplatystoma*

*corruscans*, em diferentes densidades de estocagem.

**Table 1.** Survival (mean±standard error) at 5<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> day of cultivation, and mean total weight and length at 10<sup>th</sup> day of surubim *Pseudoplatystoma corruscans* larvae cultivation, at different stocking densities.

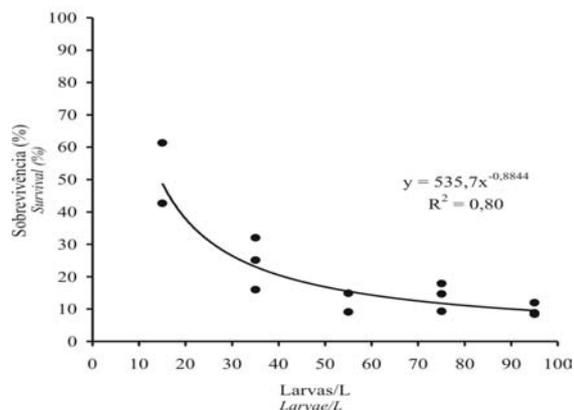
Densidade (larvas/L) Density (larvae/L)	5 <sup>o</sup> dia 5 <sup>th</sup> day		10 <sup>o</sup> dia 10 <sup>th</sup> day	
	Sobrevivência (%) Survival (%)	Sobrevivência (%) Survival (%)	Peso (mg) Weight (mg)	Comprimento (mm) Length (mm)
15	80,7 ± 14,0	52,0 ± 9,3	5,1 ± 1,4	9,4 ± 0,5
35	70,1 ± 3,1	24,4 ± 4,6	3,9 ± 0,7	9,1 ± 0,4
55	48,9 ± 12,5	12,0 ± 2,9	4,1 ± 0,1	9,7 ± 0,1
75	83,3 ± 5,3	14,0 ± 2,5	3,8 ± 0,5	8,9 ± 0,3
95	71,9 ± 6,1	9,8 ± 1,1	3,8 ± 0,1	9,3 ± 0,2

Bastos Filho *et al.* (1996), utilizando o rotífero *Brachionus plicatilis* como alimento de larvas de surubim na proporção diária de 5000 organismos/larva/dia, obtiveram, em sistema fechado, sobrevivência inferior (32%) à registrada no presente estudo no quinto de dia cultivo, o mesmo acontecendo com Lopes *et al.* (1996), que registraram sobrevivência de 9,6% para larvas de surubim alimentadas com organismos zooplancônicos associados a náuplios de *Artemia* sp.. Essas reduções podem ser explicadas pela preferência das larvas dessa espécie por organismos maiores do que os rotíferos desde o primeiro dia de alimentação (Lopes *et al.*, 1996) e pela menor oferta de *Artemia* sp., que foi fornecida em quantidade doze vezes inferior à do presente estudo.

Ao final do período experimental, no décimo dia, a sobrevivência apresentou tendência de redução ( $p < 0,05$ ) com o aumento da densidade de estocagem (Figura 1). Com relação ao crescimento, não se verificou relação ( $p > 0,05$ ) entre a densidade de estocagem e as variáveis peso e comprimento total. Os valores médios dessas variáveis estão apresentados na Tabela 1. A redução da sobrevivência no décimo dia de cultivo provavelmente esteve relacionada ao aumento das concentrações de amônia não ionizada e de nitrito na água de cultivo em densidades superiores a 15 larvas/L, vinculada à maior quantidade de alimento utilizado nas densidades mais elevadas. Outros estudos (López e Sampaio, 2000; El-Sayed, 2002; Luz e Zaniboni Filho, 2002), entretanto, relacionaram a redução da sobrevivência ao aumento do canibalismo.

A sobrevivência registrada na densidade de 15 larvas/L no décimo dia foi ligeiramente superior ( $52,0 \pm 9,3$ ) à encontrada por Catharin (2003) para larvas de surubim em condições similares de sistema de cultivo e de alimentação. Este autor obteve a maior sobrevivência (50%) no sétimo dia, na densidade de 40 larvas/L, e não observou relação direta entre a densidade de estocagem e a sobrevivência em uma faixa de 5 a 80 larvas/L. Essa condição esteve relacionada, provavelmente, à boa qualidade da água

do cultivo, que foi obtida através do aumento da frequência das renovações, quando o alimento fornecido atingiu a mesma proporção do presente estudo.



**Figura 1.** Sobrevivência (%) de larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, em diferentes densidades de estocagem (larvas/L) no décimo dia de cultivo.

**Figure 1.** Survival (%) of surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) larvae in different stocking densities (larvae/L) at 10<sup>th</sup> day of cultivation.

Na densidade de 15 larvas/L, as larvas de surubim apresentaram maior sobrevivência, a qual foi considerada satisfatória para um sistema fechado sem recirculação, uma vez que Behr (1997), em condição semelhante de alimentação, mas em sistema com renovação contínua de água, obteve sobrevivência média de 65,6% após oito dias de cultivo. Também em sistema com renovação contínua de água, Inoue *et al.* (2003) relataram sobrevivência entre 50% e 80% no vigésimo dia de cultivo, período em que as larvas já estão se alimentando com organismos maiores. Naquele estudo, as larvas de surubim foram cultivadas em densidade de 15 larvas/L nas mesmas condições de alimentação e de salinidade do presente estudo durante os primeiros dez dias de cultivo.

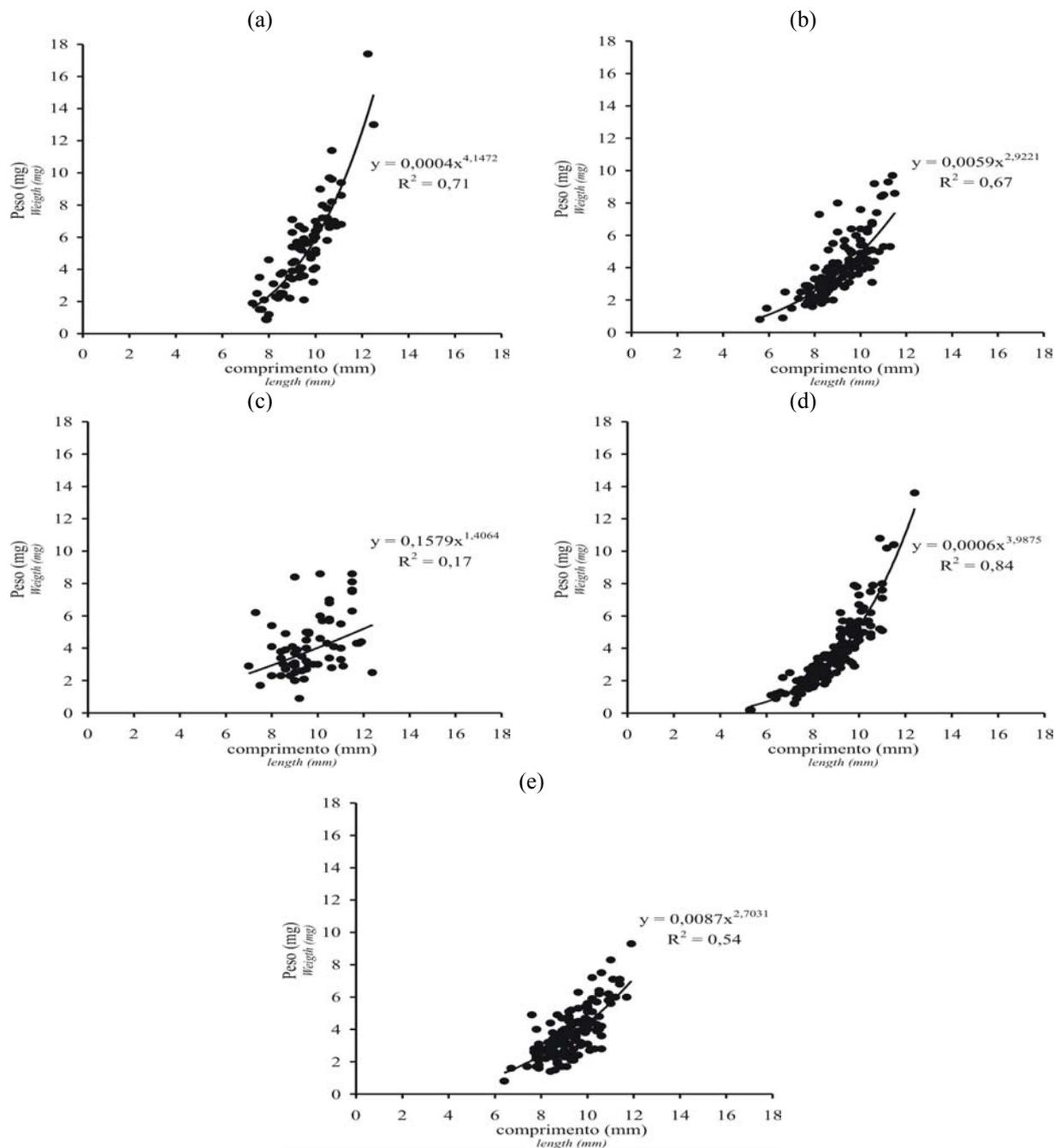
A análise das relações peso-comprimento (Figura 2) demonstrou a ocorrência de maior heterogeneidade das larvas na densidade de 55 larvas/L, que se diferenciou do padrão mais uniforme registrado nos demais tratamentos. A causa dessa condição, todavia, não foi evidenciada ao longo do período experimental.

Em relação ao alimento fornecido, verificou-se, mediante observações visuais, que a disponibilidade de alimento vivo foi constante nos diferentes tratamentos durante todo o período experimental. A disponibilidade de alimento em todos os tratamentos esteve relacionada, provavelmente, à redução do canibalismo entre as larvas.

De acordo com Behr (1997), o canibalismo, embora presente nas várias fases de larvicultura do surubim, apresenta dependência direta da oferta de alimento adequado. A disponibilidade de alimento também pode ter colaborado para a ausência de

relação entre a densidade de estocagem e as variáveis

peso e comprimento total.



**Figura 2.** Relação peso-comprimento das larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, em diferentes densidades de estocagem no décimo dia de cultivo. a) 15 larvas/L; b) 35 larvas/L; c) 55 larvas/L; d) 75 larvas/L; e) 95 larvas/L.

**Figure 2.** Length-weigh relationship of surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) larvae in different stocking densities (larvae/L) at 10<sup>th</sup> day of cultivation. a) 15 larvae/L; b) 35 larvae/L; c) 55 larvae/L; d) 75 larvae/L; e) 95 larvae/L.

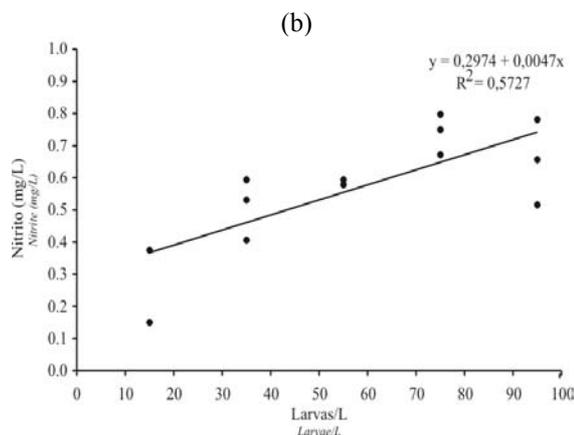
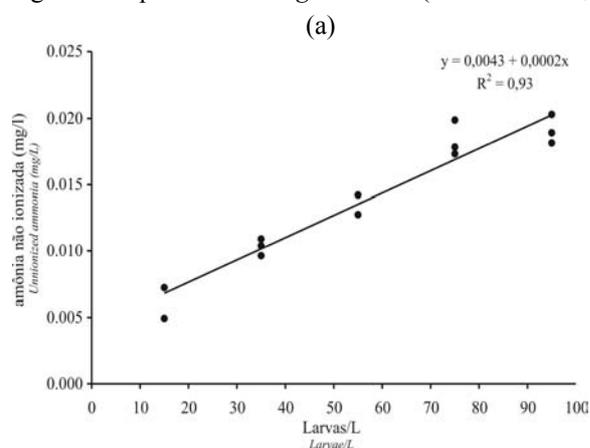
A temperatura, o pH e as concentrações de oxigênio dissolvido da água foram semelhantes entre os tratamentos e estiveram dentro dos valores aceitáveis para o cultivo (Boyd, 1996), com médias ( $\pm$  erro padrão) de  $24,5 \pm 0,08$  e de  $25,0 \pm 0,08^\circ\text{C}$  para as temperaturas da manhã e da tarde,

respectivamente, de  $7,40 \pm 0,02$  para o pH e de  $7,50 \pm 0,08$  e  $7,20 \pm 0,05$  mg/L para as concentrações de oxigênio dissolvido pela manhã e pela tarde, respectivamente. As concentrações de amônia não ionizada e de nitrito apresentaram relação diretamente proporcional ( $p < 0,05$ ) ao aumento da densidade de

estocagem (Figura 3).

Os efeitos da deterioração da qualidade de água sobre a sobrevivência, e da disponibilidade de alimento vivo sobre o crescimento também foram registrados por outros autores. Baskerville-Bridges e Kling (2000), em estudo com larvas de *Gadus morhua* na fase inicial de alimentação, verificaram que a falta de alimento produziu um menor crescimento das larvas na maior densidade testada (faixa testada: 50 a 300 larvas/L), o que não ocorreu quando o alimento deixou de ser um fator limitante. Em contrapartida, devido ao aumento da concentração de amônia não ionizada, houve deterioração da qualidade de água e aumento significativo da mortalidade. Da mesma forma, Dou *et al.* (2003), em estudo com larvas de *Paralichthys olivaceus* durante a fase de alimentação com *Artemia* sp., relataram que, independentemente da variável associada (abrigo, luz ou densidade de presa), a falta de alimento prejudicou o crescimento das larvas nas maiores densidades (faixa estudada: 5 a 15 larvas/L). Nesse caso, a sobrevivência também foi afetada pela deterioração da qualidade de água, mesmo com a escassez de alimento. Por outro lado Daniels *et al.* (1996), em condições de qualidade de água adequada e de excesso de alimento fornecido, não registraram diferença significativa para a sobrevivência e para o crescimento de larvas de *Paralichthys lethostigma* (faixa estudada: 10 a 80 larvas/L) no início da alimentação, diferença registrada para o crescimento quando a quantidade de alimento tornou-se escassa durante a fase de metamorfose, conduzindo a um melhor desempenho nas densidades mais baixas.

A toxicidade da amônia para peixes e outros organismos aquáticos está relacionada principalmente ao  $\text{NH}_3$ , à forma não-ionizada (Foss *et al.*, 2003). Segundo estes autores, em sistemas de cultivo com altas densidades, a excreção da amônia pode produzir picos periódicos ou valores constantes e elevados da forma não ionizada, sendo que efeitos negativos podem ocorrer a partir de 0,02 mg/L, conforme registrado para *Salmo gairdneri* (Arillo *et al.*,



**Figura 3.** Concentrações de compostos nitrogenados na água de cultivo de larvas de surubim, *Pseudoplatystoma corruscans*, cultivadas em diferentes densidades de estocagem no décimo dia de cultivo. a) Amônia não ionizada (mg/L); b) Nitrito (mg/L).

**Figure 3.** Nitrogen compounds concentration in water stocked with different densities (larvae/L) of surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) larvae at 10<sup>th</sup> day of cultivation. a) Non-ionized ammonia (mg/L); b) Nitrite (mg/L).

1981) e *Salmo salar* (Fivelstad *et al.*, 1993). No presente estudo, concentrações maiores que 0,02 mg  $\text{NH}_3$ /L foram registradas nas densidades superiores a 55 larvas/L.

O nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) também pode atingir concentrações tóxicas em sistemas aquícolas com altas densidades de estocagem, sendo que sua toxicidade pode variar consideravelmente entre as espécies de água doce e em função do estágio de desenvolvimento ontogenético (Tomasso, 1986; Hilmy *et al.*, 1987; Wise e Tomasso, 1989; Frances *et al.*, 1998; Jensen, 2003). Diversos autores registraram o efeito negativo da concentração de nitrito sobre a sobrevivência de larvas de peixes de água doce para valores que variaram de 1,00 a 2,50 mg/L (Korwin-Kossakowski e Myszkowski, 1995; Alcaraz e Espina 1997; Costa *et al.*, 2004). No entanto, Tavares (1994) afirmou que o limite superior de tolerância de peixes à concentração de  $\text{NO}_2^-$  é de 0,5 mg/L, o que pode ter afetado a sobrevivência de larvas de *Rhamdia quelen* em sistema de recirculação (Behr *et al.*, 1999). No presente estudo, concentrações superiores a 0,5 mg/L foram registradas em todas as densidades superiores a 15 larvas/L. É possível, contudo, que o efeito negativo do nitrito sobre as larvas de surubim tenha sido reduzido devido ao uso da água salinizada no cultivo, que aumenta a resistência das larvas devido à presença de íons cloreto (Korwin-Kossakowski e Myszkowski, 1995; Jensen, 2003).

## Conclusão

A sobrevivência das larvas de surubim apresentou tendência de redução com o aumento da densidade de estocagem, mas não se verificou relação entre a densidade e o crescimento.

Na menor densidade foi registrada a maior sobrevivência, sendo que em densidades mais elevadas o aumento das concentrações de amônia não ionizada e de nitrito na água de cultivo provavelmente esteve relacionado com a redução da sobrevivência.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES pela concessão de bolsa de estudos para o primeiro autor e à Tractebel Energia pelo apoio financeiro.

### Referências

- ALCARAZ, G.; ESPINA, S. Scope for growth of juvenile grass carp *Ctenopharyngodon idella* exposed to nitrite. *Comp. Biochem. Physiol. C*, London, v. 116, n. 1, p. 85-88, 1997.
- ALVAREZ-GONZÁLES, C.A. *et al.* Effect of stocking density on the growth and survival of spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* larvae in a closed recirculating system. *J. World Aquac. Soc.*, Baton Rouge, v. 32, n. 1, p. 130-137, 2001.
- ARILLO, A. *et al.* Ammonia toxicity mechanism in fish: studies on rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.). *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, Orlando, v. 5, p. 316-328, 1981.
- BALDISSEROTTO, B. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 2002.
- BARCELLOS, L.J.G. *et al.* Estresse em peixes: fisiologia da resposta ao estresse, causas e conseqüências (Revisão). *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, v. 1, n. 26, p. 99-111, 2000.
- BASKERVILLE-BRIDGES, B.; KLING, L.J. Larval culture of Atlantic cod (*Gadus morhua*) at high stocking densities. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 181, p. 61-69, 2000.
- BASTOS FILHO, R.A. *et al.* Estudos preliminares da larvicultura intensiva do pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) (Pisces: Pimelodidae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 9., 1996. Sete Lagoas. *Resumos...* Sete Lagoas: ABRAq, 1996. p. 110.
- BEHR, E.R. *Efeitos de diferentes dietas sobre a sobrevivência e crescimento das larvas de Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) (Pisces: Pimelodidae). 1997. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1997.
- BEHR, E.R. *et al.* Influência de diferentes níveis de luminosidade sobre o desempenho de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) (Quoy e Gaimard, 1824) (Pisces: Pimelodidae). *Acta Sci.*, Maringá, v. 21, n. 2, p. 325-330, 1999.
- BÓRQUEZ, A. *et al.* Crecimiento y sobrevivencia larval de *Galaxias maculatus* con diferentes densidades de cultivo. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE ACUICULTURA, 9., 1996. Coquimbo. *Resumos...* Coquimbo: Asociación Latinoamericana de Acuicultura, 1996. p. 255-258.
- BOYD, C.E. *Water quality in ponds for aquaculture*. Auburn: Edição do Autor, 1996.
- CATHARIN, M.C. *Densidade de estocagem na larvicultura intensiva do pintado Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829). 2003. Monografia - Faculdade de Ciências e Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- CECCARELLI, P.S.; VOLPATO, G.L. Efeitos da densidade e proporção de presas consorciadas no crescimento e sobrevivência de larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*). *Bol. Téc. CEPTA*, Pirassununga, v. 14, p. 1-18, 2001.
- COSTA, O.T.F. *et al.* Susceptibility of the Amazonian fish, *Colossoma macropomum* (Serrasalminae), to short-term exposure to nitrite. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 232, p. 627-636, 2004.
- CURY, M.X. Cultivo de pintado e cachara. *Rev. Pan. Aqüic.*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 13, p. 8-9, 1992.
- DANIELS, H.V. *et al.* Effects of stocking density, salinity, and light intensity on growth and survival of Southern flounder *Paralichthys lethostigma* larvae. *J. World Aquac. Soc.*, Baton Rouge, v. 27, p. 153-159, 1996.
- DOU, S. *et al.* Identification of factors affecting the growth and survival of the settling Japanese flounder larvae, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 218, p. 309-327, 2003.
- EL-SAYED, A.F.M. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquac. Res.*, Oxford, v. 33, p. 621-626, 2002.
- FIVELSTAD, S. *et al.* Sublethal effects of ammonia in soft water on Atlantic salmon smolts at a low temperature. *Aquac. Int.*, London, v. 1, n. 2, p. 157-169, 1993.
- FOSS, A. *et al.* Effects of chronic ammonia exposure on growth and food conversion efficiency in juvenile spotted wolfish. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 228, p. 215-224, 2003.
- FRANCES, J. *et al.* The effects of nitrite on the short-term growth of silver perch (*Bidyanus bidyanus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 163, p. 63-72, 1998.
- GALL, G.A.E.; BAKAR, Y. Stocking density and tank size in the design of breed improvement programs for body size of tilapia. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 173, p. 197-205, 1999.
- HATZIATHANASIOU, A. *et al.* Survival, growth and feeding in early life stages of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) intensively cultured under different stocking densities. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 205, p. 89-102, 2002.
- HILMY, A.M. *et al.* Acute and chronic toxicity of nitrite to *Clarias lazera*. *Comp. Biochem. Physiol. C*, London, v. 86, n. 2, p. 247-253, 1987.
- IGUCHI, K. *et al.* The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 220, p. 515-523, 2003.
- INOUE, L.A.K.A. *et al.* A larvicultura e a alevinagem do pintado e do cachara. *Rev. Pan. Aqüic.*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 76, p. 15-21, 2003.
- JENSEN, F.B. Nitrite disrupts multiple physiological functions in aquatic animals. *Comp. Biochem. Physiol. A*, London, v. 135, p. 9-24, 2003.

- JOBLING, M. *Fish bioenergetics*. London: Chapman & Hall, 1994. 309p.
- JOHANSSON, O.; WEDBORG, M. The ammonia-ammonium equilibrium in seawater at temperatures between 5 and 25°C. *J. Solut. Chem.*, Amsterdam, v. 9, p. 37-44, 1980.
- KESTEMONT, P. *et al.* Size heterogeneity, cannibalism and competition in culture predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 227, p. 333-356, 2003.
- KING, N.J. *et al.* Effects of larval stocking density on laboratory-scale and commercial-scale production of summer flounder *Paralichthys dentatus*. *J. World Aquac. Soc.*, Baton Rouge, v. 31, n. 3, p. 436-445, 2000.
- KORWIN-KOSSAKOWSKI, M.; MYSZKOWSKI, L. Effect of nitrite on growth of carp *Cyprinus carpio* L. larvae. *Eur. Aquac. Soc. Spec. Public.*, v. 24, p. 402-404, 1995.
- LEU, M.Y.; CHOU, Y.H. Induced spawning and larval rearing of captive yellowfin porgy, *Acanthopagrus latus* (Houttuyn). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 143, p. 155-166, 1996.
- LOPES, M.C. *et al.* Alimentação de larvas de surubim pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (AGASSIZ, 1829) em laboratório, na primeira semana de vida. *Bol. Tec. CEPTA*, Pirassununga, v. 9, n. 3, p. 11-29, 1996.
- LÓPEZ, C.M.; SAMPAIO, E.V. Sobrevivência e crescimento larval do pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner 1876 (Siluriformes, Pimelodidae), em função de três densidades de estocagem em laboratório. *Acta Sci.*, Maringá, v. 22, n. 2, p. 491-494, 2000.
- LUZ, R.K.; ZANIBONI FILHO, E. Larvicultura do mandimarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) em diferentes densidades de estocagem nos primeiros dias de vida. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 560-565, 2002.
- MIRANDA, M.O.T.; RIBEIRO, L.P. Características zootécnicas do surubim *Pseudoplatystoma corruscans*. In: MIRANDA, M.O.T. (Ed.). *Surubim*. Belo Horizonte: IBAMA, 1997. cap. 3, p. 43-56.
- MURAI, T. High-density rearing of channel catfish fry in shallow troughs. *Prog. Fish-Cult.*, Washington, D.C., v. 41, p. 57, 1979.
- PEREIRA, A.S.; NUÑER, A.P.O. Larvicultura da piracanjuba *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849 (Characiformes, Characidae) em diferentes densidades, dietas e formatos de tanque. *Acta Sci.*, Maringá, v. 25, p. 55-61, 2003.
- RIBEIRO, L.P.; MIRANDA, M.O.T. Rendimentos de processamento do surubim *Pseudoplatystoma corruscans*. In: MIRANDA, M.O.T. (Ed.). *Surubim*. Belo Horizonte: Ibama, 1997. cap. 8, p. 101-111.
- SANCHES, L.E.F.; HAYASHI, C. Densidade de estocagem no desempenho de larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), durante a reversão sexual. *Acta Sci.*, Maringá, v. 21, n. 3, p. 619-625, 1999.
- SOUZA, A.B. *et al.* Análise cromossômica do surubim *Pseudoplatystoma corruscans* das bacias dos rios São Francisco e Paraguai. In: MIRANDA, M.O.T. (Org.). *Surubim*. Belo Horizonte: Ibama, 1997. cap. 4, p. 57-68.
- TAVARES, L.H.S. *Limnologia aplicada à aqüicultura*. Jaboticabal: FUNEP, 1994.
- TOMASSO, J.R. Comparative toxicity of nitrite to freshwater fishes. *Aquat. Toxicol.*, Amsterdam, v. 8, p. 129-137, 1986.
- WISE, D.J.; TOMASSO, J.R. Acute toxicity of nitrite to red drum *Sciaenops ocellatus*: effect of salinity. *J. World Aquac. Soc.*, Baton Rouge, v. 20, n. 4, p. 193-198, 1989.
- ZANIBONI FILHO, E.; BARBOSA, N.D.C. Priming hormone administration to induce spawning of some Brazilian migratory fish. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 56, n. 4, p. 655-659, 1996.
- ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

Received on January 10, 2005.

Accepted on April 28, 2006.